



ISSN 2307-2873 (Print)  
ISSN 2410-4140 (Online)

Научно-практический  
журнал

№2 (10) 2015

ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ

# ВЕСТНИК

## РУБРИКИ:

- ✓ АГРОНОМИЯ  
И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- ✓ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
- ✓ БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ
- ✓ ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ
- ✓ ЭКОНОМИКА  
И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ,  
БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

Научно-практический журнал  
основан в декабре 2012 года.

Выходит четыре раза в год.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых  
коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации средства массовой  
информации ПИ No.ФС77-52454 от 28 декабря 2012 г.,  
г. Москва.

**Учредитель и издатель:**

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образова-  
ния «Пермская государственная сельскохозяйственная  
академия имени академика Д.Н. Прянишникова»  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

**Главный редактор:**

Ю.Н. Зубарев, д-р с.-х. наук, профессор

**Зам. главного редактора:**

С.Л. Елисеев, д-р с.-х. наук, профессор  
Э.Д. Акманаев, канд. с.-х. наук, профессор

**Члены редакционной коллегии:**

Н.В. Абрамов, д-р с.-х. наук (г. Тюмень, Россия);  
В.В. Бакаев, д-р экон. наук (г. Москва, Россия);  
В.Г. Брыжко, д-р экон. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Д. Галкин, д-р техн. наук (г. Пермь, Россия);  
Г.П. Дудин, д-р с.-х. наук (г. Киров, Россия);  
Н.Л. Колясникова, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
Ю.Ф. Лачуга, академик РАН (г. Москва, Россия);  
В.Г. Минеев, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Л.А. Михайлова, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Г. Мохнаткин, д-р техн. наук (г. Киров, Россия);  
А.В. Петриков, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Н.А. Светлакова, д-р экон. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Г. Сычев, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Н.А. Татарникова, д-р ветеринар. наук (г. Пермь, Россия);  
В.И. Титова, д-р с.-х. наук (г. Н. Новгород, Россия);  
И.Ш. Фатыхов, д-р с.-х. наук (г. Ижевск, Россия);  
С.А. Шоба, член-корресп. РАН (г. Москва, Россия);  
Н.И. Шагайда, д-р экон. наук (г. Москва, Россия);  
В. Спалевич, д-р (г. Подгорица, Черногория);  
Х. Батле-Салес, д-р биол. наук (г. Валенсия, Испания);  
Р. Кызылкая, д-р (г. Самсун, Турция);  
В. Бабаев, канд. экон. наук (г. Гянджа, Азербайджан);  
В. Джейхан, д-р (г. Самсун, Турция).

*Директор ИПЦ «Прокрость» – О.К. Корепанова*

*Редактор – Е.А. Граевская*

*Ответственный секретарь – И.Л. Распономарев*

*Дизайн – И.Л. Распономарев*

*Перевод – О.В. Фотина*

Подписано в печать – 17.06.2015 г. Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 10,13. Тираж 100. Заказ № 69  
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре  
«Прокрость».

Почтовый адрес ИПЦ «Прокрость» и редакционного  
отдела: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23.  
Тел.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.pgsha.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2015

Scientific-practical journal  
founded in December 2012.

The journal is published quarterly.

Registered by the Federal Legislation Supervision Service in  
the sphere of communications, information technologies and  
mass communications (Roskomnadzor).

MM Registration Certificate  
PI No. FS77-52454 from 28 December 2012,  
Moscow.

**Establisher and publisher:**

federal state budgetary educational institution  
of higher professional education  
Perm State Agricultural Academy  
Named after Academician  
Dmitriy Nikolayevich Pryanishnikov  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia

**Editors-in-Chief:**

Iu.N. Zubarev, Dr.Agr.Sci., Professor

**Deputy Editor-in-Chief:**

S.L. Eliseev, Dr.Agr.Sci., Professor  
E.D. Akmanayev, Cand. Agr. Sci., Professor

**Editorial board:**

N.V. Abramov, Dr.Agr.Sci. (Tyumen, Russia);  
V.V. Bakayev, Dr.Econ.Sci. (Moscow, Russia);  
V.G. Bryzhko, Dr.Econ.Sci. (Perm, Russia);  
V.D. Galkin, Dr.Tech.Sci. (Perm, Russia);  
G.P. Dudin, Dr.Agr.Sci. (Kirov, Russia);  
N.L. Kolyasnikova, Dr.Biol.Sci. (Perm, Russia);  
Y.F. Lachuga, academician of RAS (Moscow, Russia);  
V.G. Mineyev, academician of RAS (Moscow, Russia);  
L.A. Mikhailova, Dr.Agr.Sci. (Perm, Russia);  
V.G. Mokhnatkin, Dr.Tech.Sci. (Kirov, Russia);  
A.V. Petrikov, Academician of RAS (Moscow, Russia);  
N.A. Svetlakova, Dr.Econ.Sci. (Perm, Russia);  
V.G. Sychev, Academician of RAS (Moscow, Russia);  
N.A. Tatarnikova, Dr.Vet.Sci. (Perm, Russia);  
V.I. Titova, Dr.Agr.Sci. (Nizhny Novgorod, Russia);  
I.Sh. Fatykhov, Dr.Agr.Sci. (Izhevsk, Russia);  
S.A. Shoba, Corresponding Member of RAS (Moscow, Russia);  
N.I. Shagaida, Dr.Econ.Sci. (Moscow, Russia);  
V. Spalevic Dr. (Podgorica, Montenegro);  
J. Battle-Sales Dr.Bio.Sci. (Valencia, Spain);  
R.Kizilkaya, Dr. (Samsun, Turkey);  
V.Babaev, Cand.Econ.Sci. (Ganja, Azerbaijan);  
V. Ceyhan, Dr. (Samsun, Turkey)

*Director of the PPC «Prokrost» – O.K. Korepanova*

*Editor – E.A. Grayevskaya*

*Senior secretary – I.L. Rasponomarev*

*Design – I.L. Rasponomarev*

*Translation – O.V. Fotina*

Signed to printing – 17.06.2015. Format 60x84/8.  
Nom. print. p. 10,13. Ex. 100. Order No. 69  
Printed in the Publishing and Polygraphic Center  
«Prokrost».

The PPC «Prokrost» and Editorial Department address:  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia  
Tel.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.pgsha.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© FSBEI HPE Perm State Agricultural Academy, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО	
<b>Зубарев Ю. Н.</b> Инновационные модели и технологии продуктивности при возделывании многолетних трав.....	3
<b>Кузина Е.В.</b> Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой пшенице в зависимости от систем основной обработки почвы.....	8
<b>Никитин С.Н.</b> Влияние средств химизации и биологизации на накопление азота в урожае культур семирпольного севооборота.....	13
<b>Шарипова Р.Б., Сабитов М.М.</b> Анализ состояния озимых посевов в первой половине перезимовки и прогноз урожая на 2015 год.....	18
<b>Шарипова Р.Б.</b> Влияние изменений климата Ульяновской области на кислотность почв.....	24

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<b>Баранов Н.Ф., Фуфачев В.С., Ступин И.В.</b> Влияние угла скольжения на удельную работу резания древесины.....	30
<b>Кошман В.С.</b> Расширение возможностей прогноза теплопроводности изделий из металлических сплавов.....	36
<b>Курбанов Р.Ф., Ходырев И.Н.</b> Способы продления производственного долголетия бобовых трав на естественных и культурных угодьях.....	45
<b>Лопарев А.А., Комкин А.С.</b> Энергетическая оценка машинно-тракторных агрегатов на базе гусенично-колесных пропашных тракторов.....	50
<b>Сайтов В.Е., Суворов А.Н.</b> Математическая модель движения частицы в криволинейном пневмотранспортирующем канале.....	55

### БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

<b>Бгашев В.А.</b> Результаты трансплантации сирени обыкновенной, китайской и амурской на бирючину обыкновенную.....	61
<b>Круглова Н.Н., Сельдмирова О.А.</b> Сравнительная оценка частоты образования андроклиных эмбриоидов у родительских сортов, гибридов F <sub>1</sub> и дигаметоидных линий гибридов F <sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы.....	66

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<b>Казановский Е.С., Карabanov В.П., Клебenson К.А.</b> Профилактика и фармакотерапия эдемагеноза и цефеномиоза северных оленей.....	72
---	----

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ, БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

<b>Сусликов С.В.</b> Землеустройство как основа развития личных подсобных хозяйств населения.....	78
--	----

## CONTENTS

### AGRONOMY AND FORESTRY

<b>Zubarev Ju. N.</b> Innovative models and technologies for productivity in the cultivation of perennial grasses..	3
<b>Kuzina E.V.</b> The effectiveness of the use of mineral fertilizers and biological products for winter wheat depending on soil tillage systems .....	8
<b>Nikitin S.N.</b> Influence of chemicals and biological function on nitrogen accumulation in crop harvest of seven-field crop rotation.....	13
<b>Sharipova R.B., Sabitov M.M., Sharipova R.B.</b> Analysis of winter sowing state in the first half of wintering and yield forecast for 2015 .....	18
<b>Sharipova R.B.</b> Influence of climate changes in Ulyanovsk region on acidity of soils.....	24

### AGRO-ENGINEERING

<b>Baranov N.F., Fufachev V.S., Stupin I.V.</b> Influence of sliding angle on wood cutting per-unit work .....	30
<b>Koshman V.S.</b> Enhancement of prediction possibilities of thermal conductivity of metal alloy products .....	36
<b>Kurbanov R.F., Khodyrev I.N.</b> Extension techniques for production longevity of leguminose grasses in natural and cultured lands....	45
<b>Loparev A.A., Komkin A.S.</b> Energy assessment of machine and tractor units on the basis of track-wheel and row-crop tractors.....	50
<b>Saitov V.E., Suvorov A.N.</b> Mathematical model of element motion in a curved pneumatic conveyor channel.....	55

### BOTANY AND SOIL SCIENCE

<b>Bgashev V.A.</b> Effect of transplanted of <i>Syringa vulgaris</i> L, <i>S. x chinensis</i> Willd and <i>S.amurensis</i> Rupr on <i>Ligustrum vulgare</i> L.....	61
<b>Kruglova N.N., Seldimirova O.A.</b> Comparative evaluation of frequency of androclinal embryoids forming in parent varieties, hybrids F <sub>1</sub> and hybrids F <sub>1</sub> dihaploid lines of spring soft wheat.....	66

### VETERINARY AND ZOOTECHNY

<b>Kazanovskii E.S., Karabanov V.P., Klebenson K.A.</b> Prevention and pharmacotherapy of edemagenosis and cephenomiosis in reindeer.....	72
--	----

### ECONOMY AND ACCOUNTANCY

<b>S.V. Suslikov</b> Land management as basis of development of personal subsidiary farms.....	78
---	----

---

# АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 633:631.52/53

## ИННОВАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

**Ю.Н. Зубарев**, д-р с.-х. наук, профессор,  
ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [zemlede1@pgsha.ru](mailto:zemlede1@pgsha.ru)

*Аннотация.* Кормопроизводство в новом столетии отличается прорывом новых технологий заготовки и приготовления травяных кормов, так необходимых дойным коровам. Это особенно характерно для передовых индустриальных стран G 20 с развитым аграрным сектором. Инновационные технологии сельского хозяйства более широко применяются в отечественном и пермском птицепроме, а также молочном животноводстве. Инновации – это всегда конечный продукт интеллектуальной деятельности, получившей воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта или услуги, реализуемых на рынке, или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической работе. Руководитель государственной корпорации «Роснано» А.Б. Чубайс дал афористичное определение этому понятию: «Производство знаний из денег – это наука, а производство денег из знаний – это инновация».

Состояние кормовой базы и продуктивность животноводства тесно коррелируют и определяют эффективность и производительность сельскохозяйственного труда. В этом ряду высокоэнергетичные и урожайные многолетние травы являются существенным резервом кормопроизводства. Их продуктивность можно спрогнозировать, исходя из адаптивного моделирования по заданным параметрам. Эта задача стоит вне рамок настоящей статьи.

*Ключевые слова:* инновационные технологии, продуктивность, травяные корма, технологический процесс, многолетние травы.

**Обсуждение.** Важным признаком инновационных технологий является высокая экономическая эффективность в производстве или потреблении продукции кормов. Современное сельское хозяйство и кормопроизводство, с продовольственной точки зрения, отличаются, во-первых, растущим разрывом в уровне технологий между развитыми и большинством развивающихся стран; во-вторых, увеличением региональных различий в темпах развития сельского хозяйства, усилением полюсов бедности, с одной стороны (больше всего в Африке), и быстрым развитием современных технологий и сосредоточением основных объёмов товарной продукции и кормов в наиболее развитых странах (США, Канада, страны Евросоюза) – с другой; в-третьих, мировой рынок продовольствия и кормов полностью контролируется ограниченным числом стран, которые определяют

мировые цены. Несмотря на то, что такие страны, как, например, Китай и Индия, стали в основном самодостаточными в продовольствии, хотя большая часть государств «третьего мира» являются импортерами. В новом столетии инновационные технологии управляют производством качественной кормовой продукции.

Состояние кормовой базы и уровень продуктивности животноводства в Пермском крае и в России пока ещё не соответствует современным задачам. Низкое естественное плодородие, значительное и резкое уменьшение объёмов применения органических и минеральных удобрений, недостаточный уровень культуры земледелия, слабая инновационная оснащённость технологий заготовки и приготовления кормов ведут к снижению продуктивности пашни, плодородия почв и травяного клина.

Зарубежный опыт показывает, что в Австралии, где в избытке производят качественные корма в объёмах, более чем втрое превышающих внутренние потребности, в Аргентине,

Канаде и Франции – в 1,7-2,0, США – в 1,3, Дании – в 1,2 раза, там весьма высока продуктивность молочного скота при заметных тенденциях к её дальнейшему росту (табл.1).

Таблица 1

Годовые удои коров в странах Евросоюза и России, кг/гол.  
(В.И. Нечаев, В.Ф. Бирман, И.С. Санду, Ю.И. Бершицкий, А.В. Боговиз, 2010)

Страна	Годы								
	1995 г.	1998 г.	1999г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2004г. к 1995 г., %
США	7441	7798	8061	8254	8236	8439	8508	8599	115,6
Канада	6367	6926	7058	7332	7430	7348	7557	7584	119,1
Япония	6246	6589	6614	6792	6804	6879	6942	7068	113,2
Великобритания	5703	5999	6153	6155	6534	6686	6817	6767	118,7
Германия	5434	5715	5909	6122	6212	6250	6508	6431	118,6
Франция	5517	5656	5688	5848	5911	6021	6042	6112	110,8
Италия	5195	5694	5622	5790	5191	5210	5917	5211	100,3
Россия	2153	2381	2432	2502	2651	2797	2949	3037	141,0

Данные табл. 1 свидетельствует о том, что Россия, позднее других стран Евросоюза вступившая на инновационный путь развития агропромышленного комплекса, значительно отстала по показателям удоя. Следовательно, можно предположить, что и в освоении новых технологий заготовки кормов, их сортимента и набора видов культур существует сильное отставание.

Многие традиционные приёмы заготовки кормов устарели и не соблюдают основных организационно-технологических параметров – точности выполняемых операций, возможности выбора подходящего варианта работ в зависимости от складывающихся погодных условий и чёткой ориентации на обеспечение высокого качества заготавливаемых кормов с сохранением максимально возможного первоначального содержания питательных веществ в оптимальные фазы вегетации растений. Вместо заготовки и хранения сена в скирдах должна быть применена заготовка прессованного сена в тюках или рулонах. Эта технология требует применения специальной дорогостоящей техники, но позволяет повысить производительность на уборочных работах и обеспечивает высокое качество травяных кормов.

В технологии возделывания многолетних одновидовых и смешанных посевов трав следует отметить ряд недостатков:

- во-первых, эксплуатация однокомпонентных (клевер, овсяница и тимофеевка луговая, кострец и др.) старовозрастных (старше

третьего - пятого года пользования) травостоев многолетних трав, которых только по отчётности краевого минсельхоза более 30%;

- во-вторых, нарушение сроков и продолжительности уборки трав;

- в-третьих, большие потери (до 30-40%) питательных веществ из-за нарушения технологий уборки, приготовления и хранения кормов в хозяйствах;

- в-четвёртых, передержка многолетних бобовых и злаковых трав из-за нехватки семян для своевременного посева в севооборотах (площади семенников клевера и люцерны в крае не превышают 100 га);

- в-пятых, сохраняется низкий уровень организационно-технологической и агрономической работы в растениеводстве и кормопроизводстве, связанный с изменением в последние 20 лет (1991-2011) организационно-правовой формы хозяйствования, социально-психологическими и материально-финансовыми факторами.

Предуралье отличается большим разнообразием природных условий, что определяет структуру кормовых полей. В связи с этим решающим биологическим приёмом должно стать совершенствование сложившейся структуры посевных площадей кормовых культур за счёт высокопродуктивных адаптированных к данным почвенно-климатическим условиям региона различных видов растений. Сложившееся распределение посевов многолетних трав в 1976-1980 и 1997-2011 гг. имело структуру посевных площадей и сортимент многолетних видов трав, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Структура посевных площадей многолетних трав в Пермском крае  
(Ю.Н. Зубарев, 2002, 2010)

Вид травостоя	1976-1980 гг.		1997-2011 гг.	
	тыс. га	%	тыс. га	%
Многолетние травы, всего:	503,1	100,0	455,6	100,0
в том числе:	192,3	38,2	274,9	60,4
бобовые травы:	184,4	36,6	248,1	54,4
клевер луговой, клевер гибридный	0,3	0,07	-	-
донник	7,4	1,5	6,7	1,4
люцерна	0,2	0,04	0,1	0,2
эспарцет, люпин узколистный	-	-	20,0	4,4
козлятник восточный	-	-	20,0	4,4
Бобово-злаковые смеси	189,3	37,6	135,7	29,8
Злаковые травы:	121,5	24,2	45,0	9,8
тимopheевка луговая	60,7	12,1	30,5	6,7
овсяница луговая, фестулолиум*	19,0	9,7	7,0	1,5
кострец безостый	12,7	2,5	3,0	0,7
овсяница тростниковая	4,9	1,0	-	-
ежа сборная	1,7	0,4	2,5	0,6
Злаково-злаковые смеси	22,5	4,5	2,0	0,4

\* в 2008, 2009 гг. - фестулолиум (гибрид овсяница х райграс) появляется на незначительной площади в отдельных хозяйствах Пермского края.

Анализ этой структуры показывает, что последние 14 лет посевы многолетних трав в пермском Предуралье уменьшились до 455,6 тыс. га, а доля бобовых трав возросла до 274,9 тыс. га, или на 17,8%.

Сократились площади под многолетними злаковыми травами до 45 тыс. га, или на 14,4%, и уменьшились посевы бобово-злаковых травяных смесей на 7,8%, или до 135,7 тыс. га. Вместе с тем, в структуре бобовых трав появилась интродуцированная в Предуралье культура козлятника восточного, доля которого в посевах многолетних трав достигла 4,4% (20 тыс. га), что больше площади люцерны (6,7 тыс. га, 1,4%). В современных условиях при ограниченном ресурсном обеспечении роль травосеяния и увеличение площади под травами, особенно бобовыми, вполне оправдывается, так как за счёт многолетних трав решаются многие проблемы по оптимизации земледелия, сохранению и повышению плодородия почвы.

В Предуралье традиционными многолетними травами семейства Бобовые являются клевер луговой и люцерна изменчивая. Они имеют свой ареал, хорошо адаптированы к

местным условиям, обеспечивают получение урожая хорошего качества. Площадь многолетних бобовых трав в Пермском крае занимает 294,9 тыс. га; многолетние злаковые, главным образом тимopheевка и овсяница луговая, кострец безостый, – 25 тыс. га и ещё 135,7 тыс. га – бобово-злаковые смеси (в основном клевер с тимopheевкой и овсяницей). По данным краевого Министерства сельского хозяйства и продовольствия Пермского края, урожайность сена многолетних трав составляет 1,8-2,1 т/га и семян 110 кг/га, в том числе клевера – 89 кг и козлятника – 250 кг/га.

Однако в этом есть существенные недостатки – короткий период использования, низкая продуктивность семян, потери листьев при уборке на сено, невысокая технологичность при заготовке кормов и др.

Выгодно отличается от них козлятник восточный с его преимуществами в продолжительности жизни и хозяйственной продуктивности, он технологичен в кормозаготовке, так как листья у него при высыхании не теряются. В таблицах 3 и 4 представлены оптимальные модели продуктивности многолетних трав в пермском Предуралье.

Таблица 3

Основные параметры адаптивной модели продуктивности многолетних бобовых трав на кормовые цели в Предуралье (Ю.Н. Зубарев, 2003, 2011)

Многолетние бобовые травы	Оптимальная густота, шт./м <sup>2</sup>			Сбор, т/га		Выход		Затраты, руб./га
	всходы	растения после уборки покровы	общих стеблей	сухое вещество	белка, к. ед.	к. ед., тыс./га	ОЭ, МДж/га	
Клевер луговой	200-300	100-150	400-450	5-9	0,7-1,2	4-6	9,5-10	4500
Клевер гибридный	200-300	100-150	450-500	5-9	0,7-1,2	4-6	9,5-10	5000
Люцерна	150-250	100-150	250-300	5-9	0,7-1,2	4-6	10-11	5500
Козлятник восточный	80-100	60-90	150-200	5-9	0,7-1,2	4-6	10-11	4000

Таблица 4

Основные параметры адаптивной модели продуктивности многолетних бобовых трав на семенные цели в Предуралье (Ю.Н. Зубарев, 2003, 2011)

Многолетние бобовые травы	Оптимальная густота, шт./м <sup>2</sup>			Продуктивность растений			
	всходы	растения после уборки покровы	продуктивных стеблей	соцветий, шт/м <sup>2</sup>	семян в соцветии, шт.	масса семян в соцветии, г	обсеменен. соцвет., %
Клевер луговой	150-200	50-90	300-450	700-1000	30-60	0,06-0,08	40-80
Клевер гибридный	150-200	50-90	300-450	700-1000	30-60	0,06-0,08	40-80
Люцерна	150-200	100-150	200-250	600-1500	3-5	0,06-0,08	60-80
Козлятник восточный	80-90	60-80	100-200	600-1500	3-4	0,06-0,09	70-90

**Заключение.** Таким образом, при кормовом использовании в течение одного-двух лет следует вводить в полевое травосеяние клевер луговой>клевер+тимофеевка (уровень продуктивности 4-5 т/га сухой массы); при кормовой эксплуатации в течение двух-трёх лет выращивать клевер луговой> люцерна посевная> клевер+тимофеевка при одном-двух укосах или козлятник+клевер>козлятник+ люцерна >одновидовой козлятник восточный (уровень продуктивности 4,6-6,5 т/га сухой массы);

при использовании травостоев на корм в течение трёх-пяти лет с уровнем продуктивности 5,0-6,5 т/га лучшие кормовые травостои: козлятник восточный>козлятник+ежа> >козлятник+овсяница>козлятник+тимофеевка> > козлятник+кострец при двух укосах, а также люцерна посевная>люцерна+кострец>кострец безостый>кострец+овсяница> овсяница тростниковая при двух-трёх укосах кормовой массы.

**Литература**

1. Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения / Под общей редакцией Н.Н. Зезина, А.Н. Сёмина. Екатеринбург: Уральский НИИССХ, 2010. 338 с.
2. Зубарев Ю.Н., Халезов Н.А., Горынцев А.В. Приёмы адаптивной интенсификации козлятника восточного в системе земледелия Предуралья. Пермь. 2001. 167 с.
3. Зубарев Ю.Н., Халезов Н.А., Фалалева Л.В. Адаптивные приёмы возделывания козлятника восточного на семена в Предуралье. Пермь. 2003. 82 с.
4. Организация инновационной деятельности в АПК / В.И. Нечаев, В.Ф. Бирман, И.С. Санду [и др.]; под ред. В.И. Нечаева. М.: КолосС, 2010. 328 с.
5. Методические рекомендации по возделыванию многолетних трав на корм как эффективному методу повышения почвенного плодородия в посевных и кормовых севооборотах краткосрочного пользования / Под общ. ред. д-ра с.-х. наук В.В. Фигурика. Киров. 2009. 50 с.
6. Мингалев С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы: монография. Екатеринбург. 2006. 322 с.
7. Орск Л.С., Корланов Л.Ф. Мировые тенденции инновационного развития сельскохозяйственной техники и технологий // Техника и оборудование для села. 2007. №7. С. 38-41.
8. Осокин И.В. Сравнительная продуктивность бобовых культур и накопления ими «биологического» азота в условиях дерново-подзолистых почв Предуралья. Пермь. 1969. 21 с.
9. Парахин Н.В. Экологическая устойчивость и эффективность растениеводства: теоретические основы и практический опыт. М.: КолосС, 2002. 199 с.
10. Сельское хозяйство Пермского края: статистический сборник. Пермь. 2009. 13 с.
11. Системы земледелия / А.Ф. Сафонов, А.М. Гатаулин, И.Г. Платонов [и др.]; под ред. А.Ф. Сафонова. М.: КолосС, 2006. 447 с.

## INNOVATIVE MODELS AND TECHNOLOGIES FOR PRODUCTIVITY IN THE CULTIVATION OF PERENNIAL GRASSES

**Iu.N. Zubarev**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
Perm State Agricultural Academy  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614900 Russia  
E-mail: [zemledelel@pgsha.ru](mailto:zemledelel@pgsha.ru)

### ABSTRACT

Forage production in the new century is distinguished by a breakthrough of new technologies and preparation of herbal feed that is highly necessary for dairy cows. This is especially characteristic for advanced industrial countries G-20 with a developed agricultural sector. Innovative technologies of agriculture are more widely used in domestic and Perm poultry production, as well as in dairy cattle breeding. Innovation is always the end product of intellectual activity received an embodiment in the form of a new or improved product or service marketed, or advanced technological process used in practical work. The head of the State Corporation Rosnano A.B. Chubais gave an aphoristic definition to the term: «Making knowledge from money is science, making money from knowledge – innovation». The state of the forage supply and livestock productivity correlates closely and defines the efficiency and productivity of the agricultural labour. Highly energetic and productive perennial herbs are an important reserve for fodder production. Their productivity can be predicted based on adaptive modeling on the specified parameters. This task is outside the scope of this article.

*Key words: innovative technologies, productivity, herbal feed, technological process, perennial grasses.*

### References

1. Zezina N.N., Semina A.N., Adaptivnoe zemledelie na Srednem Urale: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya (Adaptive agriculture in the Middle Urals: state, problems and the solution ways) Under ed. Ekaterinburg: Ural'skii NIISKh, 2010. pp. 338.
2. Zubarev Yu.N., Khalezov N.A., Goryntsev A.V. Priemy adaptivnoi intensivatsii kozlyatnika vostochnogo v sisteme zemledeliya Predural'ya (Techniques of adaptive intensification of *Galega orientalis* in agriculture system in Preduralie), Perm', 2001. pp. 167.
3. Zubarev Yu.N., Khalezov N.A., Falaleeva L.V. Adaptivnye priemy vzdelyvaniya kozlyatnika vostochnogo na semena v Predural'e (Adaptive techniques of *Galega orientalis* cultivation for seed in Preduralie), Perm', 2003, pp.82.
4. Organizatsiya innovatsionnoi deyatel'nosti v APK (Organization of innovative activities in agro-industrial complex), V.I. Nechaev, V.F. Birman, I.S. Sandu [et al.]; under ed. V.I. Nechaeva. M.: KolosS, 2010, pp. 328.
5. Metodicheskie rekomendatsii po vzdelyvaniyu mnogoletnikh trav na korm kak effektivnomu metodu povysheniya pochvennogo plodorodiya v posevnykh i kormovykh sevooborotakh kratkosrochnogo pol'zovaniya (Methodical recommendations on cultivation of perennial grasses for fodder as effective method of soil fertility in sowing and fodder crop rotation of short-term use), Under ed. d-ra s.-kh. nauk V.V. Figurika Kirov, 2009, pp. 50.
6. Mingalev S.K. Resursosberegayushchie tekhnologii obrabotki pochvy: monografiya (Resource-saving technologies of tillage: monograph), Ekaterinburg. 2006, pp. 322.
7. Orsik L.S., Korlanov L.F. Mirovye tendentsii innovatsionnogo razvitiya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki i tekhnologii, Tekhnika i oborudovanie dlya sela (World trends of innovative development in farming machinery and technologies. Machinery and equipment for the country), 2007, No.7, pp. 38-41.
8. Osokin I.V. Sravnitel'naya produktivnost' bobovykh kul'tur i nakopleniya imi «biologicheskogo» azota v usloviyakh dernovo-podzolistykh pochv Predural'ya (Comparative productivity of legumes and accumulated in them biological nitrogen in conditions of sod-podsolic soils in Preduralie), Perm', 1969, pp. 21.
9. Parakhin N.V. Ekologicheskaya ustoichivost' i effektivnost' rastenievodstva: teoreticheskie osnovy i prakticheskii opyt (Ecological sustainability and plant production efficacy: theoretical bases and practical experience), M.: KolosS, 2002, pp. 199.
10. Sel'skoe khozyaistvo Permskogo kraja: statisticheskii sbornik (Agriculture in Permskii kraj: statistical collection), Perm', 2009, pp. 13.
11. Sistemy zemledeliya (Agriculture systems), A.F. Safonov, A.M. Gataulin, I.G. Platonov [et al.]; under ed. A.F. Safonova. M.: KolosS, 2006, pp. 447.



## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**Е.В. Кузина**, канд. с.-х. наук,  
ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
ул. Институтская, 19, пос. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область,  
Россия, 433315  
E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru, ulniish@mv.ru

*Аннотация.* Описаны результаты исследований по изучению эффективности обычной отвальной и безотвальной, а также мелкой мульчирующей, нулевой и гребнекулисной обработки почвы. Показано влияния систем основной обработки почвы на её пищевой режим, урожайность, дана экономическая оценка изучаемых систем обработки почвы.

Результаты исследований позволяют сделать выбор оптимальных решений по применению различных способов обработки почвы при возделывании озимой пшеницы, повышающих урожайность зерна.

За счет минерализованных полос и гребневых кулис улучшаются условия азотного питания на 41-58% и влагообеспеченность растений озимой пшеницы на 13-20%, что приводит к повышению урожайности на 0,42-0,51 т/га и дает экономические преимущества по сравнению с ежегодной вспашкой, сокращает в 2-3 раза количество технологических операций при основной обработке почвы, за счет уменьшения затрат на единицу продукции способствует снижению себестоимости и повышению прибыли на 1 рубль затрат.

*Ключевые слова:* вспашка, мелкая, гребнекулисная обработка, запасы влаги, урожай зерна, условно чистый доход.

**Введение.** На сегодняшний день в земледелии одной из важнейших проблем, имеющих особую актуальность, являются постоянно увеличивающиеся затраты на производимую продукцию из-за применения многооперационных технологий ее производства, постоянного роста цен на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения, при сравнительно низких ценах на производимую продукцию. Высокая затратность существующих технологий обработки почвы связана, прежде всего, с тем, что в настоящее время на сельскохозяйственных предприятиях основная обработка проводится, главным образом, с помощью отвальной вспашки, которая ведет к нарушению агро-требований при выполнении ответственных технологических операций, удлинению сроков полевых работ, нерациональному расходованию почвенных и водных ресурсов на единицу продукции, перерасходу ГСМ [2, 5]. Поэтому одним из приоритетных принципов современного земледелия как отрасли сель-

скохозяйственного производства является ресурсосбережение, позволяющее существенно снизить затраты на производство продукции и, соответственно, повысить рентабельность и конкурентоспособность отрасли. Добиться этого можно за счет совершенствования способов обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур, минимализации основной обработки почвы, применения комбинированных машин и орудий, обеспечивающих одновременное выполнение ряда технологических операций. При этом целью выбора способа обработки должна быть не максимальная урожайность любой ценой, а минимальные затраты на единицу произведенной продукции с наибольшим экономическим эффектом и сохранением плодородия почвы.

В ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» для склоновых агроландшафтов разработаны ресурсосберегающие технологии на основе инновационной гребнекулисной обработки почвы (патенты: 2315455, 2443093) и предложены

инновационные комбинированные многофункциональные орудия ОП-3С, ОП-6С (патенты: 2294070, 2318303), обеспечивающие при выполнении гребнекульсовой технологии минимализацию обработки почвы, лучшие влагонакопительные и почвозащитные свойства. Конструкция этих машин позволяет в процессе гребнекульсовой обработки почвы выполнять за один проход несколько технологических операций: создавать минерализованные полосы, формировать гребнестерневые кулисы и локальные водопоглощающие элементы. За счет этого улучшается освоение зимне-весенних осадков, сокращается сток и смыв почвы, активизируются микробиологические процессы, повышается содержание минерального азота, что положительно сказывается на эффективном плодородии, урожайности зерновых культур и экологическом состоянии окружающей среды [4, 7, 8, 9].

**Методика.** Целью нашего опыта было проведение сравнительной агротехнологической и экономической оценки систем обработки почвы с использованием комбинированных почвообрабатывающих орудий, позволяющих создать благоприятные условия для перехода на ресурсосберегающие технологии в равнинных условиях Среднего Поволжья.

Опыты закладывались на полях Ульяновского НИИСХ в 2012-2014 годах. Почва опытного участка представлена слабывщелочным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: гранулометрический состав почв тяжелосуглинистый (частиц 0,01мм – 45 %). Мощность гумусового горизонта 79 см, содержание гумуса 5,2 %, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта 7,0, вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98 %. Питательными веществами почва высокообеспечена.

В опыте предусматривалось три уровня минерального питания ( $N_0P_0K_0$ ;  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) и применение БИСОЛБИФИТА (микробиологический препарат комплексного действия). Бисолбифитом обрабатывали семенную материал и вегетирующие растения озимой пшеницы. Для посева использовали районированный сорт озимой пшеницы Харь-

ковская 92. Изучали эффективность отвальной, безотвальной, мелкой мульчирующей, нулевой и гребнекульсовой обработки почвы.

За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы на 20-22см. Предпосевная и послепосевная обработка почвы на всех вариантах состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (КПС-4,0) и послепосевного прикатывания почвы (ЗККШ-6А). Посев проводили сеялкой СЗ-3,6. На варианте без основной обработки предпосевную культивацию, посев и прикатывание проводили одновременно сеялкой АУП-18,05. Наблюдения, определения и учеты проводились по общепринятым методикам.

**Результаты.** Эффективность любых агротехнических приемов, в конечном итоге, оценивается выходом продукции с гектара пашни. Результаты исследований, полученные в нашем опыте при изучении различных способов, глубины и систем обработки почвы, показывают, что более эффективной по действию на продуктивность озимой пшеницы оказалась гребнекульсовая обработка, где урожайность зерна, по обобщенным данным, составила 5,45-5,54 т/га, что на 0,42-0,51т/га больше, чем по вспашке (таблица 1). К тому же на этих вариантах уровень урожайности, полученный без применения удобрений, был выше, чем на вспашке с внесением  $N_{30}P_{30}K_{30}$  на 0,17-0,19т/га.

Далее, в убывающей последовательности шли безотвальная, поверхностная (лущение со стернеукладчиком) и мелкая мульчирующая обработки, где по сравнению с контролем прибавки урожайности озимой пшеницы составили, соответственно, 0,28-0,16-0,13 т/га. Отсутствие механической осенней обработки снизило производство зерна на 0,55-0,64 т/га по сравнению с гребнекульсовыми обработками; по сравнению с контролем снижение на этом варианте было менее существенным – 0,13 т/га.

Лучшие экономические показатели были достигнуты при проведении гребнекульсовой обработки, которая позволила значительно снизить трудовые, энергетические и материально-денежные затраты на основную обработку почвы.

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и внесения удобрений, т/га (2012-2014 гг.)

Фон	Варианты обработки	Контроль	Обработка биопрепаратом			Ср. по варианту
			растения	семена	семена + растения	
N <sub>60</sub> P <sub>0</sub> K <sub>60</sub>	Вспашка на 20-22 см	4,26	4,62	4,95	5,12	<b>4,74</b>
	Безотвальная на 20-22 см	4,47	5,02	5,06	5,28	<b>4,96</b>
	Гребнекульная-10-12 см	4,69	5,01	4,98	5,48	<b>5,04</b>
	Мелкая на 10-12 см	4,50	4,69	5,11	5,26	<b>4,89</b>
	Без основной осенней обработки	3,88	4,60	4,61	5,30	<b>4,59</b>
	Лушение со стернеукладчиком на 6-8 см	4,12	5,0	4,77	5,17	<b>4,76</b>
	Гребнекульная с почвоуглублением до 30-32 см	4,71	5,05	5,08	5,50	<b>5,08</b>
	<i>Среднее, +/- к контролю</i>	<i>4,38</i>	<i>48,6</i>	<i>4,9</i>	<i>5,30</i>	<i>4,87</i>
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Вспашка на 20-22 см	4,52	5,01	5,0	5,55	5,02
	Безотвальная на 20-22 см	4,78	5,42	5,32	5,66	5,29
	Гребнекульная-10-12 см	5,21	5,62	5,26	5,92	5,50
	Мелкая на 10-12 см	4,77	5,06	5,32	5,44	5,14
	Без основной осенней обработки	4,60	5,02	4,85	5,22	4,92
	Лушение со стернеукладчиком на 6-8 см	4,73	5,37	5,06	5,60	5,18
	Гребнекульная с почвоуглублением до 30-32 см	5,30	5,50	5,39	5,68	5,58
	<i>Среднее +/- к контролю</i>	<i>4,84</i>	<i>5,29</i>	<i>5,17</i>	<i>5,58</i>	<i>5,23</i>
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Вспашка на 20-22 см	5,19	5,20	5,20	5,72	<b>5,32</b>
	Безотвальная на 20-22 см	5,06	5,65	5,87	6,10	<b>5,67</b>
	Гребнекульная-10-12 см	5,37	5,69	5,93	6,22	<b>5,80</b>
	Мелкая на 10-12 см	5,12	5,52	5,36	5,75	<b>5,44</b>
	Без основной осенней обработки	4,92	5,18	5,23	5,46	<b>5,20</b>
	Лушение со стернеукладчиком на 6-8 см	5,25	5,56	5,60	6,07	<b>5,62</b>
	Гребнекульная с почвоуглублением до 30-32 см	5,55	5,94	5,88	6,53	<b>5,97</b>
	<i>Среднее +/- к контролю</i>	<i>5,21</i>	<i>5,53</i>	<i>5,58</i>	<i>5,98</i>	<i>5,57</i>

На неудобренном фоне общие затраты на производство зерна озимой пшеницы при ежегодной отвальной обработке составили 9499 руб./га, себестоимость 1 тонны зерна 1999 руб. На вариантах с гребнекульной обработкой эти показатели были ниже, соответственно, на 9-10 % и 17-18 %, а рентабельность выше на 84-85%. Условно чистый доход по вспашке составил 28505 руб./га, на вариантах с гребнекульной обработкой его показатели варьировали от 32903 до 33132руб./га, т.е. на 15-16 % выше. Поверхностная и мелкая обработки по эффективности несколько уступали вышеуказанным вариантам, однако имели показатели лучше, чем на контроле. Эти обработки обеспечили снижение себестоимости основной продукции по сравнению с традиционной вспашкой на 11-17%, рост чистого дохода с1 га на 2-13% и уровень рентабельности на 48-79%. На вариантах вспашки и безотвальной обработки на одинаковую глубину существенной разницы по количеству полученного урожая и затратам на производство продукции не наблюдалось, поэтому и по

другим статьям разница была небольшая в пользу безотвальной обработки.

На варианте без основной осенней обработки чистый доход составил 27267 руб., что было ниже уровня вспашки, но при этом производственные затраты на этом варианте снижались на 15%, что позволило уменьшить себестоимость полученной продукции на 9% и увеличить рентабельность на 40%, по сравнению со вспашкой.

Использование минеральных удобрений в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> позволило поднять выход зерна с единицы площади в среднем на 0,46 и 0,83 т/га, что увеличило стоимость продукции на 10-19 % по сравнению с неудобренным фоном. В то же время затраты на производство продукции на удобренных фонах возросли, поэтому показатели чистого дохода и рентабельности оказались выше на неудобренном фоне. Причина кроется в высоких ценах на удобрения и низких – на сельхозпродукцию. Наши исследования позволяют констатировать, что в среднем по фонам

$N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  стоимость прибавки урожая от применения удобрений составила 2,3-2,1 кг зерна на каждый килограмм удобрений и окупала денежные затраты, которые пошли на приобретение и внесение удобрений, только на 92-83%.

Применение микробиологического удобрения (бисолбифита) обеспечило увеличение окупаемости минеральных удобрений достоверной прибавкой урожая зерна. Использование биопрепарата самостоятельно, а также в сочетании с минеральными удобрениями, активизировало рост и развитие растений озимой пшеницы, улучшило минеральное питание растений за счет фиксации микроорганизмами атмосферного азота и потребления корневой системой фосфора и калия из почвы, повысило их устойчивость к стрессам и подавляло фитопатогенную микрофлору [1, 3, 6], что, в конечном итоге, способствовало существенному повышению продуктивности изучаемой в опыте культуры, равноценной использованию минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Инокуляция семенного материала бисолбифитом увеличила производство зерна на неудобренном фоне на 0,56 т/га, на фонах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 0,79 и 1,20 т/га и повысила окупаемость 1 кг удобрений, соответственно, на 172-145% относительно удобренных фонов соответствующих обработок без использования биопрепарата. Обработка вегетирующих растений бисолбифитом обеспечила увеличение урожая на этих фонах, соответственно, на 0,48, 0,91 и 1,15 т/га, окупаемость 1 кг удобрений здесь составила 4,55 кг (198%) и 2,87 кг (139%). Максимальные прибавки урожая были получены на вариантах, где обрабатывались и семена, и растения. На естественном фоне прибавка относительно контроля составила 0,92 т/га, в результате положительного взаимодействия минеральных удобрений в дозах  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и биопрепарата урожайность повысилась, соответственно, на 1,20 т/га и 1,60 т/га, что позволило получить на 1 кг удобрений 6 кг (261%) и

4,0 кг (193%) зерна озимой пшеницы.

Под влиянием однократного и двукратного применения биопрепарата повышались основные экономические показатели: выход зерна с единицы площади в среднем на 0,43-0,81 т/га, что эквивалентно внесению минеральных удобрений; чистый доход – на 12-23 %; рентабельность – на 22-41 % по сравнению с вариантами, где биопрепарат не использовался.

**Выводы.** На основе проведенных исследований вместо традиционных схем, основанных на постоянной вспашке, под озимую пшеницу предлагаются технологии с гребнекульными обработками почвы, в результате использования которых на пашне формируются противэрозионные микрорубежи из стерневых кулис, земляных валиков и водопоглощающих элементов с факультативным почвоуглублением, они способствуют лучшему сохранению структуры почвы и повышению ее водпрочности. За счет минерализованных полос и гребневых кулис улучшаются условия азотного питания, и влагообеспеченность растений озимой пшеницы, что сказывается на улучшении её роста и развития. Совокупность перечисленных положительных факторов является определяющей, повышая урожайность озимой пшеницы при гребнекульной обработке, обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционной вспашкой. Положительные результаты изучения гребнекульной обработки почв и ее аналогов типа «strip-till» и «ridg-till» в сберегающем земледелии отмечаются в опубликованных материалах исследований [10, 11]. Использование комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на основе минимализации повышает производительность труда, сокращает потребность в механизаторах в 2 раза и способствует своевременному выполнению полевых работ. Позволяет экономить от 59 до 92 %, производственных затрат, общих эксплуатационных затрат – от 5 до 12%, снизить в 1,5-2 раза расход топлива на основную обработку, вдвое повысить рентабельность производства зерна, что и определяет перспективность ее применения.

#### Литература

1. Васюк Л.Ф. Азотфиксирующие микроорганизмы на корнях небобовых растений // Л.Ф. Васюк // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. М. 1989. С. 88-98.
2. Карпович К.И., Немцов С.Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2004. № 6. С. 30–33.

3. Кожемяков А.П. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Бюл. ВИУА. 1997. № 110. С. 4–5.
4. Кузина Е.В., Шабаев А.И. Влияние почвовагосберегающих технологий на агрофизические показатели почвы и продуктивность озимой пшеницы // Сборник научных трудов 8-й Международной науч.-практ. конф. (Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК). Зерноград. 2013. Ч. 1. С. 196–202.
5. Немцов С.Н. Экономическая эффективность обработки почвы в севообороте // Земледелие. 2004. № 6. С. 14–15.
6. Тихонович И.А., Круглов Ю.В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия // Плодородие. 2006. № 5. С. 9–12.
7. Жолинский Н.М., Коралева И.Н., Искалиева А.Р. Противоэрозионная обработка почвы на склоновых землях. // Сборник докладов Всероссийской науч.-практ. конф. (Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии). Курск: ВНИИЗиЗПЭ. 2007. С. 371–374.
8. Шабаев А.И., Демьянова Т.В., Соколов Н.М., Цветков М.С. Гребнекульные способы обработки почвы и перспективные орудия при возделывании зерновых культур // Сборник докладов Всероссийской науч.-практ. конф. (Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии). Курск: ВНИИЗиЗПЭ. 2007. – С.29-32.
9. Шабаев А.И., Жолинский Н.М., Цветков М.С., Янина С.М. Агроэкологические особенности технологий возделывания озимой пшеницы в агроландшафтах Поволжья // Доклады РАСХН. 2011. № 6. С. 23–28.
10. Способы гребнекульной обработки почвы и перспективные орудия для ресурсосберегающих технологий: методические рекомендации. Саратов 2007. С. 64 .
11. Till с приставкой Strip // Новое сельское хозяйство (НСХ). 2011. № 6. С. 82–86.

## THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCTS FOR WINTER WHEAT DEPENDING ON SOIL TILLAGE SYSTEMS

**E.V. Kuzina**, Cand. Agr. Sci.,

Ulyanovskii Research Institute of Agriculture,

19 Institutskaya St., Timiryazevskii, Ulyanovskii rayon, Ulyanovskaya oblast 433315 Russia

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru, ulniish@mv.ru

### ABSTRACT

The paper gives the results of research on study of effectiveness of the conventional and beardless tillage, as well as small mulching, zero and ridge-coultisse tillage of soil. The influence of systems of main tillage of soil on its food mode and productivity is shown; the economic assessment of the studied systems of tillage is given. Results of the research allow us to make a choice of optimum decisions on application of various ways of tillage at cultivation of winter wheat increasing productivity and quality of grain due to optimization of agrophysical, agrochemical and biological properties of the soil, and ensuring fertility. At the expense of the mineralized lines and the ridge coultisses, conditions of nitrogenous nutrition improve by 41-58% and moisture provision of winter wheat improves by 13-20%. That leads to increase of productivity by 0.42-0.51 t/ha and gives economic advantages in comparison with annual plowing, reduces 2-3 times the number of technological operations at the main processing of the soil, due to reduction of costs per unit of production, promotes decrease in prime cost and increase of profit per 1 Rouble of expenses.

*Key words: plowing, ridge-coultisse tilling, moisture reserves, grain yield, conditional net income.*

### References

1. Vasyuk L.F. Azotfiksiryushchie mikroorganizmy na kornyakh nebobovykh rastenii (Nitrogen-fixing microorganisms on roots of non-legumes), F. Vasyuk, Biologicheskii azot v sel'skom khozyaistve SSSR, M, 1989, pp. 88-98.
2. Karpovich K.I., Nemtsov S.N. Resursosberegayushchie tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v chernozemnoi lesostepi Ulyanovskoi oblasti. (Resource-saving technologies in crop cultivation in chernozem forest-steppe of Ulyanovskaya oblast), Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk, No. 6, 2004, pp. 30–33.
3. Kozhemyakov A.P. Perspektivy primeneniya biopreparatov assotsiativnykh azotfiksiryushchikh mikroorganizmov v sel'skom khozyaistve (Application perspectives of bio-preparations of associative nitrogen-fixing micro-organisms in agriculture), A.P. Kozhemyakov, A.V. Khotyanovich, Byul, VIUA, 1997, No. 110, pp. 4–5.
4. Kuzina E.V., Shabaev A.I. Vliyanie pochvovlagosberegayushchikh tekhnologii na agrofizicheskie pokazateli pochvy i produktivnost' ozimoi pshenitsy (Effect of soil-water-saving technologies on agrophysical indices of soils and winter wheat productivity), Sbornik nauchnykh trudov 8-i Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf. (Razrabotka innovatsionnykh tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya APK). Zernograd, 2013, Part. 1, pp. 196–202.
5. Nemtsov S.N. Ekonomicheskaya effektivnost' obrabotki pochvy v sevooborote (Economic efficacy of tillage in crop rotation), Zemledelie, 2004, No. 6. pp. 14–15.
6. Тихонович И.А., Круглов Ю.В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия (Microbiological aspects of soil fertility and issues of sustainable agriculture), Plodorodie, 2006, No. 5, pp. 9–12.
7. Zholinskii N.M., Koraleva I.N., Iskalieva A.R. Protivoerozionnaya obrabotka pochvy na sklonovykh zemlyakh

(Anti-erosion tillage on hill lands), Sbornik dokladov Vserossiiskoi. nauch.-prakt. konf. (Innovatsii, zemleustroistvo i resursosberegayushchie tekhnologii v zemledelii), Kursk: VNIIZiZPE, 2007, pp. 371–374.

8. Shabaev A.I., Dem'yanova T.V., Sokolov N.M., Tsvetkov M.S. Grebnekulisnye sposoby obrabotki pochvy i perspektivnye orudiya pri vozdeleyvanii zernovykh kul'tur (Ridge-coultise methods of tillage ad perspective equipment for cereal crops cultivation), Sbornik dokladov Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf. (Innovatsii, zemleustroistvo i resursosberegayushchie tekhnologii v zemledelii), Kursk: VNIIZiZPE, 2007, pp.29-32.

9. Shabaev A.I., Zholinskii N.M., Tsvetkov M.S., Yanina S.M. Agroekologicheskie osobennosti tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v agrolandshaftakh Povolzh'ya. (Agro-ecological peculiarities in winter wheat cultivation technologies in agro-landscapes of Povolzhie), Doklady RASKhN, 2011, No. 6, pp. 23–28.

10. Sposoby grebnekulisnoi obrabotki pochvy i perspektivnye orudiya dlya resursosberegayushchikh tekhnologii: metodicheskie rekomendatsii (Methods of ridge-coultise tillage for resource-saving technologies: methodical instructions), Saratov, 2007, pp. 64 .

11. Till c prstavkoi Strip (Till with the prefix Strip-), zh. Novoe sel'skoe khozyaistvo (NSKh), 2011, No.6, pp. 82–86.

УДК 631.862.1+631.87

## ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ НА НАКОПЛЕНИЕ АЗОТА В УРОЖАЕ КУЛЬТУР СЕМИПОЛЬНОГО СЕВООБОРОТА

**С.Н. Никитин**, канд. с.-х. наук,

ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
ул. Институтская, 19, пос. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область,  
Россия, 433315

E-mail: [S\\_nikitin@mail.ru](mailto:S_nikitin@mail.ru)

*Аннотация.* Представлены результаты многолетних исследований эффективности действия и последействия различных видов органических удобрений, диатомита и предпосевной обработки семян биологическими препаратами. Исследованиями выявлено, что последействие различных видов органических удобрений и предпосевная обработка семян биологическими препаратами повышают накопление азота в зерне и соломе. Наибольшему поступлению азота в продукцию способствовало последействие осадков сточных вод и навоза в повышенных дозах в сочетании с предпосевной обработкой семян биопрепаратами.

*Ключевые слова:* органические удобрения, минеральные удобрения, биопрепарат, растительные остатки, продуктивность, севооборот.

**Введение.** На современном этапе основная задача агрохимических исследований состоит в изучении взаимодействия между растениями, почвой и удобрениями, а также в регулировании баланса питательных веществ с учетом экономической эффективности и возможных экологических последствий, связанных с интенсивным применением средств химизации. Изучение химического состава растений, баланса питательных веществ, затрат их на единицу продукции необходимо для разработки научно обоснованной системы применения удобрений, прогноза их эффективности, потребности в удобрениях, получения запланированных урожаев.

Научной основой для разработки рациональной системы удобрений, предусматрива-

ющей получение высоких урожаев при одновременном поддержании почвенного плодородия, является разработка количественных параметров химического состава культур, общего выноса и затрат основных элементов питания на создание единицы продукции. Имеющиеся в настоящее время усредненные справочные данные по содержанию в растениях азота и выносу его с урожаем возделываемых культур и затратам на формирование урожая не отражают конкретных особенностей почвенно-климатических зон, влияния предшественников и применяемых в севообороте удобрений, и дают только ориентировочную информацию. Кроме того, сведения о выносе питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур периодически должны

уточняться, так как затраты их на создание единицы продукции обусловлены не только биологическими, но и сортовыми особенностями культур. С внедрением в производство сортов интенсивного типа, с повышением общей культуры земледелия, как правило, вынос элементов питания с гектара увеличивается, а затраты их на единицу продукции снижаются.

Большое влияние на агрохимические свойства почвы оказывает доза внесения и длительность применения органических удобрений [1, 2, 3, 4].

В настоящее время в мире растет интерес к достижению сбалансированных сельскохозяйственных систем и проводится много исследований, направленных на вовлечение в агроценозы биологического азота [5, 6, 7, 8]. В настоящее время для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в Среднем Поволжье, наряду с эффективными приемами, широко применяют биологические препараты [9, 10].

**Методика.** Исследования по сравнительной эффективности различных видов органических удобрений, внесенных в одинаковом количестве по азоту и применение биопрепаратов в зернопаровом севообороте проводили на опытном поле Ульяновского НИИСХ.

Исследования проводили в семипольном зернопаровом севообороте: чистый пар, озимая пшеница, яровая пшеница, горох, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень. Схема опыта: 1. Без удобрений (контроль); 2.  $N_{26}P_{14}K_{30}$  (эквивалентно 25 т/га навоза); 3. Навоз-1 (25 т/га); 4. Навоз-2 (50 т/га); 5. ОСВ-1 (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 6. ОСВ-2 (эквивалентно по азоту 50 т/га навоза); 7. Сидерат (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 8. Солома 5 т/га +  $N_{20}$  (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 9. Диатомит 5 т/га (Фон 1); 10. Фон 1 +  $N_{26}P_{14}K_{30}$  (эквивалентно 25 т/га навоза); 11. Фон 1 + Навоз-1 (25 т/га); 12. Фон 1 + Навоз-2 (50 т/га); 13. Фон 1 + ОСВ-1 (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 14. Фон 1 + ОСВ-2 (эквивалентно по азоту 50 т/га навоза); 15. Фон 1 + Сидерат (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 16. Фон 1 + Солома 5 т/га +  $N_{20}$  (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 17. Предпосевная обработка семян биопрепаратами (Фон 2); 18. Фон 2 +  $N_{26}P_{14}K_{30}$  (эквивалентно 25 т/га навоза); 19. Фон 2 + Навоз-1 (25 т/га);

20. Фон 2 + Навоз-2 (50 т/га); 21. Фон 2 + ОСВ-1 (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 22. Фон 2 + ОСВ-2 (эквивалентно по азоту 50 т/га навоза); 23. Фон 2 + Сидерат (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 24. Фон 2 + Солома 5 т/га +  $N_{20}$  (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза).

В опыте использовали диатомит Инзенского месторождения, предварительно измельченный в ООО «Диатомовый комбинат». Содержание  $SiO_2$  в нем составляет 82,5 %, в т.ч. 42 % – в аморфной (активной) форме. Ценность диатомиту как удобрению добавляет присутствие в нем более 1 %  $K_2O$ , а также наличие Mn,  $P_2O_5$  и S (хотя и в небольших количествах), что весьма важно для питания растений.

В опыте использовали следующие биологические препараты: озимая пшеница – флавобактерин (создан на основе штамма, относящегося к роду *Flavobacterium sp.* (штамм JT 30); яровая пшеница и ячмень – ризоагрин (создан на основе штамма, относящегося к роду *Agrobacterium (A. radiobacter, штамм 204)*, горох – ризоторфин А (*Rhizobium leguminosarum*).

Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта следующие: содержание гумуса – 5,59-6,35%, количество подвижных форм фосфора – 202-258 и обменного калия – 96-130 мг/кг (по Чирикову), рН – 6,6, гидролитическая кислотность – 1,4 мг-экв./100 г почвы.

Погодно-климатические условия за годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности почвы и наиболее полно отражали особенности региона лесостепи Поволжья, что позволило всесторонне изучить действие используемых факторов.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялось по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализов.

**Результаты.** Содержание химических элементов в урожае сельскохозяйственных культур зависит от ряда факторов, среди них важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания, которые регулируются

(или изменяются) за счет использования различных видов и форм удобрений. Потребление (накопление, вынос) элементов минерального питания урожаем зависит от величины урожайности зерна и соломы и концентрации в них азота, фосфора и калия. С учетом урожайности зерна и массы соломы и содержания в них азота рассчитан вынос азота культурами севооборота (табл. 1). Накопление урожаем азота определялось видом возделываемых в севообороте культур, применением на различных фонах минеральных и органических удобрений.

Максимальный вынос азота (120–140 кг/га) получен при выращивании озимой пшеницы I, поскольку эта культура характеризовалась большей продуктивностью в резуль-

тате прямого действия внесенных минеральных удобрений, а также навоза, осадка сточных вод, сидерата и соломы. Дополнительный вынос азота с урожаем зерна и соломы на нулевом фоне изменялся от 8,4 до 32 кг/га, а максимальное его значение было получено при использовании под озимую пшеницу I навоза и ОСВ в двойных дозах. В результате фонового применения диатомита средний вынос азота возрос со 121 до 136 кг/га, при этом за счет прямого внесения под озимую пшеницу минеральных и органических удобрений в урожае дополнительно накопилось от 3,3 до 39 кг/га азота, а максимальное увеличение его выноса (21–39 кг/га) произошло при использовании под культуру навоза, осадка сточных вод и сидерата.

Таблица 1

Накопление азота в урожае (зерно + солома) культур севооборота, кг/га

Фон	Вариант	Озимая пшеница I, 2005-2007 гг.	Яровая пшеница I, 2006-2008 гг.	Горох, 2007-2009 гг.	Озимая пшеница II, 2008-2009 гг.	Яровая пшеница II, 2009-2011 гг.	Ячмень, 2010-2012 гг.
	Удобрение (в сумме за севооборот)						
О	1. Контроль	104,3	87,2	73,7	77,0	51,5	54,9
	2. N <sub>140</sub> P <sub>95</sub> K <sub>175</sub>	112,7	97,1	83,4	80,0	56,1	65,3
	3. Навоз 25 т/га	120,9	104,5	103,1	93,3	61,9	65,0
	4. Навоз 50 т/га	130,7	112,2	111,1	102,0	70,9	71,1
	5. ОСВ 12,5 т/га	124,0	104,2	102,2	84,9	59,5	61,0
	6. ОСВ 25 т/га	136,3	115,8	108,1	90,0	63,6	67,7
	7. Сидерат	118,7	102,4	96,0	86,8	59,0	62,8
	8. Солома + N <sub>115</sub>	118,9	99,8	90,8	82,9	59,3	64,6
<b>Среднее по фону</b>		<b>121</b>	<b>103</b>	<b>96</b>	<b>87</b>	<b>70</b>	<b>64</b>
Диатомит	1. Контроль	116,9	100,3	85,1	92,4	57,6	66,5
	2. N <sub>140</sub> P <sub>95</sub> K <sub>175</sub>	120,2	103,4	102,9	101,7	65,1	79,7
	3. Навоз 25 т/га	137,7	109,3	120,5	109,7	67,7	79,4
	4. Навоз 50 т/га	141,7	124,3	127,1	120,1	76,2	88,7
	5. ОСВ 12,5 т/га	144,2	110,2	117,3	103,4	64,8	74,1
	6. ОСВ 25 т/га	155,7	122,2	122,1	110,0	69,9	82,0
	7. Сидерат	141,6	111,2	112,1	102,9	62,9	75,3
	8. Солома + N <sub>115</sub>	130,5	105,4	104,6	103,1	64,0	78,0
<b>Среднее по фону</b>		<b>136</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>105</b>	<b>66</b>	<b>78</b>
Инокуляция семян биопрепаратом	1. Контроль	128,6	105,1	96,0	95,4	63,7	68,7
	2. N <sub>140</sub> P <sub>95</sub> K <sub>175</sub>	140,0	112,1	110,9	105,1	70,3	81,6
	3. Навоз 25 т/га	137,0	112,5	129,3	112,0	72,4	87,0
	4. Навоз 50 т/га	156,7	123,5	138,9	123,2	80,0	92,4
	5. ОСВ 12,5 т/га	140,9	117,1	125,2	107,7	70,2	76,7
	6. ОСВ 25 т/га	166,1	127,9	132,0	117,7	74,9	82,6
	7. Сидерат	141,7	115,4	122,7	103,6	69,1	78,3
	8. Солома + N <sub>115</sub>	134,1	108,7	115,9	110,0	71,1	82,2
<b>Среднее по фону</b>		<b>143</b>	<b>115</b>	<b>121</b>	<b>109</b>	<b>72</b>	<b>81</b>

При использовании биопрепарата на озимой пшенице I достигнуто максимальное потребление урожаем азота – 129–166 кг/га. Как и на других фонах, за счет прямого действия

на урожайность зерна и соломы от двойных доз навоза и осадка сточных вод было получено максимальное дополнительное (28–38 кг/га) накопление азота в урожае.



Таким образом, накопление азота в урожае озимой пшеницы I возрастает от нулевого фона к фону с диатомитом и инокуляцией семян. В результате применения на этих фонах навоза, осадка сточных вод и сидерата увеличивается дополнительный вынос азота.

Яровая пшеница I потребляла на формирование урожая зерна с соответствующим количеством соломы от 87 до 127 кг/га азота. Больше потреблялось азота на фонах с применением диатомита и биопрепарата, поскольку при их использовании получена большая масса основной и побочной продукции. На всех фонах от прямого действия полного минерального удобрения в урожае дополнительно накоплено от 3 до 10 кг/га азота, а от последствия навоза и ОСВ в обеих дозах на нулевом фоне дополнительно выносилось с урожаем зерна и соломы 17–29 кг/га, на фоне с диатомитом – 9–22 кг/га и на фоне с биопрепаратом – 7–23 кг/га.

При выращивании гороха, третьей культуры севооборота, вынос азота с урожаем зерна и соломы достигал 74–132 кг/га. Изменялся он от действия и последствия применяемых в севообороте средств химизации и биологизации. Более значимое потребление азота урожаем гороха получено при посеве инокулированными семенами, поскольку биопрепарат увеличивал фиксацию азота клубеньковыми бактериями, который впоследствии использовался горохом на формирование урожая. Проявилось положительное последствие диатомита, внесенного в чистом пару в начале севооборота, на потребление азота урожаем гороха. На всех фонах от прямого действия полного минерального удобрения дополнительный вынос азота составлял от 5,7 до 15 кг/га, однако более значимое увеличение выноса на всех исследуемых фонах получено от последствия навоза и ОСВ в обеих дозах, а также сидерата и соломы с внесением компенсационной дозы азотного удобрения, что объясняется положительным действием органического вещества на процесс фиксации азота клубеньковыми бактериями на корнях гороха.

Накопление азота в урожае озимой пшеницы II было в 1,2–1,4 раза меньше, чем в урожае аналогичной культуры, идущей первой в севообороте, и составляло в среднем по нулевому фону 87 кг/га, по фону с диатомитом – 112 кг/га и по фону с инокуляцией – 121 кг/га. На всех фонах применение под ози-

мую пшеницу  $N_{26}P_{14}K_{30}$  обеспечило повышение выноса на 3–10 кг/га, при этом от последствия навоза и ОСВ дополнительный вынос азота зерном и соломой повышался на 8–25 кг/га на нулевом фоне, на 11–28 кг/га – на фоне с диатомитом и на 12–28 кг/га – на фоне с допосевной инокуляцией семян. Как и на других культурах, увеличение потребления озимой пшеницей II азота связано с ростом сбора основной и побочной продукции от последствия вышеназванных средств химизации. По той же причине, но в меньшем масштабе (6–15 кг/га) накапливалось в урожае азота при выращивании озимой пшеницы по последствию сидерата и при запашке соломы с внесением  $N_{20}$ .

Яровая пшеница II накапливала по сравнению с другими зерновыми минимальное количество азота в урожае: в среднем по нулевому фону 60 кг/га, по фону с диатомитом – 64 кг/га и по фону с биопрепаратом – 71,5 кг/га. На всех фонах от прямого действия  $N_{26}P_{14}K_{30}$  в урожае дополнительно накапливалось от 5 до 7,5 кг/га азота. По последствию навоза на всех фонах дополнительный вынос азота урожаем составлял по дозе 25 т/га 9–10 кг/га, по двойной дозе – 16–19 кг/га. От последствия ОСВ это увеличение по дозам достигало 7–8 и 11–12 кг/га, соответственно.

Вынос азота с урожаем ячменя, завершающей культуры семипольного севооборота, достиг в среднем по нулевому фону 64 кг/га, по фону с диатомитом – 78 кг/га и 81 кг/га – при инокуляции. На этой культуре, в отличие от других, возрастало положительное действие свежевнесенных минеральных удобрений, о чем свидетельствует рост дополнительного выноса азота, достигающий 10–13 кг/га. Вместе с тем, сохраняется положительное последствие ранее внесенных (в начале севооборота) навоза и ОСВ в обеих дозах, а также сидерата и соломы с ежегодным применением азотного удобрения.

В целом, вынос с урожаем азота зависит от его величины и концентрации N в основной и побочной продукции. Биопрепараты и диатомит повышают урожайность основной и побочной продукции различных сельскохозяйственных культур и положительно влияют на содержание в урожае азота, что сказалось на размерах его выноса с урожаем.

Одним из факторов, определяющих эффективное использование азота в формировании урожая, служит показатель азотного индекса, отражающий долю азота в зерне от общего его потребления урожаем зерна и соломой. Расчеты этого показателя позволили выявить, что основная доля азота, потребленного урожаем, сосредоточена в зерне: в озимой пшенице 0,78-0,82; в яровой пшенице – 0,78-0,80; горохе – 0,70-0,71 и ячмене – 0,76-0,77. Существенного действия и последствия испытываемых в опыте средств химизации и биологизации на значение азотного индекса не установлено.

**Выводы.** Потребление азота урожаем определяется видом возделываемых культур: больше выносит азота озимая пшеница, затем горох, ячмень и замыкает ряд яровая пшеница. На всех культурах севооборота проявляется действие фонов: при внесении в начале севооборота на фоне диатомита и при инокуляции

семян накопление азота в урожае всех культур повышается. От прямого действия применяемых под каждую культуру минеральных удобрений вынос азота с урожаем возрастает, однако он чуть меньше по сравнению с последствием навоза и осадка сточных вод в обеих дозах, при этом в конце севооборота последствие последних средств ослабевает, а увеличивается действие минеральных удобрений. Рост потребления азота на формирование урожая от действия и последствия различных источников химизации и биологизации связан с их положительным воздействием на величину основной и побочной продукции и концентрацию в них этого элемента. Потребленный растениями азот используется, в основном, на формирование зерна, о чем свидетельствует значения азотного индекса: 0,78-0,82 – для озимой пшеницы, 0,78-0,80 – для яровой пшеницы, 0,70-0,71 – для гороха и 0,76-0,77 – для ячменя.

#### Литература

1. Минеев В.Г., Шевцова Л.К. Влияние длительного применения удобрений на гумус почвы // *Агрехимия*. – 1978. – № 7. – С. 134 – 141.
2. Байбеков Р.Ф. Агроэкологическое состояние почв при длительном применении удобрений. – М.: ЦИНАО, 2003. – 192 с.
3. Байбеков Р.Ф., Седых В.А., Поветкина Н.Л. Влияние на развитие дернового процесса высоких доз органических удобрений // *Плодородие*. – 2012. – № 4. – С. 7 – 9.
4. Куликова, А.Х. Воспроизводство биогенных ресурсов в агроэкосистемах и регулирование плодородия чернозема лесостепи Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Ульяновск, 1997. – 364 с.
5. Zavalin A.A., Vinogradova L.V., Dukhanina T.M., Vaulin A.V., Chistotin M.V., Sologub D.B., Gabibov M., Lekomtsev P.V., Pasyukov A.V. Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals // *Plant Microbial Interactions: Positive interactions in relation to crop production and utilisation Aspects of Applied Biology* 63. – 2001. – P. 123 – 127.
6. Pozzo M.G., Glorgetti H., Matinez R. Biofertilizacion de trido por inoculation con ceras nativas de *Azospirillum brasilense* ensayos de campo realizados end partido de Patagones // *Investigation Agraria*. – 1993. – V. 8. – № 1. – P. 49 – 54.
7. Okon Y., Vanderleyden J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants // *Int. J. Syst. Bacteriol.* – 1992. – № 43. – P. 403 – 427.
8. Tikhonovich I.A., Prospects for utilization of the root diazotrophs in agriculture // *Biological Nitrogen Fixation for the 21<sup>st</sup> Century. Proc. 11<sup>th</sup> Int. Cong. On Nitr. Fix., Institut Pasteur, Paris, July 20-25, 1997.* – P. 613.
9. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье. – Ульяновск: Изд-во ИПК «Венец» УлГТУ, 2014. – 135 с.
10. Никитин С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность озимой пшеницы // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2014. – № 1. – С. 24–29.

## INFLUENCE OF CHEMICALS AND BIOLOGICAL FUNCTION ON NITROGEN ACCUMULATION IN CROP HARVEST OF SEVEN-FIELD CROP ROTATION

**S.N. Nikitin**, Cand. Agr. Sci.,

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture

19 Institutskaya St., settlement Timiryazevskii, Ulyanovskaya oblast, 433315, Russia

E-mail: [S\\_nikitin@mail.ru](mailto:S_nikitin@mail.ru)

#### ABSTRACT

The article deals with the results of long-term studies on the effectiveness of the actions and effectiveness of different types of organic fertilizers, diatomite and pre-sowing seed treatment with biological drugs. The studies revealed that the effects of different types of organic fertilizers and

pre-sowing seed treatment with biological drugs increase the accumulation of nitrogen in grain and straw. The greatest flow of nitrogen in products was contributed by the effects of sewage sludge and manure at high doses in combination with pre-sowing seed treatment with biologics.

*Key words: organic fertilizers, mineral fertilizers, biological product, crop residues, productivity, crop rotation.*

#### References

1. Mineev V.G., Shevtsova L.K. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenii na gumus pochvy (Effect of long-term application of fertilizers on soil organic matter), *Agrokimiya*. 1978, No. 7, pp.134–141.
2. Baibekov R.F. Agroekologicheskoe sostoyanie pochv pri dlitel'nom primeneni udobrenii (Agro-ecological state of soils under the condition of long-term application of fertilizer), M.: TsINAO, 2003, pp. 192.
3. Baibekov R.F., Sedykh V.A., Povetkina N.L. Vliyanie na razvitie dernovogo protsessa vysokikh doz organicheskikh udobrenii (Effect of organic fertilizers in high doses on sod process development), *Plodorodie*. 2012, No. 4, pp. 7–9.
4. Kulikova A.Kh. Vosproizvodstvo biogenykh resursov v agroekosistemakh i regulirovanie plodorodiya chernozema lesostepi Povolzh'ya (Reproduction of biogenic resources in agro-ecosystems and regulation of chernozem fertility in forest-steppe of Povolzhie): dis. ... d-ra s.-kh. nauk. Ul'yanovsk, 1997, pp. 364.
5. Zavalin A.A., Vinogradova L.V., Dukhanina T.M., Vaulin A.V., Chistotin M.V., Sologub D.B., Gabibov M., Lekomtsev P.V., Pasynkov A.V. Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals // *Plant Microbial Interactions: Positive interactions in relation to crop production and utilization. Aspects of Applied Biology* 63. 2001. P. 123–127.
6. Pozzo M.G., Glorgetti H., Matinez R. Biofertilizacion de trido por inoculation con ceras nativas de *Azospirillum brasilense* ensayos de campo realizados end partido de Patagones // *Investigation Agraria*. 1993. V. 8. № 1. P. 49–54.
7. Okon Y., Vanderleyden J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants // *Int. J. Syst. Bacteriol*. 1992. № 43. P. 403–427.
8. Tikhonovich I.A., Prospects for utilization of the root diazotrophs in agriculture // *Biological Nitrogen Fixation for the 21<sup>st</sup> Century*. Proc. 11<sup>th</sup> Int. Cong. On Nitr. Fix., Institut Pasteur, Paris, July 20-25, 1997. P. 613.
9. Nikitin S.N. Otsenka effektivnosti primeneniya biopreparatov v Srednem Povolzh'e (Efficacy assessment of biopreparation application in Middle Povolzhie), Ul'yanovsk: Izd-vo IPK «Venets» UIGTU, 2014, pp. 135.
10. Nikitin S.N. Vliyanie sredstv khimizatsii i biologizatsii na urozhainost' ozimoi pshenitsy (Effect of climatisation and biologisation means on winter wheat yield), *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2014, No. 1, pp.24–29.

УДК 63:551.58

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОЗИМЫХ ПОСЕВОВ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ ПЕРЕЗИМОВКИ И ПРОГНОЗ УРОЖАЯ НА 2015 ГОД

**Р.Б. Шарипова**, канд. геогр. наук;

**М.М. Сабитов**, канд. с.-х. наук,

ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,

ул. Институтская, 19, пос. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область,  
Россия, 433315

E-mail: [resedasharipova63@mail.ru](mailto:resedasharipova63@mail.ru), [m\\_sabitov@mail.ru](mailto:m_sabitov@mail.ru)

*Аннотация.* Климатические условия Ульяновской области по количеству осадков и температурным режимам характеризуются нестабильностью по годам и периодам вегетации. Из-за изменения климата агроклиматические факторы часто обуславливают неблагоприятные, и даже экстремальные условия вегетации озимой пшеницы. В статье анализируются условия осеннего развития и первой половины перезимовки озимых посевов под урожай 2015 года. По данным наблюдений агрометеорологического поста Тимирязевский, подробно описаны агрометеорологические условия периода развития озимых культур: от посева до первой половины перезимовки. Выявлена динамика запасов продуктивной влаги, промерзания почвы, температуры на глубине узла кущения, высоты и плотности снежного покрова, а также запаса влаги в снеге. К статье приложены данные результатов монолитного отращивания растений и содержания сахара, которые указывают на благоприятные условия перезимовки растений. В связи с создавшимися благоприятными условиями для выпревания, рассчитан прогноз изреженности в данной метеорологической обстановке, а также приводятся расчетные данные общего прогноза урожайности

озимых культур под урожай 2015 года.

*Ключевые слова:* озимые культуры, перезимовка, температура на глубине узла кущения, выпревание, прогноз урожайности, промерзание почвы, высота снежного покрова, температура, осадки.

**Введение.** Климатические условия Ульяновской области по количеству осадков и температурным режимам характеризуются нестабильностью по годам и периодам вегетации. Благоприятные годы чередуются с засушливыми [1]. Сейчас, из-за изменения климата, агроклиматические факторы часто обуславливают неблагоприятные, и даже экстремальные условия вегетации озимой пшеницы [2, 3, 4]. Нет смысла особо представлять эту хорошо всем известную культуру. Спрос – стабилен, себестоимость выращивания невысока, неплохо переносит жару и засуху. Следует еще добавить, что белка в озимой пшенице больше, чем в любом другом зерне [5, 6]. Высокое содержание и прочих полезных веществ. Вместе с тем, в производстве возможности озимых культур реализуются не в полной мере в результате недоиспользования отдельных элементов технологии и природно-климатических условий зоны, что снижает экономическую эффективность производства [7].

**Методика.** Оценка условий перезимовки проводилась на основе ежедневных агрометеорологических данных за 2014-2015 сельскохозяйственный год. В качестве информационной основы использованы опубликованные данные агрометеорологического поста Тимирязевский и собственные полевые наблюдения за снежным покровом, глубиной промерзания почвы, температурой на глубине узла кущения на ключевых участках. Прогнозы рассчитывались по «Методике составления долгосрочных агрометеорологических прогнозов перезимовки озимых культур» [8, 9, 10].

**Результаты.** Темпы развития и рост вегетативных органов озимых культур в значительной мере зависят от накопления эффективного тепла и увлажнения почвы в пределах распространения корневой системы растений на протяжении сентября и октября [11, 12, 13].

По данным наблюдений агрометеорологического поста Тимирязевский, в сентябре было тепло и сухо. Осадки, выпадавшие в августе в количестве 73,4 мм (125% от нормы), создавали благоприятные условия для посева озимых и их всходов. В начале сентября, в

период активных посевных работ, в пахотном слое почвы содержалось оптимальное (30-35 мм) количество запасов продуктивной влаги. Однако продолжительная жаркая сухая погода в течение сентября и первой половине октября способствовала резкому их снижению до 5-10 мм. Если осенью 2013 г. сроки озимого сева в регионе сдвинулись из-за дождей (в первой декаде сентября выпало 62 мм осадков), то в 2014 году основные опасения вызывала излишняя сухость почвы, которая отразилась на росте растений. На полях появились трещины.

В первый период развития озимых растений, до понижения суточных температур до 10°C (1 октября), усиленно росли вегетативные органы. Тепла осеннего периода вегетации растений в количестве 510°C при норме для озимой пшеницы 550-580° и для озимой ржи – 420-480°C, было достаточно для формирования кущения. С начала октября при температуре ниже 10°C и до 6°C рост озимых посевов замедлялся, но кущение и укоренение еще продолжалось. В период окончания осенней вегетации (18 октября) на полях посева озимых сформировали 2,5-4,5 побегов кущения, в зависимости от сорта, нормы высева и предшественника (оптимальные значения для пшеницы 2-3, ржи – 3-4 стебля). Высота растений колебалась от 16 до 28 см.

С 18 октября, на 12 дней раньше обычных сроков, произошел переход температуры через 0°C в сторону понижения, на неделю установилась аналогичная декабрьской, зимняя погода, озимые посева прекратили вегетацию. Началось обильное выпадение осадков в виде снега и дождя, суточный максимум за 17 число достиг 19 мм, (декадная норма 11 мм). Несмотря на то, что выпавшие осадки способствовали существенному пополнению запасов влаги в пахотном слое к концу октября до 25-30 мм, пасмурная и прохладная погода неблагоприятно отразилась на закалке озимых. По литературным данным, первая фаза закаливания озимых – накопление сахаров – проходит при температуре выше 0°и дневных максимумах до 15°C, и продолжается 20-30 дней при высокой интенсивности света. В ясные дни происходит

интенсивная ассимиляция углерода, т.е. создание органического вещества [14].

По данным аналитической лаборатории УНИИСХ, за 21 октября содержание сахара в узлах (при норме 4%) колебалась от 1,86 до 2,97%. В листьях содержание сахара повышенное: 2,28-3,69% (норма 2%).

В целом, состояние озимых хорошее.

С 22 по 27 октября, в результате понижения минимальных ночных температур до 8-12° мороза, промерзание почвы достигала 10 см, температура на глубине узла кушения составила -0,33; -0,39°C. Далее резкое повышение дневных температур в последних числах октября до 10-13° тепла способствовало полному оттаиванию почвы и установлению на глубине узла кушения положительных значений температуры. В основном, морозная октябрьская погода не способствовала развитию посевов озимых, но при этом создавались благоприятные условия для дальнейшей закалки, что частично сняло напряжение.

С периода прекращения вегетации 17 октября по 1 декабря выпало всего 62 мм (95% от нормы) осадков, они также пополнили запасы влаги в почве. По данным отбора проб почвы за 13 ноября, в пахотном слое содержалось 35-40 мм, в метровом – 150-180 мм запасов продуктивной влаги. Почва к концу декабря промерзла на глубину 30 см, температура на глубине узла кушения понижалась до -3,5°. На полях установился снежный покров высотой 1-2 см.

Резкие колебания температуры воздуха в ноябре благоприятно сказались на второй фазе закалки озимых, когда в тканях растений происходило постепенное уменьшение количества воды, способной обратиться в лед и биохимические процессы, приводящие к повышению зимостойкости. Содержание сахара в листьях и узле кушения повысилось до 5-7%.

Очередная волна холода настигла озимых в первой декаде декабря. При отсутствии достаточного снежного покрова ночные температуры понизились до 19,5°C, температура на глубине узла кушения опустилась до -5°C, почва промерзла до 40 см.

С 10 декабря наступление оттепели сопровождалось обильным выпадением осадков в виде мокрого снега и дождя. В результате последующего похолодания на полях на высоте 1,5-2 см образовалась ледяная корка в виде

прослойки толщиной 3-4 мм. И в дальнейшем погода не переставала удивлять, 21 декабря, при положительной среднесуточной температуре осадки стали выпадать в виде дождя (5 мм), снег местами полностью растаял, на дорогах появилась гололедица, на полях уплотнилась первая прослойка ледяной корки, и при последующих понижениях температуры на высоте 4-5 см образовалась вторая прослойка толщиной 1-2 мм.

Мониторинг, проведенный 23 декабря, показал, что сохранность озимых составила 100%.

По данным измерений за 26 декабря температура на глубине узла кушения составила -0,7°C. Глубина промерзания – 34 см, высота снежного покрова достигала до 10-15 см.

Последние дни уходящего года и первые три дня наступившего характеризовались обильными осадками в виде снега и мокрого снега, всего за период с 29 декабря по 3 января выпал 31 мм (месячная норма осадков). В общем, погодные условия последних дней были достаточно комфортны для озимых. При сильных морозах, наблюдавшихся в конце первой декады января в регионе, был достаточный снежный покров, доходящий местами до 30 см, при плотности 0,21 г/см<sup>3</sup>, предотвращающий озимые от вымерзания. Под действием мощного снежного покрова глубина промерзания почвы стала уменьшаться, если в конце декабря она составляла 30 см, то в конце первой декады января понизилась до 27 см. Температура на глубине узла кушения также сильно зависит от мощности снега, если при отсутствии снежного покрова в начале декабря температура понижалась до 5° мороза, то в первой декаде января даже в сильные морозы 29-30°C, она ниже 3,1° не опускалась.

Первая половина зимы выдалась теплой, и, несмотря на это, за посевами озимых культур необходимо было вести постоянное наблюдение, чтобы знать, как озимые культуры перезимовали. С этой целью в хозяйстве осуществляется отбор монолитов озимых культур. Отобранные экземпляры проращивались в специальных лабораториях при комнатной температуре. Проращивание отобранных монолитов и образцов экспресс-методом показало, что посевы озимых культур находятся в хорошем состоянии. Небольшое понижение сахаров в листьях можно объяснить присутствием ледяной прослойки на высоте 1-2 см.

Никогда раньше потепление не меняло до такой степени характер русской зимы, как за последнее десятилетие. Обычным явлением стали частые оттепели. Половина январских дней с плюсовой температурой для Ульяновской области теперь практически норма, если раньше в средней полосе за зиму обычно бывало три оттепели, то в наши дни — десяток. Во второй декаде января 2015 года средняя температура воздуха оказалась на 9°C выше средних многолетних значений. Температура на глубине узла кушения колебалась около 0°C. Для озимых культур это плохо, поскольку возрастает угроза выпревания, которая является основной причиной повреждения и гибели озимых культур зимой. По «Методике составления долгосрочных агрометеорологических прогнозов перезимовки озимых куль-

тур» зависимость между степенью изреженности озимой пшеницы и минимальной температурой почвы на глубине узла кушения выражена достаточно хорошо, и наблюдается в годы с длительным (более восьми декад) залеганием на полях мощного снежного покрова, установившегося на талую или слабопромерзшую почву (с глубиной промерзания менее 50 см) [8, 9, 10]. Связь между этими величинами для озимой пшеницы и озимой ржи выражается уравнением:

$$Y=59,07 + 6,82t+ 0,22t^2-5,14k+0,40 k^2,$$

где обозначения Y- изреженность, t температура, k – средний коэффициент кушения посевов осенью. Множественный коэффициент корреляции этой связи R=0,77±0,0003. Ошибка уравнения ±11%.

Таблица

Зависимость изреженности (%) озимых посевов при выпревании от температуры на глубине узла кушения

Параметры	Температура, °С,										
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-10	
Температура на глубине узла кушения, (°С)											
	Изреженность, %										
Изреженность при выпревании, %	59,1	52,4	46,2	40,5	35,2	30,3	25,9	21,9	18,3	12,2	

Как видно из таблицы, существенная изреженность наблюдается при длительном сохранении температуры на глубине узла кушения выше -5°C. В ситуации, когда температура на глубине узла кушения колеблется около нуля и минус 1°C, изреженность может составить более половины площади посевов.

В третьей декаде января и феврале наблюдалась аномально прохладная погода. Обильные осадки, выпадавшие с 2 по 9 февраля в количестве 28,7 мм, увеличили высоту снежного покрова на полях до 40-45 см, при плотности 0,18-0,2 г/см<sup>3</sup>. Запас воды в снеге 70 мм.

Конечно, метеорологические условия осени и первой половины перезимовки в значительной степени определяют успех перезимовки озимых посевов. Растения, хорошо развивавшиеся во время осенней вегетации и закалившиеся в конце осени и в начале зимы, способны противостоять многим зимним невзгодам. Известен способ прогнозирования

урожайности озимых зерновых культур [14,15] при возделывании в условиях изменяющегося климата, включающий установление сроков, норму высева, способы посева, расчет величины гидротермического коэффициента и составления прогноза по математической зависимости, отличающийся тем, что прогнозируемую урожайность на следующий год устанавливают из выражения:

$$Y=k_1 \cdot A \cdot G_s \cdot (1/x^2) + k_2 \cdot B/x + k_3 \cdot C/G_s,$$

где, Y – ожидаемая урожайность, кг/га; A – норма высева, штук/га; B – сумма положительных температур от даты высева до устойчивых отрицательных температур, °С; C – ширина междурядий, м; x – длительность посева в днях от начала рекомендуемых сроков, сутки; k<sub>1</sub>=(0,6...0,8)·10<sup>-3</sup> – коэффициент пропорциональности, учитывающий сортовые качества каждого семени в накоплении зерновой массы, кг·сутки<sup>2</sup>/штук; k<sub>2</sub>=(0,512...0,934) – коэффициент пропорциональности, учитыва-

ющий влияние температурного режима на формирование корневой системы растений,  $\text{кг} \cdot \text{сутки} / ^\circ\text{C} \cdot \text{м}^2$ ;  $k_3 = (7 \dots 150)$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий размещение на поверхности поля,  $\text{кг}/\text{м}$ ;  $G_s$  – гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова.

Согласно расчетам, прогнозируемая урожайность зерна на 2015 год составила 48,5 ц/га.

**Вывод.** Таким образом, в целом результаты мониторинга состояния посевов озимых культур, проведенного научными учреждени-

ями и специалистами хозяйств, свидетельствуют об их нормальной перезимовке. Принимая во внимание развитие растений, уровень обеспеченности посевов доступной влагой и перспективу благоприятного температурного режима в дальнейшем, при соблюдении всех рекомендованных и своевременно проведенных технологических требований, можно говорить о достаточно весомых предпосылках для формирования озимыми в этом году высокого урожая.

#### Литература

1. Шарипова Р.Б., Галиакберов А.Г., Никитин С.Н., Сабитов М.М. Агроклиматическая оценка атмосферных засух и урожайности на территории ГНУ Ульяновский НИИСХ // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3. С. 35–39.
2. Шарипова Р.Б. Уязвимость и адаптация сельского хозяйства Ульяновской области к изменяющемуся климату // Вестник государственной сельскохозяйственной академии. 2012. №3 (119). – С. 52–58.
3. Шарипова Р.Б., Захаров С.А. Основные агроклиматические характеристики перезимовки озимых культур и их изменение // Вестник государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №3 (27) С.40–44.
4. Spanik F. Klimaticke zmeny a ich dopad na polnohospodarstvo (Climate change impacts upon agriculture) // Slovak Agricultural University issue, Nitra. 1997. 154 p.
5. Vinnikov K. Ya., P.Ya. Groisman, K.M. Lugina. Empirical data on contemporary global climate change (temperature and precipitation) // Climate. 1990. vol. 3. No. 6. P. 662–667.
6. Knapp W.R., Knapp J.S. Response of winter to date of planting and fall Fertilisation // Agron. J. 1978. № 6: 1048–1053.
7. Сабитов М.М. Минимальная обработка почвы по озимую пшеницу // Земледелие. 2009. №5. С. 24–25.
8. Пасов В.М. Изменчивость урожая и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур // Гидрометеоздат. 1986. 150 с.
9. Личикаки В.М. Методические указания по оценке влияния низких температур на перезимовку озимой пшеницы. Киев: УГМС ЧССР, 1964. 33 с.
10. Личикаки В.М. Методические указания по оценке влияния ледяной корки на перезимовку озимой пшеницы. Л.: Гидрометеоздат. 1970. 12 с.
11. Моисейчик Б.А. Агрометеорологические условия и урожай озимой пшеницы. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 302 с.
12. Балашов В.В., Левкин В.Н. Развитие озимой пшеницы в осенний период // Материалы научно-практической конф. Саратов: Саратовский региональный институт переподготовки и повышения квалификации кадров и специалистов АПК, 2006. С. 93–95.
13. Балашов В.В., Левкин В.Н. Особенности прохождения фаз развития озимой пшеницы в осенний период в зависимости от почвенно-климатических условий // Материалы научно-практической конференции (Регуляция продуктивного процесса сельскохозяйственных растений). Орел. 2006. Ч. I. С 244–247.
14. Кабанов П.Г. Погода и поле. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1975. 240 с.
15. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. М.: Колос, 1974. 207 с.

## ANALYSIS OF WINTER SOWING STATE IN THE FIRST HALF OF WINTERING AND YIELD FORECAST FOR 2015

**R.B. Sharipova**, Cand. Geo. Sci.,

**M.M. Sabitov**, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Agriculture Department

Ulyanovskii Research Institute of Agriculture

19 Institutskaya St., Timiryazevskii, Ulyanovskii rayon, Ulyanovskaya oblast 433315 Russia

e-mail: [resedasharipova63@mail.ru](mailto:resedasharipova63@mail.ru), [m\\_sabitov@mail.ru](mailto:m_sabitov@mail.ru)

## ABSTRACT

Climatic conditions of Ulyanovsk region such as rainfall and temperature regime are unstable by years and vegetation period. Due to climate change, agro-climatic factors often determine adverse and even extreme conditions of growing period of winter wheat. In this article, we analyze winter crops evolution conditions in autumn and in the first half of wintering for the 2015. According to agro-meteorological Timiryazevskiy station's observation, we described in details agro-climatic conditions of winter crops evolution in period from sowing to first half of wintering. We revealed dynamics of productive moisture stocks, soil freezing, the temperature at a depth of tillering node, height and density of snow cover, and moisture reserves in snow. Result data of monolithic plant growing and sugar content, which indicates on favorable plant wintering conditions, are attached to the article. Due to the favorable conditions created for asphyxiation, we calculated the forecast for thinning in the meteorological conditions; we presented the estimates of general forecast for the winter crops yield for 2015 as well.

*Key words: winter crops, wintering, temperature at a depth of tillering node, asphyxiation, yield forecast, soil freezing, snow cover height, temperature, rainfall.*

## References

1. Sharipova R.B., Galiakberov A.G., Nikitin S.N., Sabitov M.M. Agroklimaticheskaya otsenka atmosferynykh zasukh i urozhainosti na territorii GNU Ulyanovskii NIISKh (Agro-climatic esteem of atmospheric draughts and yield capacity on the territory of Ulyanovsk Agriculture Research Institute), Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2011, No. 3. pp. 35–39.
2. Sharipova R.B. Uyazvimost' i adaptatsiya sel'skogo khozyaistva Ulyanovskoi oblasti k izmenyayushchemusya klimatu (Sensibility and adaptation of agriculture in Ulyanovskaya oblast to changing climate), Vestnik gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2012, No. 3 (119), pp. 52–58.
3. Sharipova R.B., Zakharov S.A. Osnovnye agroklimaticheskie kharakteristiki perezimovki ozimyykh kul'tur i ikh izmenenie (Basic agro-climatic characteristics of winter crops wintering and their change), Vestnik gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2014, No.3 (27), pp. 40–44.
4. Spanik F. Klimaticke zmeny a ich dopad na polnohospodarstvo (Climate change impacts upon agriculture) // Slovak Agricultural University issue, Nitra. 1997. 154 p.
5. Vinnikov K. Ya., P.Ya. Groisman, K.M. Lugina. Empirical data on contemporary global climate change (temperature and precipitation) // Climate. 1990. vol. 3. No. 6. P. 662–667.
6. Knapp W.R., Knapp J.S. Response of winter to date of planting and fall fertilization // Agron. J. 1978. No. 6: 1048–1053.
7. Sabitov M.M. Minimal'naya obrabotka pochvy pod ozimuyu pshenitsu (Minimal tillage for winter wheat), Zemledelie, 2009, No.5, pp. 24–25.
8. Pasov V.M. Izmenchivost' urozhayev i otsenka ozhidaemoi produktivnosti zernovykh kul'tur (Variability of yields and estimation of expected productivity of grain crops), Gidrometeoizdat, 1986, pp. 150.
9. Lichikaki V.M. Metodicheskie ukazaniya po otsenke vliyaniya nizkikh temperatur na perezimovku ozimoi pshe-nitsy (Methodical instructions on estimation of low temperatures influence on wheat wintering), Kiev: UGMS ChSSR, 1964, pp. 33.
10. Lichikaki V.M. Metodicheskie ukazaniya po otsenke vliyaniya ledyanoi korki na perezimovku ozimoi pshe-nitsy (Methodological instructions on estimation of ice crust influence on wheat wintering), L.: Gidrometeoizdat, 1970, pp. 12.
11. Moiseichik B.A. Agrometeorologicheskie usloviya i urozhai ozimoi pshe-nitsy (Agro-meteorological conditions and winter wheat yield), L.: Gidrometeoizdat, 1975, pp. 302.
12. Balashov V.V., Levkin V.N. Razvitie ozimoi pshe-nitsy v osennii period (Winter wheat evolution in autumn period), Saratov: Saratovskii regional'nyi institut perepodgotovki i povysheniya kvalifikatsii kadrov i spetsialistov APK, 2006, pp. 93–95.
13. Balashov V.V., Levkin V.N. Osobennosti prokhozhdeniya faz razvitiya ozimoi pshe-nitsy v osennii period v zavisimosti ot pochvenno-klimaticheskikh uslovii (Features of winter wheat evolution phases in autumn period depending on soil-climatic conditions), Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii (Regulyatsiya produktivnogo protsessa sel'skokhozyaistvennykh rastenii). Orel, 2006, Part. I, pp. 244–247.
14. Kabanov P.G. Pogoda i pole (Weather and field), Saratov: Privolzh. kn. izdatel'stvo, 1975, pp. 240.
15. Lichikaki V.M. Perezimovka ozimyykh kul'tur (Wintering crops), M.: Kolos, 1974, pp. 207.



## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВ

**Р.Б. Шарипова**, канд. геогр. наук,  
ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
ул. Институтская, 19, пос. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область,  
Россия, 433315  
E-mail: [resedasharipova63@mail.ru](mailto:resedasharipova63@mail.ru)

**Аннотация.** В статье анализируется влияние современных климатических изменений региона на кислотность почв Ульяновской области. Бесспорно, факторы повышения кислотности почвы действуют взаимосвязано, но роль климатических факторов особенна. Они вызывают и непосредственно определяют интенсивность подкисления. Результаты таких исследований необходимы для решения задач адаптации различных сторон деятельности. По данным исследований за 1961-2010 гг., в Ульяновской области многолетние среднемесячные температуры приобрели устойчивую тенденцию к повышению. Скорость изменения среднегодовой температуры положительная и составляет  $1,8^{\circ}\text{C}/50$  лет. Рассмотрение изменения количества осадков за последние 50 лет по месяцам показало их устойчивое повышение в январе, феврале, марте, мае, июне, сентябре, октябре и декабре.

Сравнение изменения кислотности почв с агрометеорологическими ресурсами показывает, что наиболее тесная связь наблюдается между кислотностью почв и годовой суммой осадков ( $r=0,76\pm sr$ ), гидротермическим коэффициентом Селянинова ГТК – ( $r=0,62\pm sr$ ), большую роль в подкислении почв играют осадки теплого периода ( $r=0,67\pm sr$ ). Что касается параметров средней годовой температуры воздуха, то она незначительна – 0,03, а температура воздуха, осредненная за апрель – октябрь показывает обратную зависимость, т.е. повышение температуры способствует понижению площади кислых почв.

Таким образом, изменение климата региона, особенно увеличение количества годовой суммы осадков, способствует повышению кислотности почв Ульяновской области.

**Ключевые слова:** изменение климата, осадки, температура, кислотность почв, гидротермический коэффициент, адаптация.

**Введение.** Подкисление как важная экологическая проблема впервые привлекла серьезное внимание в конце 70-х годов. Тем не менее, ее последствия начали проявляться задолго до этого, и теперь мы знаем, что выбросы окисляющих веществ наносят серьезный ущерб окружающей среде и особенно сельскому хозяйству [1,2].

Причиной повышения кислотности почв является также климат и ее интенсивное изменение, особенно в последние десятилетия [3, 4, 5, 6]. При преобладании осадков над их испарением и недостаточном количестве тепла процесс почвообразования протекает в условиях избыточного увлажнения. Вода содержит углекислоту, которая активно растворяет известняк и многие минералы. Кальций и другие питательные элементы мигрируют с влагой по профилю почвы и при промывном

режиме теряются с грунтовыми водами.

Помимо естественных причин подкисления почв, существуют и причины, обусловленные человеческой деятельностью: вынос из почвы кальция и магния с урожаем, применение физиологически кислых минеральных удобрений и выпадение кислых дождей [7, 8].

Бесспорно, что все факторы повышения кислотности почвы действуют взаимосвязанно, но роль климатических факторов особенна. Они вызывают и непосредственно определяют интенсивность подкисления. Результаты таких исследований необходимы для решения задач адаптации различных сторон деятельности. Поэтому исследование проводилось в рамках изменения регионального климата, позволившего связать ритм климата с динамикой подкисления почв в Ульяновской области.

**Методика.** Агроклиматические сведения о температуре воздуха и количестве осадков в Ульяновской области за период с 1961 по 2010 год взяты из ежегодных справочников [9]. При обработке данных использован метод арифметического осреднения [12], математико - статистические методы [10,11].

**Результаты.** По данным исследований за 1961-2010 гг., в Ульяновской области многолетние среднемесячные температуры приобрели устойчивую тенденцию к повышению (рис.1). Существенное повышение температуры происходит в зимний период (январь –

4,73°/50 лет, март – 2,89°/50 лет, февраль – 2,87°/50 лет), [13, 14].

Повышение температуры воздуха отмечается не только в холодное время, но и летом, особенно в июне (1,61°/50 лет), июле (1,40°/50 лет) и августе (1,28°/50 лет), а также весной в апреле (1,03°/50 лет) и осенью в октябре (2,08°/50 лет). Наименьшее повышение температуры воздуха по области наблюдается в сентябре (0,94°/50 лет) и ноябре (0,40°/50 лет), что, в свою очередь, увеличивает продолжительность вегетационного периода.

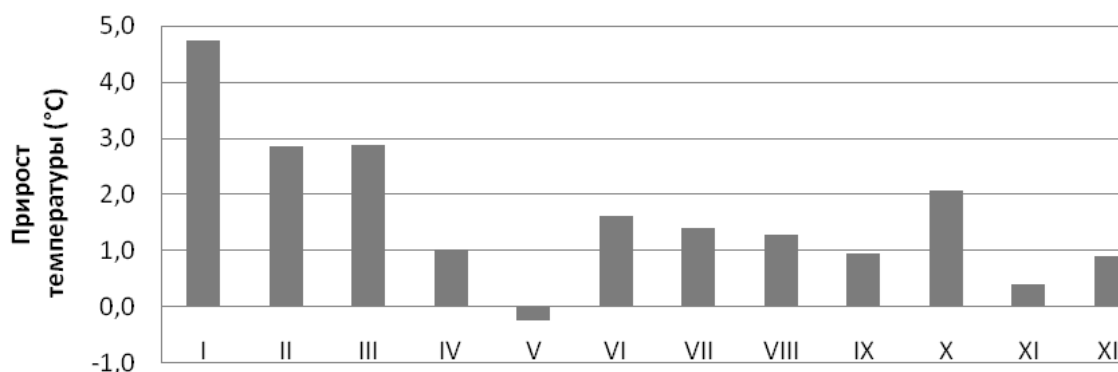


Рис.1. Внутригодовое распределение прироста температуры на территории Ульяновской области за 1961-2010 гг.

В то же время, на фоне интенсивного регионального потепления наблюдается некоторое похолодание (-0,23°С/50 лет) в мае: в отдельные годы (1999, 2000 гг.) температура в мае оказывалась почти на 4,5°С ниже средне-многолетних значений.

Многолетняя годовая сумма осадков в среднем по области за 1961-2010 гг. составила 487 мм. В теплый период (апрель-октябрь) выпадает 333 мм, что более чем в два раза

превосходит количество осадков холодного периода (ноябрь-март – 154 мм).

Рассмотрение изменения количества осадков за последние 50 лет по месяцам показало (рис. 2), что более устойчивое повышение количества осадков наблюдалось в январе, феврале, марте, мае, июне, сентябре, октябре и декабре, а заметное их снижение отмечено в июле на 7,55 мм, августе – 6,75 мм, апреле – 3,3 мм и ноябре – 2,05 мм.

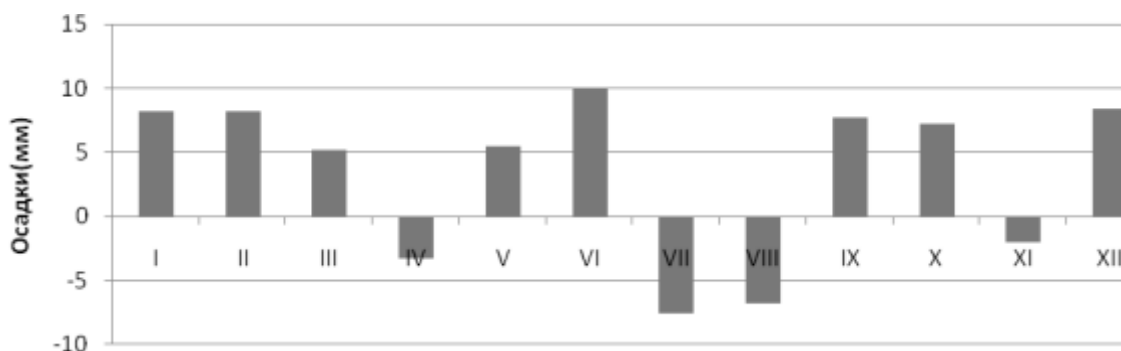


Рис. 2. Внутригодовое изменение осадков по территории Ульяновской области за 1961-2010 гг.

Максимальный рост осадков отмечен в июне (9,9 мм), и это имеет особое значение, поскольку переувлажнение почв приводит к повышению их кислотности. А при повышенной кислотности почвы нарушается поступление элементов питания в растения, снижается интенсивность микробиологических процессов, повышается подвижность и

доступность для растений металлов-токсикантов, ухудшается качество сельскохозяйственной продукции, происходит падение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Установлено, что на кислотных почвах минеральные удобрения дают отрицательный эффект, и на 20–40% снижается их эффективность [15].

Таблица 1

Динамика кислотности почв и метеорологических значений по циклам обследования.

Циклы и годы исследований	Площадь, тыс. га	Степень кислотности			Температура воздуха, °С		Осадки, мм		ГТК
		Кислые почвы (рН < 5,6)	Ближкие к нейтральным (рН 5,6-6,0)	Нейтральные (рН 6,0-7,0)	средняя годовая	апрель-октябрь	годовая сумма	апрель-октябрь	
I 1965-1969	1823,4	597,7	502,9	722,8	3,6	12,8	437	290	0,88
	100%	32,8	27,6	39,6	80,0	97,7	89,9	97,3	95,6
II 1970-1977	1809,7	623,3	338,1	848,3	4,3	13,0	448	310	0,84
	100%	34,5	18,7	46,9	95,5	99,2	92,2	93,4	95,5
III 1978-1985	1786,0	629,8	341,8	814,4	4,3	12,7	497	351	0,87
	100%	35,3	19,1	45,6	95,5	96,9	102,3	105,7	98,9
IV 1985-1990	1743,4	823,5	291,4	628,5	4,2	12,9	547	389	1,05
	100%	47,2	16,7	36,1	93,3	98,4	112,5	117,1	119,3
V 1990-1994	1704,4	786,8	276,9	640,7	4,6	12,7	536	387	1,09
	100%	46,2	16,3	37,6	102,2	96,9	110,2	116,5	123,8
VI 1994-1999	1649,4	784,2	258,6	606,6	4,6	13,4	511	333	0,90
	100%	47,6	15,7	36,8	102,2	102,2	105,1	100,3	97,8
VII 1999-2005	1497,9	715,3	253,2	529,4	5,3	13,2	533	362	1,03
	100%	47,8	16,9	35,4	117,7	100,7	109,6	109,0	117,0
VIII 2006-2010	1365,6	650,6	230,6	484,3	5,5	14,2	449,8	281	0,68
	100%	47,6	16,8	35,4	119,5	108,3	90,9	83,1	73,9
Среднее за 1965-2010 гг.	1672,5	701,4	311,7	659,4	4,6	13,1	494,8	337,9	0,92
	100%	41,9	18,7	39,4	100	100	100	100	100
К-т корреляции между площадью кислых почв и метеорологическими факторами					0,03	-0,35	0,76	0,67	0,62

Наукой и передовой практикой также доказано, что кислые почвы являются одним из главных лимитирующих факторов получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Ежегодные потери, обусловленные влиянием неблагоприятной кислотности почв, оцениваются по стране в пересчете на зерно в 10-12 млн. тонн, а по области эти потери расцениваются примерно в 330 тыс. тонн [2].

По данным исследований [16], в Ульяновской области площадь всех кислых пахотных почв в среднем за 1965-2010 гг. составила 684,5 тыс. га или 43,5% обследованной площади.

По результатам I цикла агрохимического обследования площади кислых почв (рН < 5,6) составили 597,7 тыс. га, или 32,8% от обследованной площади пашни, близкие к нейтральным 502,9 тыс. га и нейтральные 722,8 тыс. га (табл. 1). Дальнейший анализ значений коэффициентов наклона линейного тренда показывает, что площади кислых почв в исследуемый период (1965-2010 гг.) возрастают со скоростью 14,9 тыс. га за каждый цикл (табл. 2).

Площади нейтральных и близких к нейтральным значениям почв, наоборот, уменьшаются со скоростью 46,1 и 30,8 тыс. га, соответственно.

Таблица 2

Зависимость степени кислотности почв от метеорологических данных

Наименование	Коэффициент линейного тренда	R <sup>2</sup> – коэффициент детерминации
Площадь кислых почв	14,96	0,174
Близкие к нейтральным	-30,88	0,761
Нейтральные	-46,13	0,174
Метеорологические данные:		
Средняя годовая температура	0,233	0,872
Температура теплого периода (апрель-октябрь)	0,151	0,542
Годовая сумма осадков	6,428	0,126
Осадки за период (апрель-октябрь)	1,678	0,0009
ГТК	-0,003	0,0004

Сравнение изменения кислотности почв с агрометеорологическими ресурсами показывает, что наиболее тесная связь наблюдается между кислотностью почв и годовой суммой осадков ( $r=0,76\pm sr$ ), гидротермическим коэффициентом Селянинова ГТК – ( $r=0,62\pm sr$ ), большую роль в подкислении почв играют осадки теплого периода ( $r=0,67\pm sr$ ). Что касается параметров средней годовой температуры воздуха, то она незначительна – 0,03, а температура воздуха, осредненная за апрель-октябрь, показывает обратную зависимость, т.е. повышение температуры способствует понижению площади кислых почв (табл. 2).

Значения коэффициентов наклона линейного тренда метеорологических данных положительные, за исключением ГТК (-0,003).

Средняя годовая температура воздуха из цикла в цикл повышается со скоростью 0,23°C, температура теплого периода – на 0,15°C. Увеличение годовой суммы осадков составило 6,4 мм и осадков теплого периода – 1,7 мм (табл. 2).

Максимальное значение коэффициента детерминации наблюдается у почв, близких к нейтральным (табл. 2).

**Выводы.** По данным исследований за 1961-2010 гг., в Ульяновской области многолетние среднемесячные температуры приобрели устойчивую тенденцию к повышению.

1. Рассмотрение изменения количества осадков за последние 50 лет по месяцам показало, что более устойчивое повышение происходит в январе, феврале, марте, мае, июне, сентябре, октябре и декабре. Заметное снижение количества осадков отмечено в июле на 7,55 мм, августе – на 6,75 мм, апреле – 3,3 мм и ноябре -2,05 мм.

2. Наиболее тесная связь наблюдается между кислотностью почв и годовой суммой осадков ( $r=0,76\pm sr$ ), гидротермическим коэффициентом Селянинова ГТК – ( $r=0,62\pm sr$ ), большую роль в подкислении почв играют осадки теплого периода ( $r=0,67\pm sr$ ).

Таким образом, изменение климата региона, особенно увеличение количества годовой суммы осадков, способствует повышению кислотности почв Ульяновской области.

#### Литература

1. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе: учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. Тула: Гриф и К, 2007. 96 с.
2. Алиев Ш.А., Саматов Б.К. Использование местных мелиорантов для химической мелиорации кислых почв Ульяновской области // Роль почвы в формировании ландшафтов. Казань. 2003. С. 244–247.
3. Шарипова Р.Б. Современные изменения климата и агроклиматических ресурсов на территории ульяновской области : автореферат дис. на соискание уч. степени канд. геогр. наук. Казань: Казанский Приволжский федеральный университет, 2012а. 24 с.
4. Gronskaya T.P. Lake districts of North-western Russia: identification of subregions based on analyses of hydrologic data / T.P. Gronskaya // "Freshwater Biology" 2000. No. 43. P. 385 – 390.
5. Folland C. K. Global temperature change and its uncertainties since 1861. / C.K. Folland, N. A. Rayner, S.J. Brown // Geophys. Res. Lett., 2001, vol. 28. No. 13. P. 2621–2624.

6. Nikolaev M. V. Climate change and problems of Nordic agriculture. - 'Baltic 21 Newsletter', Journal of Ministry of Environment, Editors / M.V. Nikolaev, V. B. Minin // Baltic 21 Secretariat and Ardea Mil jo AB, Stromsborg, Stockholm, Sweden. 2000. No. 2. P. 9–10.
7. Hutson B.R. Influence of pH, temperature and salinity on the fecundity and longevity of four species of Collembola. *Pedobiologia*, 1978. v. 18. p. 163–179.
8. Buysse J., Orshoven J. van, Pieters A. Geographical extrapolation of forest soil acidification using pH data: a case study // *Water, Air, Soil Pollut.* 1996. V.91.P. 299-306.
9. Агрометеорологический справочник (1961–2010 гг.). Ульяновск.
10. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
12. Каган Р. Л. Осреднение метеорологических полей. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 202 с.
13. Шарипова Р.Б. Уязвимость и адаптация сельского хозяйства Ульяновской области к изменяющемуся климату // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2012б. № 3. С. 52–58.
14. Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б. Изменение основных климатических показателей на территории Ульяновской области // *Вестник Удмуртского университета*. 2012. Вып. 1. С. 136–144.
15. Нуриев С.Ш., Лекманов А.А., Хустнудинов К.М., Салимзянова И.Н. Состояние плодородия почв Республики Татарстан и проблемы повышения их плодородия. Казань. 2009. 159 с.
16. Черкасов Е.А. Динамика кислотности почв Ульяновской области. // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2011. №3(15). С. 31–35.

## INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES IN ULYANOVSK REGION ON ACIDITY OF SOILS

**R.B. Sharipova**, Cand. Geo. Sci.

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture

19 Institutskaya St., Timiryazevsky, Ulyanovskii district, Ulyanovskaya oblast, 433315, Russia

E-mail: [resedasharipova63@mail.ru](mailto:resedasharipova63@mail.ru)

### ABSTRACT

In the article, we analyze the influence of modern climatic changes in the region on soil acidity in the Ulyanovsk region. Indubitably, soil acidity increasing factors work interconnected, but the part of climatic factors is specific. They cause and directly define intensity of acidulation. Results of such research are necessary for the adaptation's problem solution in various aspects of activities. According to research 1961-2010, long-term monthly average temperatures acquired a steady trend to increase in the Ulyanovsk region. Average annual temperature change's speed is positive and comprises 1.8°C/50 years. The observation of rainfall amount changes over the last 50 years on months shows its steady increase in June, January, February, March, May, June, September, October and December. Comparison of soil acidity change with agro-meteorological resources shows that the closest connection is observed between acidity of soils and the annual sum of rainfall ( $r=0.76\pm sr$ ), Selyaninov's hydrothermal coefficient of the State Customs Committee – ( $r=0.62\pm sr$ ), rainfall of the warm period plays an important role in acidulation of soils ( $r=0.67\pm sr$ ). As for the average annual air temperature parameters, they are insignificant – 0.03, and April – October average air temperature shows inverse dependence, that is: temperature rise promotes the decrease of acidic soil areas. So, climate change in the region, especially increase of annual sum of rainfall, promotes soils acidity increase in the Ulyanovsk region.

*Key words: climate change, rainfall, temperature, acidity of soils, hydrothermal coefficient, adaptation.*

### References

1. Sokolova T.A., Tolpeshta I.I., Trofimov S.Ya. Pochvennaya kislotnost'. Kislотно-osnovnaya bufernost' pochv. Soedineniya alyuminiya v tverdoi faze pochvy i v pochvennom rastvore: uchebnoe posobie po nekotorym glavam kursa khimii pochv (Soil acidity. Acid-basic soil buffering capacity. Aluminum compounds in solid phase of soils and in soil solution: training guide on some chapters in soil chemistry), Tula: Grif i K, 2007. 96 s.
2. Aliev Sh.A., Samatov B.K. Ispol'zovanie mestnykh meliorantov dlya khimicheskoi melioratsii kisllykh pochv Ulyanovskoi oblasti, Rol' pochvy v formirovanii landshaftov (Use of local ameliorants for chemical reclamation of acid soils in Ulyanovskaya oblast. Role of soils in landscape formation), Kazan', 2003, pp. 244–247.

3. Sharipova R.B. Sovremennye izmeneniya klimata i agroklimaticheskikh resursov na territorii ul'yanovskoi oblasti (Modern climate changes and agro-climatic resources on the area of Ulyanovskaya oblast): avtoreferat dis. na soiskanie uch. stepeni kand. geogr. nauk. Kazan': Kazanskii Privolzhskii federal'nyi universitet, 2012, pp. 24.
4. Gronskaia T.P. Lake districts of North-western Russia: identification of subregions based on analyses of hydrologic data / T.P. Gronskaia // "Freshwater Biology" 2000. No. 43. P. 385 – 390.
5. Folland C. K. Global temperature change and its uncertainties since 1861. / C.K. Folland, N. A. Rayner, S.J.Brown // Geophys. Res. Lett., 2001, vol. 28. No. 13. P. 2621–2624.
6. Nikolaev M. V. Climate change and problems of Nordic agriculture. - 'Baltic 21 Newsletter', Journal of Ministry of Environment, Editors / M.V. Nikolaev, V. B. Minin // Baltic 21 Secretariat and Ardea Mil jo AB, Stromsborg, Stockholm, Sweden. 2000. No. 2. P. 9–10.
7. Hutson B.R. Influence of pH, temperature and salinity on the fecundity and longevity of four species of Collembola. *Pedobiologia*, 1978. v. 18. p. 163–179.
8. Buysse J., Orshoven J. van, Pieters A. Geographical extrapolation of forest soil acidification using pH data: a case study // *Water, Air, Soil Pollut.* 1996. V.91.P. 299-306.
9. Agrometeorologicheskii spravochnik (Agro-meteorological guide) (1961–2010 gg.), Ul'yanovsk.
10. Plokhinskii N.A. Biometriya (Biometry), M.: Izd-vo MGU, 1970, pp. 367
11. Lakin G.F. Biometriya (Biometry), M.: Vysshaya shkola, 1990. pp.352.
12. Kagan R. L. Osrednenie meteorologicheskikh polei (Averaging meteorological fields), L.: Gidrometeoizdat, 1975, pp. 202
13. Sharipova R.B. Uyazvimost' i adaptatsiya sel'skogo khozyaistva Ul'yanovskoi oblasti k izmenyayushchemusya klimatu (Vulnerability and adaptation of agriculture in Ulyanovskaya oblast to changing climate), *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2012b, No. 3, pp. 52–58.
14. Perevedentsev Yu.P., Sharipova R.B. Izmenenie osnovnykh klimaticheskikh pokazatelei na territorii Ul'yanovskoi oblasti (Change of basic climatic indicators on the area of Ulyanovskaya oblast), *Vestnik Udmurtskogo universiteta*. 2012, Issue 1, pp. 136–144.
15. Nuriev S.Sh., Lekmanov A.A., Khustnutdinov K.M., Salimzyanova I.N. Sostoyanie plodorodiya pochv Respubliki Tatarstan i problemy povysheniya ikh plodorodiya (Soil fertility state in Republic of Tatarstan and problems of increasing soil fertility), Kazan', 2009, pp. 159.
16. Cherkasov E.A. Dinamika kislotnosti pochv Ul'yanovskoi oblasti (Dynamics of acidity of soils in Ulyanovskaya oblast), *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2011, No.3(15), pp. 31–35.

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 66.31.91; 68.85.35(39)

**ВЛИЯНИЕ УГЛА СКОЛЬЖЕНИЯ  
НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ****Н.Ф. Баранов** – д-р техн. наук, профессор;**В.С. Фуфачев** – канд. техн. наук, доцент;**И.В. Ступин** – аспирант,

ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА,

Октябрьский пр-т, 133, Киров, Россия, 610017

E-mail: [fuf.vs@mail.ru](mailto:fuf.vs@mail.ru)

*Аннотация.* Проанализированы литературные источники по вопросам использования древесины в качестве альтернативных энергоресурсов для сельскохозяйственного производства, результаты исследований влияния конструктивных факторов на рабочий процесс дисковых режущих аппаратов, позволяющих получать топливную щепу. Представлены зависимости для определения коэффициента скольжения, исходя из конструктивных параметров режущего аппарата. Приведена методика экспериментальных исследований рубительной машины РБ-750 с целью минимизации удельных энергозатрат процесса измельчения. По результатам эксперимента получены уравнения регрессии для определения оптимальных значений угла защемления и коэффициента скольжения.

*Ключевые слова:* рубительная машина, угол скольжения, угол защемления, коэффициент скольжения, удельная работа резания, критерий оптимизации.

**Введение.** Отечественное сельскохозяйственное производство на современном уровне развития характеризуется высокими затратами материальных, трудовых и энергетических ресурсов, превышающих зарубежные в 2...4 раза.

В последние годы наметилась тенденция к более широкому использованию в производстве и социально-бытовой сфере возобновляемых и вторичных местных энергоресурсов. Одним из источников таких энергоресурсов является древесина. В Европейской части РФ существенная часть лесных насаждений может быть реализована только в качестве дров. Выведенные из севооборота сельскохозяйственные угодья заросли мелколесьем и кустарниками, которые годятся либо на биомассу при рекультивации полей, либо на топливо [1,2,3].

В развитых странах использование биотоплива покрывает от 10 до 25% общей потребности в энергии [4,5,6], в России же не используются огромные запасы качественной

древесины и отходы её переработки. И прежде всего это касается сельскохозяйственного производства, наиболее остро нуждающегося в энергоресурсах. Сжигание древесины в теплогенераторах зерносушильных комплексов обеспечит экономию 12...18% углеводородного топлива. В зимний период крупным потребителем тепловой энергии является животноводческая отрасль для осуществления таких технологических процессов, как кормоприготовление, поение, доение животных и ряд других.

Сжигание древесины в виде щепы позволяет максимально механизировать транспортные и подготовительные операции и обеспечить автоматическую подачу топлива в зону горения.

Наиболее сложным и энергоёмким является процесс получения щепы необходимой крупности, который осуществляется рубительными машинами. При этом щепа должна иметь фракционный состав от 3 до 30 мм (в зависимости от вылета ножа) [7,8].

Поэтому разработка и оптимизация рубильной машины, обеспечивающей потребности сельскохозяйственного производства в топливной щепе из отходов лесопиления и деревообработки, является актуальной задачей.

Целью исследований является совершенствование рубильной машины РБ-750, выпускаемой предприятием ООО «Котельничский механический завод» Кировской области, для снижения энергоемкости процесса измельчения.

Исследованию рабочего процесса плоско-вращательных режущих аппаратов посвящено значительное количество научных трудов. Теоретические основы для создания таких аппаратов наиболее обстоятельно выдвинуты академиком В.П. Горячкиным [9]. Дисковые рубильные машины для измельчения древесины относятся к аппаратам данного типа и имеют ножи, установленные радиально или со смещением от радиального положения на некоторый угол  $\tau$ , что обеспечивает резание со скольжением. При исследовании и расчете режущих аппаратов, наряду с другими параметрами, значительное внимание уделяется обоснованию значения угла скольжения  $\tau$ . В известных научных трудах по теории резания лезвием имеются разногласия и даже противоречия о влиянии  $\tau$  на энергетические показатели процесса.

По мнению В.А. Желиговского [10], при рубящем действии лезвия, то есть при  $\tau = 0^\circ$ , удельная работа резания имеет наименьшее значение и медленно возрастает по мере увеличения  $\tau$ .

Исследованиями Н.В. Сабликова [11] установлено, что при малых значениях угла  $\tau$  удельная работа резания различных материалов незначительно увеличивается по сравнению с резанием при угле  $\tau = 0^\circ$ , а затем при  $\tau$  от  $30^\circ$  до  $70^\circ$  наблюдается существенное снижение данного показателя.

Н.Е. Резник [12] экспериментальными исследованиями процесса резания стеблей кукурузы и лебеды со скоростью  $18,6$  м/с установил, что удельная работа резания с увеличением  $\tau$  до  $25^\circ$  снижается, а при дальнейшем увеличении угла скольжения носит возрастающий характер. Автор считает, что при резании толстого слоя материала увеличение силы резания с увеличением угла  $\tau$  обусловлено преодолением силы трения фанки лезвия за счет возрастающей площади контакта.

Таким образом, для конкретного исполнения режущего аппарата и его кинематического режима, а также вида измельчаемого материала энергоемкость процесса резания будет минимальной при определенных углах скольжения. При этом следует экспериментально установить значения этого параметра с учетом других характеристик режущего аппарата. Такими характеристиками являются: ширина  $b$  горловины (патрона) для подачи материала, величина смещения  $\rho$  (эксцентриситета) ножа относительно радиального положения, расстояние  $a$  от противорежущей кромки до оси вращения ножевого диска, минимальный  $r_1$  и максимальный  $r_2$  радиусы точек загруженной части лезвия, угол  $\chi$  защемления материала между лезвием и кромкой противорежущей пластины (рис. 1).

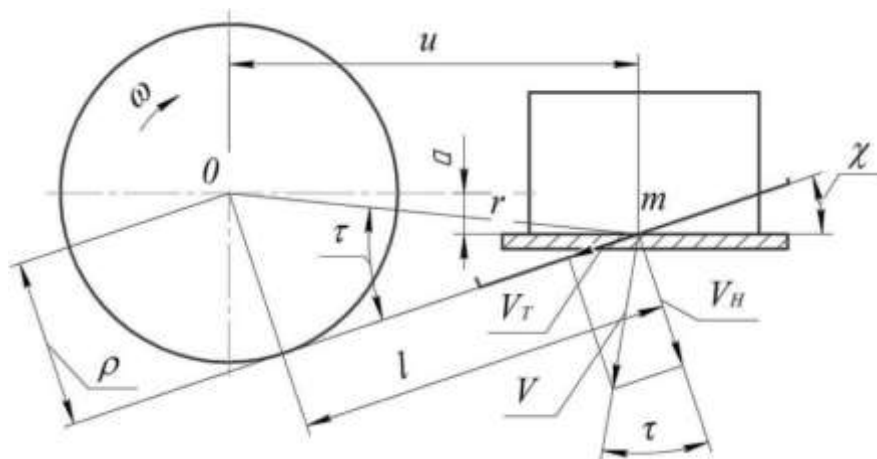


Рис. 1. Схема режущего аппарата с прямолинейными ножами



Представленные на рисунке 1 факторы связаны соотношением

$$\varepsilon = \frac{V_T}{V_H} = \frac{\rho}{l} = \operatorname{tg} \tau. \quad (1)$$

Задаваясь величиной коэффициента скольжения  $\varepsilon$  в известных пределах [12] для обеспечения наклонного или скользящего резания можно определить значения таких конструктивных параметров режущего аппарата, как расстояние  $a$  от противорежущей пластины до оси вращения ножевого диска,  $u_{\min}$  и  $u_{\max}$ , определяющих ширину горловины  $b$ .

При построении схемы режущего аппарата необходимо задаться рядом ограничений:

$\tau \geq \chi$ ;  $u_{\min} = r_{\min}$ ;  $\chi_{\max} \leq \varphi_1 + \varphi_2$  [13]; где  $\varphi_1$  – угол трения (сцепления) материала о кромку ножа;  $\varphi_2$  – угол трения материала о противорежущую пластину.

Значение коэффициента скольжения  $\varepsilon$  для выбранной точки загруженной части лезвия рассчитывается из выражения

$$\varepsilon = \frac{u \cdot \operatorname{tg} \chi + a}{u - a \cdot \operatorname{tg} \chi}. \quad (2)$$

На рисунке 2 представлена зависимость  $\varepsilon = f(a)$  для выбранных условий:  $\chi_{\max} = 40^\circ$ ;  $d = 128$  мм.

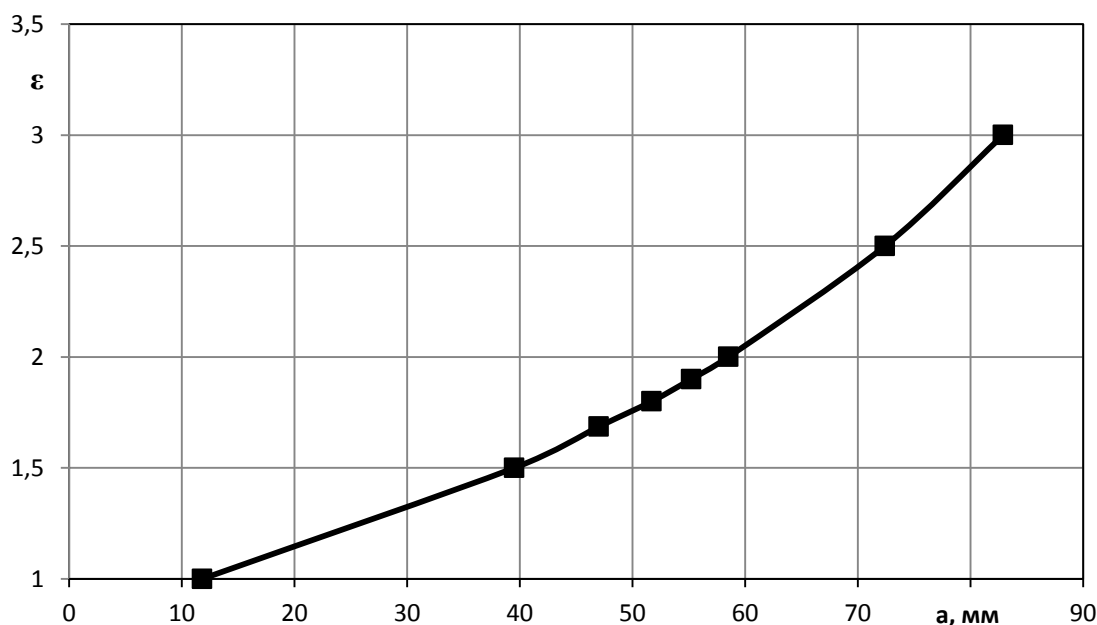


Рис. 2. Зависимость коэффициента скольжения  $\varepsilon$  от величины смещения  $a$

Из анализа расчетных значений  $\varepsilon = f(a)$  следует, что данная зависимость может быть представлена полиномиальной моделью второго порядка вида:

$$\varepsilon = 0,0002a^2 + 0,0041a + 0,9265. \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что эффект резания со скольжением возрастает с увеличением параметра  $a$ .

**Методика.** Исследования осуществляли на лабораторной установке, позволяющей определить силу резания за счет воздействия материала на противорежущую балку (рис. 3).

Для определения усилия и работы резания записывались нагрузочные диаграммы (рис. 4).

Измельчаемым материалом являлись сосновые бруски сечением 22х22 мм с относительной влажностью 10 и 30%. Измерения усилия резания  $P$  во времени  $t$  осуществлялось с помощью двух тензорезисторных датчиков Т2-0, 1-С3 на которые опиралась противорежущая балка (рис. 3). В качестве регистрирующей аппаратуры использовался цифровой многоканальный самописец «S-Recorder-L» и персональный компьютер.

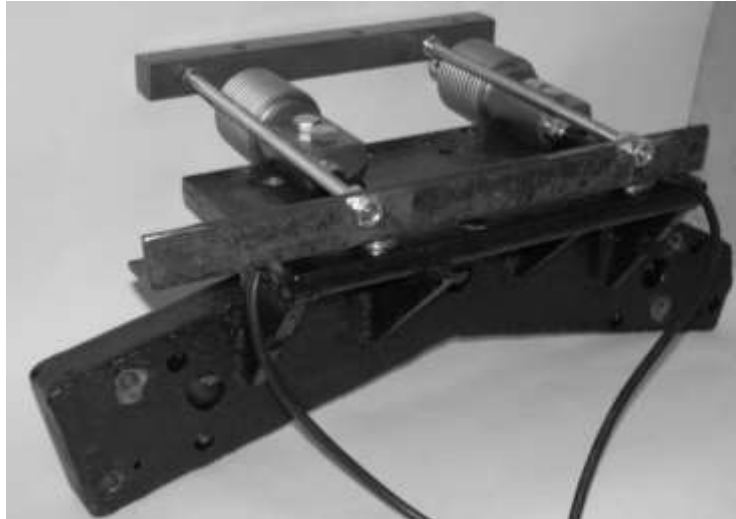


Рис. 3. Общий вид конструкции крепления противорежущей балки и тензодатчиков

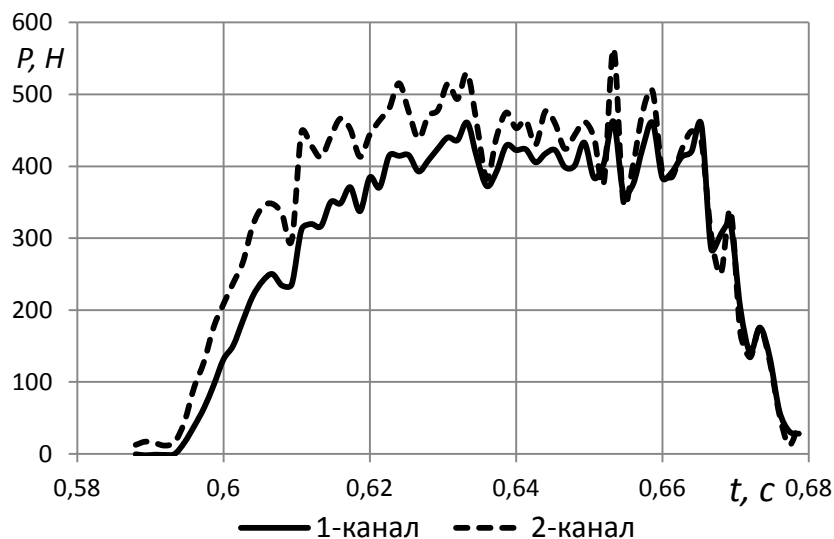


Рис. 4. Диаграммы записи процесса резания

**Результаты.** При совершенствовании рабочего процесса рубительной машины РБ-750 были проведены исследования по определению оптимальных значений таких факторов, как угол защемления  $\chi$  и угол скользящего резания  $\tau$  для известных значений параметров: расстояние  $a$  от противорежущей пластины до оси вращения ножевого диска  $a = 45$  мм, величина смещения ножа от радиального положения (эксцентриситет)  $\rho = 128$  мм.

Значениями радиус-вектора  $r$ , определяющего положение точки лезвия, задавались на трех уровнях:  $r_1=180$ мм;  $r_2=250$ мм;  $r_3 = 320$ мм, что обеспечивало изменение угла скользящего

резания от 45 до 25°. При этом угол защемления изменялся от 34 до 18°.

Матрица плана, уровни факторов и результаты эксперимента представлены в таблице.

Опыты проводили на древесине различной влажности. В первой серии опытов среднее значение влажности составляло 10%, во второй – 30%.

В качестве критерия оптимизации выбрана удельная работа резания  $A_{рез.уд.}$  кДж/м<sup>2</sup>.

Анализ полученных моделей регрессии (4) и (5) показывает, что наименьшая работа резания сухой древесины наблюдается при максимальном угле защемления  $\chi$  и коэффициенте скольжения  $\varepsilon = 0,904$ .

$$y_1 = 32,049 - 8,011x_1 + 5,296x_2 + 0,595x_1^2 + 0,595x_2^2 + 0,736x_1x_2; \quad (4)$$

$$y_2 = 28,719 - 5,52x_1 - 1,705x_2 + 2,003x_1^2 + 2,003x_2^2 - 0,702x_1x_2. \quad (5)$$

Таблица

Матрица плана  $3^2$  и результаты эксперимента

Обозначения	Факторы		Критерии оптимизации	
	$x_1$	$x_2$	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$
	$\chi, ^\circ$	$\tau, ^\circ$	Удельная работа резания $\bar{A}_{рез.уд.}, \text{кДж/м}^2$ При W=10%	Удельная работа резания $\bar{A}_{рез.уд.}, \text{кДж/м}^2$ При W=30%
Уровни факторов: (+) (0) (-)	34 26 18	45 35 25		
Опыты: 1 2 3 4 5 6 7 8 9	-1 0 1 -1 0 1 -1 0 1	-1 -1 -1 0 0 0 1 1 1	36,493 27,746 18,999 41,053 31,255 25,031 45,613 38,338 31,063	40,555 28,860 31,879 37,579 27,966 24,621 34,603 33,340 23,117

При резании древесины средней влажностью 30%, энергозатраты снижаются при увеличении углов  $\chi$  и  $\tau$ , причем в области эксперимента оптимальным значением является  $\tau = 41^\circ$ , а дальнейшее увеличение  $\tau$  приводит к возрастанию удельной работы резания. Данному значению  $\tau$  соответствует коэффициент скольжения  $\epsilon = 1,130$ .

**Выводы:** 1. Проведенные исследования конструктивно-технологической схемы режущего аппарата дискового типа показывают, что для увеличения эффекта скользящего резания необходимо увеличивать расстояние от противорежущей кромки до оси вращения диска;

2. Оптимальное значение угла скользящего резания составляет  $\tau = 41^\circ$ , при удельной работе резания, не превышающей  $24,5 \text{ кДж/м}^2$ .

#### Литература

1. Дмитроц В.А., Левин А.Б., Семенов Ю.П. Теплотехнический справочник инженера лесного и деревообрабатывающего предприятия / Под ред. А.Б. Левина. 2-е изд. М.: МГУЛ, 2002. 333с.
2. Левин А.Б., Семенов Ю.П., Суханов В.С. Древесина эффективная составляющая топливного баланса страны // Деревообрабатывающая промышленность. 2001. №4. С. 2–5.
3. Шегельман И.Р. Ресурсы биомассы дерева для производства технологической щепы // Сб. науч. трудов (Повышение эффективности процессов производства технологической щепы). Петрозаводск: КарНИИЛП, 1999. С. 3–12.
4. Banks CJ and other Particle size requirements for effective bioprocessing of biodegradable municipal waste : Technology Research and Innovation Fund Project Report, Defra TRIF Programme, report October 2008 - January 2010. p. 22.
5. Hakila P. Developing technology for large-scale production of forest chips. Wood Energy Technology Programme 1999-2003 // Tekes Technology Programme Report. 2004. №6. 98 p.
6. Ladan J. Naimi and other Cost and Performance of Woody Biomass Size Reduction for energy Production : CSBE/SCGAB 2006 Annual Conference Edmonton Alberta, July 16-19, 2006. Paper № 06.107.
7. Коробов В.В., Рушнов Н.П. Переработка низкокачественного древесного сырья (проблемы безотходных технологий). М.: Экология, 1991. 288 с.
8. Михайлов Г.Н., Серов Н.А. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья. М.: Лесная промышленность, 1988. 224 с.
9. Горячкин В.П. Собрание сочинений / Под ред. Н.Д. Лучинского. Изд. 2-е. Т. 3. «Колос». 1968. С. 26–133.
10. Желиговский В.А. Экспериментальная теория резания лезвием. Труды МИМЭСХ. М. 1940. Вып. 9. 27 с.
11. Сабликов М.В. О критической величине угла защемления. // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1963, № 2. С. 44.
12. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. М.: «Машиностроение», 1975. 311 с.
13. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос (Ленинградское отделение), 1978. 560 с.

## INFLUENCE OF SLIDING ANGLE ON WOOD CUTTING PER-UNIT WORK

**N.F. Baranov** – Dr. Eng. Sci., Professor;  
**V.S. Fufachev** – Cand. Eng. Sci., Associate Professor;  
**I.V. Stupin** – Post-Graduate Student  
 Vyatka State Agricultural Academy  
 133 Oktyabrsky Prospect, Kirov, 610017, Russia  
 E-mails: [fuf.vs@mail.ru](mailto:fuf.vs@mail.ru).

### ABSTRACT

References concerning use of wood as alternative energy resources for agricultural production, as well as results of research on influence of efficiency factors on working process of the disk cutting devices, allowing obtaining fuel spill, were analyzed. Dependences for determination of sliding coefficient, based on design data of the cutting device, are presented. The technique of pilot studies of the wood chipper RB-750 for the purpose to minimize specific energy consumption in the crushing process is given. Based on the results of the experiment, the regression equations for determination of optimum values of pinching angle and sliding coefficient were received.

*Key words: wood chipper, sliding angle, angle of pinching, sliding coefficient, cutting per-unit work, optimization criterion.*

### References

1. Dmitrots V.A., Levin A.B., Semenov Yu.P. Teplotekhnicheskii spravochnik inzhenera lesnogo i derevoobrabatyvayushchego predpriyatiya (Thermal-technical guide for engineers of forest and wood processing enterprises), under ed. A.B. Levina. 2-e izd. M.: MGUL, 2002. pp.333.
2. Levin A.B., Semenov Yu.P., Sukhanov V.S. Drevesina effektivnaya sostavlyayushchaya toplivnogo balansa strany (Wood as effective component of fuel balance of the country), Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'. 2001, No.4, pp. 2-5.
3. Shegel'man I.R. Resursy biomassy dereva dlya proizvodstva tekhnologicheskoi shchepy (Tree biomass resources for production of technological chipped wood), Povyshenie effektivnosti protsessov proizvodstva tekhnologicheskoi shchepy: Sb. nauch. trudov / KarNIIIP. Petrozavodsk, 1999, pp. 3-12.
4. Banks C.J. et al. Particle size requirements for effective bioprocessing of biodegradable municipal waste : Technology Research and Innovation Fund Project Report, Defra TRIF Programme, report October 2008 - January 2010. p. 22.
5. Hakkila P. Developing technology for large-scale production of forest chips. Wood Energy Technology Programme 1999-2003 // Tekes Technology Programme Report. – 2004. - №6. – 98 p.
6. Ladan J. Naimi and other Cost and Performance of Woody Biomass Size Reduction for energy Production : CSBE/SCGAB 2006 Annual Conference Edmonton Alberta, July 16-19, 2006. Paper № 06-107
7. Korobov V.V., Rushnov N.P. Pererabotka nizkokachestvennogo drevesnogo yr'ya (problemy bezotkhodnykh tekhnologii) (Processing of low-quality woody coal (issues of non-waste technologies), M.: Ekologiya, 1991, pp. 288.
8. Mikhailov G.N., Serov N.A. Puti uluchsheniya ispol'zovaniya vtorichnogo drevesnogo syr'ya (Improvement ways of recyclable wooden row material). M.: Lesn. prom-st', 1988, pp. 224.
9. Goryachkin V.P. Sobranie sochinenii (Collected works), under ed., N.D. Luchinskogo. Izd. 2-e T. 3., «Kolos», 1968, pp. 26-133.
10. Zheligovskii V.A. Eksperimental'naya teoriya rezaniya lezviem. Trudy MIMESKh (Experimental theory of cutting with blade), issue 9, M., 1940, pp.27.
11. Sablikov M.V. O kriticheskoi velichine ugla zashchemleniya. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaistva (About critical value of pinching angle. Mechanization and electrification of socialistic agriculture), 1963, No. 2, pp. 44.
12. Reznik N.E. Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushchikh apparatov (Theory of cutting with blade and bases of calculating cutting equipment), M., «Mashinostroenie», 1975, pp.311.
13. Mel'nikov S.V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskikh ferm (Mechanization and automatization of animal breeding farms), L.: Kolos. Leningr. otd-nie. 1978, pp. 560

УДК 541.1.03

## РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГНОЗА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

В.С. Кошман – канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [kaftog@pgsha.ru](mailto:kaftog@pgsha.ru)

*Аннотация.* Внедрение на предприятиях агропромышленного комплекса перспективных технологий предполагает проектирование новых конструкций с заданным уровнем теплопроводности применяемых материалов, вообще, и металлов и их сплавов, в частности. Наличие информации по их теплопроводности является необходимым условием для проведения инженерных расчетов тепловых условий реализации технологических процессов. Несмотря на значительный объем уже проведенных исследований теплопроводность металлических сплавов, физические свойства которых наименее изучены. Отмечено, что из-за широкой номенклатуры сплавов сведения по теплопроводности каждого из них не могут быть получены опытным путем. До настоящего времени не имеется строгого расчета теплопроводности сплавов методами молекулярно-кинематической и квантовой теории. Выполнение оценки порядка величины теплопроводности сплавов в рамках известных методов каждый раз превращается в достаточно сложную задачу. Именно по этим причинам продолжает оставаться актуальной проблема поиска новых путей для прогнозирования теплопроводности сплавов с использованием минимального объема доступных опытных данных. Согласно современной теории металлов их теплопроводность прямо пропорциональна средней длине свободного пробега  $L$  электронов в кристаллической решетке. Следуя идеям квантовой теории, в  $L$ -приближении получено уравнение для расчета теплопроводности сплавов. На примере сплавов системы медь – никель показано, что результаты расчета теплопроводности удовлетворительно согласуются с известными опытными данными и результатами обобщения для сплавов замещения, приведенными другими авторами. Получено также уравнение, отражающее связь между средними атомными объемами и длинами свободного пробега электронов сплавов и исходных компонентов, с одной стороны, и их атомных концентраций, с другой. Полученное уравнение отражает изменчивость средних атомных объемов в сплавах замещения с ростом концентрации растворимых атомов, что характерно для известного эффекта сверхструктурного сжатия. Установлено, что теплопроводность металлов и металлических сплавов прямо пропорциональна отношению средней длины свободного пробега электронов к средней площади поперечного сечения атомов кристаллической решетки. Предложенные уравнения для вычисления теплопроводности сплавов, средних атомных объемов в них, а также величин площадей сечений атомов отличаются простотой, но содержат неизвестный параметр, который можно найти опытным или иным путем. Показано, что теплопроводность металлов прямо пропорциональна отношению длины свободного пробега электронов к площади сечения атома.

*Ключевые слова:* изделия из металлических сплавов, теплопроводность, теорема сложения вероятностей, средний атомный объем, сверхструктурное сжатие.

**Введение.** Обоснование оптимальных межремонтных периодов при эксплуатации теплонапряженных конструкций, вообще, и в сферах агропромышленного комплекса, в частности, требует, при обеспечении заданного уровня надежности, знания теплопроводности конструкционных материалов. Так, при утилизации теплоты уходящих дымовых газов хлебопекарной печи с использованием тепловых трубок одним из показателей работоспо-

собности является интенсивность отвода теплоты из рабочей зоны. Поэтому одной из причин отказа конструкции может быть перегрев ее элементов из-за низкой теплопроводности используемых металлов. С другой стороны, более низкая теплопроводность сплава оказывается желательной для стенок реакторов биогазовых установок. Подобные примеры указывают на необходимость знания теплопроводности материалов, поскольку иначе не выполнить ни один инженерный тепловой расчет.

Основными конструкционными материалами на сегодняшний день являются металлические сплавы. Они представляют собой макроскопические однородные системы, состоящие из двух и более металлов. Из-за разнообразия комбинаций исходных составляющих число сплавов велико и продолжает неуклонно расти.

**Методика.** Как известно, количественные характеристики физических свойств веществ и материалов можно найти тремя способами: постановкой эксперимента, расчетом по известным из теории уравнениям и поиском различных приближенных математических зависимостей. И теплопроводность как чистых металлов, так и их сплавов здесь не является исключением.

Проведение эксперимента требует наличия соответствующих образцов, квалифицированных кадров, больших экономических и временных затрат. Для экспериментального исследования теплофизических свойств даже всех известных на сегодняшний день сплавов, по-видимому, не хватает ни сил, ни времени, ни средств. В то же время теплопроводность чистых металлов изучена достаточно полно.

По результатам анализа ситуации, сложившейся в области изучения теплопроводности металлических сплавов, Г.И. Дульнев и Ю.П. Заричняк приходят к выводам [1]:

1. Состояние развития теории теплопереноса в настоящее время не позволяет предложить надежный метод предсказания величины теплопроводности любого сплава по известным значениям свойств исходных компонентов и их концентраций.

2. До настоящего времени не имеется строгого расчета теплопроводности твердых растворов методами молекулярно – кинетической или квантовой теории твердого тела.

3. Известные приближенные решения для теплопроводности твердых растворов, как правило, содержат ряд допущений и упрощений,

правомочность которых не обосновывается.

Добавим, что в условиях, когда опытным путем «неподъемно», а теоретически пока недоступно, проблема дальнейшего развития моделей для прогнозирования теплопроводности сплавов и сегодня сохраняет свою актуальность.

Основная цель работы – отыскание зависимости теплопроводности металлических сплавов от теплопроводностей и концентрации их компонентов.

В основе описания механизма переноса теплоты теплопроводностью в металлах лежит представление о переносе энергии частицам электронного газа. При наличии перепада температуры он движется в объеме колеблющейся кристаллической решетки, подчиняясь кинетической формуле Дебая [2-11]:

$$\lambda_e = \frac{1}{3} c_p \rho V L. \quad (1)$$

Здесь  $\lambda_e$  – электронная составляющая теплопроводности;  $c_p \rho$  – объемная теплоемкость;  $V$  – средняя скорость движения электронов проводимости;  $L$  – средняя длина свободного пробега электронов между столкновениями с ионами кристаллической решетки. Согласно  $\tau = \frac{L}{V}$  определяется так называемое время релаксации  $\tau$ , которое также называют средним временем свободного пробега.

К настоящему времени получены уравнения для электронной составляющей теплопроводности  $\lambda_e$ :

- в классической теории (теория Друде – Лоренца) [8,9]:

$$\lambda_e = \frac{3k^2 n_e T L}{2mV}, \quad (2)$$

- в квантовой теории [6-11]

$$\lambda_e = \frac{8\pi^3}{9} \left( \frac{3n_e}{8\pi} \right)^{2/3} \frac{k^2 T L}{\kappa}; \quad (3)$$

$$\lambda_e = \frac{\pi^2 n_e k^2 T L}{3mV_F}; \quad (4)$$

$$\lambda_e = L o \frac{n_e e^2 T L}{mV_F}; \quad (5)$$

Как видно из уравнений (2) – (5), теплопроводность  $\lambda_e$  определяется через постоянную Больцмана  $k$ , постоянную Планка  $h$ , а также через параметры электронов: массу электрона  $m$ , заряд электрона  $e$  и зависит от длины свободного пробега электронов  $L$ , от средней скорости  $V$  их движения, от плотности электронов  $n_e$  ( то есть от числа электро-

нов в единице объема); от скорости электронов  $V_F$ , соответствующей энергии Ферми при температуре  $T=0$  К, а также от температуры  $T$  металла. В (5):  $Lo$  – число Лоренца, определяемое через  $k$  и  $e$ . В правую часть выражения (2) входят три неизвестные величины:  $n_e$ ,  $\tau$  и  $m$  (хотя при выводе уравнения  $m$  полагают массой свободного электрона, но это не является обязательным), а уравнение для их определения по опытным данным для теплопроводности  $\lambda_e$  всего одно. Отмеченное относится и к уравнениям (3) – (5). Также общим является то, что при неизменной температуре  $T$  теплопроводность  $\lambda_e$  металлов прямо пропорциональна средней длине свободного пробега электронов в  $L$ :

$$\lambda_e \propto L. \quad (6)$$

В изучении физического явления теплопроводности металлов длина свободного пробега электронов  $L$  и время  $\tau$  их релаксации играют фундаментальную роль. Теория вычисления  $L$  и  $\tau$  на микроскопическом уровне отсутствует [3, 5] Вычисление и нахождения величины длины  $L$  через определяющие ее параметры относятся к числу основных задач теории металлов [3,5].

В работе [12] и др. величина  $L$  определяется через ряд микро- и макропараметров, а в [13,14] – опытным путем. Решая уравнения (1) совместно с уравнением, отражающим пропорциональность тепловых потоков теплопроводностью и излучением в металлах, можно получить уравнения для определения  $L$ ,  $V$  и  $\tau$  через теплопроводность  $\lambda$  и объемную теплоемкость  $c_p\rho$ , то есть через доступные измерения макропараметры [15]. Тогда теплопроводность  $\lambda$  металлов в функции от длины  $L$  и времени  $\tau$  можно вычислить соответственно, по формулам:

$$\lambda = \left(\frac{4\sigma}{9} c^2\right)^{1/3} (c_p\rho)^{2/3} TL; \quad (7)$$

$$\lambda = \left(\frac{48\sigma}{9} c^4\right)^{1/3} (c_p\rho)^{1/3} T^2\tau. \quad (8)$$

Здесь  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана;  $c$  – скорость света в вакууме;  $c_p\rho$  – объемная теплоемкость металла. Видно, что равенство (7) отвечает взаимосвязи (6), установленной теоретически (в том числе) и в рамках квантовых представлений о переносе

теплоты электронами проводимости.

Механизм формирования теплопроводности  $\lambda$  сплавов (скажем, при их сплавлении из чистых металлов) пока науке не известен. Однако есть основание полагать, что он имеет электронно-ионную основу, связан со сближением атомов в расплаве по мере его кристаллизации, причем, присущие этому акты передачи энергии существенно включают необратимость, а, следовательно, связанные с процессами релаксации. Как подчеркивает Н.Бор, в квантовой механике рассматривается не индивидуальный процесс (квантовый переход или квантовый скачек), заданный причинно, а априорная вероятность его осуществления. Все, что происходит во время перехода, вероятно, вообще не может быть выражено языком, который подсказывает нашей способности к наглядному воображению те или иные картины [16]. В квантовой механике для описания явлений атомного масштаба используется [17] понятие вероятности, а, тем самым, и понятие потенциальной возможности, которая может быть либо подтверждена, либо опровергнута опытом.

Если принять во внимание, что отношение  $1/L$  (по своему смыслу) – вероятность рассеяния электрона на единице пути [2], то можно также принять, что (при неизменной температуре  $T$ ) вероятность  $P_i$  появления величины  $\lambda_i$ , как события, прямо пропорциональна средней длине свободного пробега электронов  $L_i$ , или с учетом (7):

$$P_i \propto b_i^n (c_p\rho)_i^{2/3} L_i. \quad (9)$$

Здесь  $b_i$  – концентрация  $i$ -го компонента сплава; при  $b_i = 0$  и  $P_i = 0$ . Тогда, согласно теореме о сложении вероятностей, при условии, что

$$\sum_i b_i = 1, \quad (10)$$

имеем

$$(c_p\rho)^{2/3} L = \sum_i b_i^n (c_p\rho)_i^{2/3} L_i, \quad (11)$$

где индекс  $i$  нумерует компоненты сплава.

В наиболее простом случае ( $b_1 + b_2 = 1$ ) для биметаллического сплава

$$(c_p\rho)^{2/3} L = b_1^n (c_p\rho)_1^{2/3} L_1 + b_2^n (c_p\rho)_2^{2/3} L_2. \quad (12)$$

Тогда в согласии с исходным уравнением (9) приходим к взаимосвязи

$$\lambda = b_1^n \lambda_1 + b_2^h \lambda_2, \quad (13)$$

которая при величине  $n = 1$  отвечает известному из материаловедения правилу Курнакова, аддитивно связывающему различные свойства сплавов-смесей со свойствами исходных компонентов через их концентрации  $b_i$ . Применительность уравнения (15) в записи вида

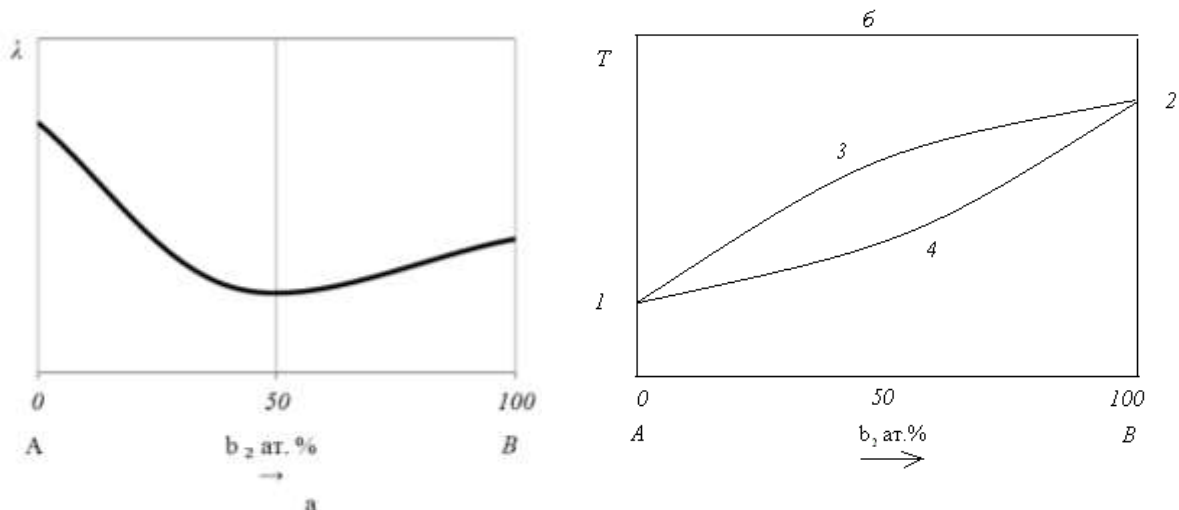
$$\lambda = b_1 \lambda_1 + b_2 \lambda_2, \quad (14)$$

для случая двойных сплавов- смесей проверена авторами работы [1]. Оказалось, что расчеты теплопроводности  $\lambda$  сплавов удовлетворительно согласуются с опытом при малом различии между величинами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , но дают значительное расхождение с экспериментом при большом различии.

Уравнение (13) включает в себя две неизвестные величины:  $n$  и  $\lambda$ . Здесь  $n$ , возможно, можно найти методом подбора либо обратным пересчетом по известным экспериментальным данным теплопроводности  $\lambda$  твердых растворов для одной или нескольких концентраций [1]. Решение этой задачи в данной работе не приводится. Отметим, что здесь существенную роль играют известные закономерности (или правила) Курнакова. По типам сплавов они отражают

взаимосвязи, корреляции между диаграммами состав – свойство и их диаграммами состояния [18]. На сегодняшний день эти закономерности, установленные Н.С. Курнаковым, С.Ф. Жемчужинным и их последователями, являются, пожалуй, единственным достаточно надежным инструментом для прогноза теплопроводности  $\lambda$  металлических сплавов.

Как известно, сплавы замещения образуются чистыми металлами, имеющими однотипные кристаллические решетки. Атомы исходных компонентов настолько близки по размерам и электронному строению, что оба компонента неограниченно взаимно растворимы в жидком и твердом состоянии. В непрерывном ряду твердых растворов теплопроводность  $\lambda$  сплавов монотонно изменяется (рисунок 1, а). Кривая  $\lambda(b_2)$  на координатной плоскости  $\lambda - b_2$  является вогнутой и имеет минимум. Свообразием отличаются и диаграммы состояния рассматриваемых сплавов (рисунок 1, в). Для данных сплавов на кривых  $\lambda(b_2)$ , то есть на концентрационных зависимостях их теплопроводности минимумы, как правило, наблюдаются при  $b_2 = 50\%$  (атомн.) [19-22], а сами кривые несимметричны по отношению к вертикали, отвечающей данной концентрации.



$T$  – температура; 1-3-2 – линия ликвидуса 1-4-2 – линия солидуса;  $b_2$  – атомная концентрация растворимого компонента

Рис. 1. Диаграмма теплопроводность – концентрация (а) и диаграмма состояния (б) сплавов замещения



Возвращаясь к выражению (15), перепишем его в виде

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = b_1^n + b_1^n \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad (15)$$

а также

$$F = F_1 + F_2, \quad (16)$$

где функции

$$F = \frac{\lambda}{\lambda_1}; F_1 = b_1^n = (1 - b_2)^n; F_2 = b_2^n \frac{\lambda_2}{\lambda_1}. \quad (17)$$

Если теплопроводность  $\lambda$  сплавов замещения подчиняется зависимостям (15) – (17), а  $n$  – некоторое число, то убывающая с ростом концентрации  $b_2$  растворимого компонента функция  $F_1$  для них является общей. Тогда индивидуальность теплопроводности  $\lambda$  сплавов проявляется через сомножитель  $\lambda_2/\lambda_1$  в

функции  $F_2$ . В первом приближении в рассмотренном ниже числовом примере можно принять величину  $n = 2$ .

Рассмотрим сплавы системы медь Cu – никель Ni, отличающиеся повышенной стойкостью к коррозиям. Полагаем теплопроводности меди  $\lambda_1$  и никеля  $\lambda_2$  известными по результатам измерения. На рисунке 2 приведены:

- опытные данные по относительной теплопроводности  $\lambda/\lambda_1$  сплавов [11,22,23];

- пунктирная линия 1, отвечающая кривой, построенной авторами [22] ранее на координатной плоскости  $\lambda - b_2$ ;

- сплошная линия 2, проведенная, согласно результатом вычисления  $\lambda/\lambda_1$ , по формуле (13). Величина относительной теплопроводности  $\lambda_2/\lambda_1$  исходных компонентов сплавов, как и в работе [22], принята равной 0,857.

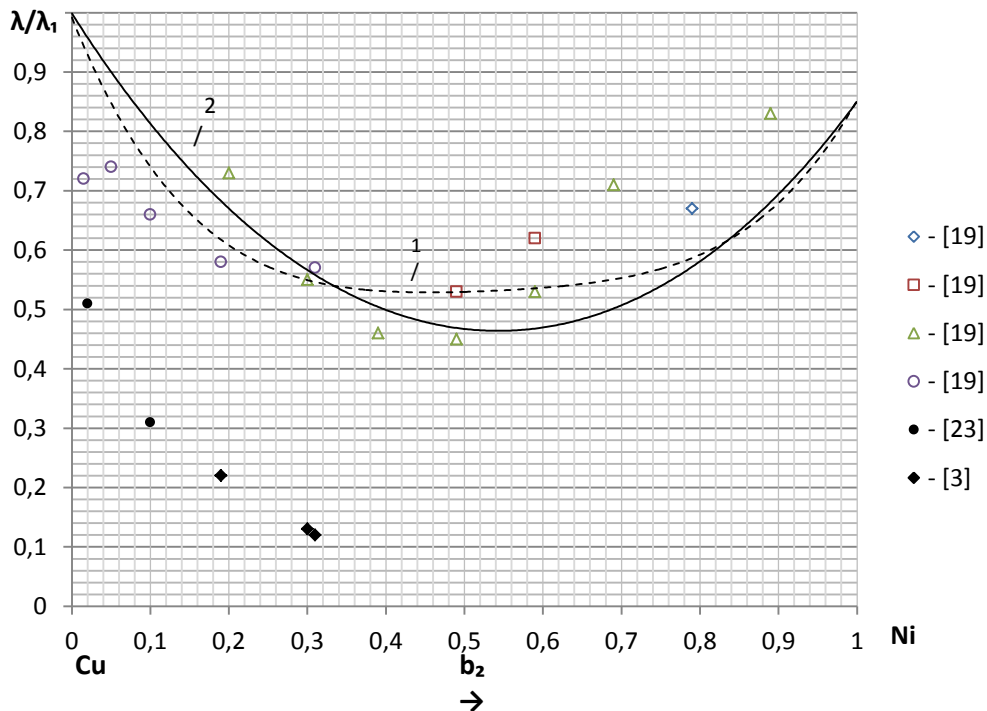


Рис. 2. Изменение теплопроводности от концентрации в бинарной системе Cu – Ni при T = 300 K

Видно, что опытные точки [11,23] далеки от массива экспериментальных данных работы [22]; причины здесь не обсуждаем; наличие данных отклонений не учитываем. Вопрос о погрешностях теплофизических измерений нами был рассмотрен ранее [24, 25]. Кривые 1 и 2 на координатной плоскости  $\lambda/\lambda_1 - b_2$  пересекаются в двух точках, причем, таким образом, что минимумы каждой из них наблюдаются

при атомной концентрации  $b_1 = b_2 = 0.5$ . Кривые 1 и 2 несимметричны по отношению к вертикали для  $b_2$ . Существенным является ответ на вопрос, является ли кривая 1 в работе [22] просто сглаживающей кривой, либо она построена с использованием статистических методов обработки опытных данных? Однако в любом случае величина показателя степени  $n$  в (9) – (13) требует уточнения.

С другой стороны, при построении кривой 2, по данным работы [22], для химически чистой меди Cu нами была принята величина теплопроводности  $\lambda_1 = 175 \text{ Вт/(мК)}$ . Именно ей отвечает ход кривых 1 и 2. В то же время для чистой меди наиболее вероятная величина  $\lambda_1$ , скорее всего, близка к  $397 \text{ Вт/(мК)}$  [26]. Подобное различие (более чем в 2 раза) можно объяснить тем, что при неудобном выборе масштаба, участок кривой, которому соответствует минимум, был бы представлен не столь отчетливо. В данной связи следует отметить, что наличие даже весьма малого количества примесей в чистых металлах способно существенно снизить их теплопроводность. Тем не менее, согласие хода кривых 1 и 2 на координатной плоскости  $\lambda/\lambda_1 - b_2$  с учетом простоты взаимосвязи между определяющими ход кривой 2 параметрами можно считать вполне удовлетворительным.

Следует также отметить, что уравнение (13) в  $L$ -приближении по предложенному выше алгоритму, в принципе, может быть получено согласно каждому из отмеченных выше известных соотношений (1) – (5). Однако выражение (12) представляет и самостоятельный интерес, позволяя объяснить характер концентрационной зависимости теплопроводности. Приведем его к безразмерному виду

$$\frac{(c_p \rho)^{2/3} L}{(c_p \rho)_1^{2/3} L_1} = b_1^n + b_2^n \frac{(c_p \rho)_2^{2/3} L_2}{(c_p \rho)_1^{2/3} L_1}. \quad (18)$$

Уравнения (13) и (18) отвечают правилу предельных переходов, то есть обеспечивают возможность получать физически правильные результаты в предельных случаях [1]. Действительно, при  $b_1 = 0$  имеем  $(c_p \rho)^{2/3} L = (c_p \rho)_2^{2/3} L_2$ , а при  $b_2 = 0$  получаем  $(c_p \rho)^{2/3} L = (c_p \rho)_1^{2/3} L_1$ .

Обратим внимание на сомножитель при  $b_2^n$ . При комнатных температурах молярная теплоемкость  $c_{p\mu}$  чистых металлов зависит [24] и от их температуры плавления, и от номера группы элементов в периодической системе. Однако приближенно можно принять, что  $c_{p\mu}$  отвечает правилу Дюлонга и Пти [1, 10]:

$$c_{p\mu} = \mu c_p = 3R = 3k N_a. \quad (19)$$

Здесь  $\mu$  – атомная (или молярная) масса;  $c_p$  – удельная теплоемкость при постоянном давлении;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $k$  – постоянная Больцмана;  $N_a$  – число Авогадро.

Плотность  $\rho$  металла – величина, получающаяся от деления молярной массы  $\mu$  на молярный объем  $V_m$ :

$$\rho = \frac{\mu}{V_m}, \quad (20)$$

а молярный объем  $V_m$  металла и сплава можно рассчитать по формуле:

$$V_m = N_a a^3 / \alpha_0, \quad (21)$$

где  $a$  – период кристаллической решетки;  $\alpha_0$  – среднее число атомов, приходящееся на одну элементарную кристаллическую ячейку.

Тогда объемную теплоемкость металла  $c_p \rho$  можно определить по их соотношению:

$$c_p \rho = \frac{3\alpha_0 k}{a^3} = \frac{3\alpha_0 k}{\Omega}, \quad (22)$$

где  $\Omega$  – объем элементарной кристаллической ячейки.

Сплавы замещения образуют металлы, имеющие однопериодные кристаллические решетки, и  $\alpha_{01} = \alpha_{02}$ . Тогда с учетом правила предельных переходов уравнение (19) можно записать в виде

$$\left(\frac{\Omega_1}{\Omega}\right)^{2/3} \frac{L}{L_1} = b_1^n + b_2^n \left(\frac{\Omega_1}{\Omega_2}\right)^{2/3} \frac{L_2}{L_1}, \quad (23)$$

где  $L$  – средняя длина свободного пробега электронов в сплаве;  $\Omega$  – средний атомный объем в сплаве;  $b_1$  и  $b_2$  – соответственно, атомные концентрации растворителя и растворимого компонента.

Очевидно, что уравнение (23) отражает взаимосвязь между рядом значимых параметров, но позволяет найти лишь только одну неизвестную величину.

Можно отметить, что в согласии с результатами экспериментальных исследований [27] для сплавов замещения, изменение действительного атомного объема  $\Omega$  в функции от атомной концентрации  $b_2$  растворимого компонента повторяет ход линии солиудуса 1-4-2 на соответствующей диаграмме состояния (см. рисунок 1б). Иными словами, на координатной плоскости  $\Omega - b_2$  кривая  $\Omega(b_2)$ , следуя правилам Курнакова, является вогнутой.

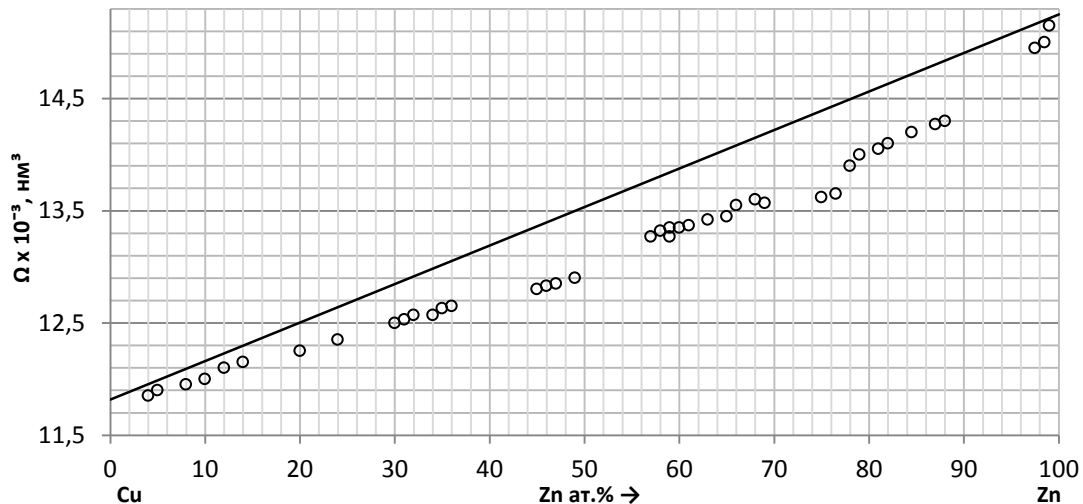


Рис. 3. Изменение атомного объема  $\Omega$  от концентрации  $b_2$  в бинарной системе Cu – Zn. Сплошная линия – правило аддитивности атомного объема [27]

Отмеченное связывают [27] с эффектом сверхструктурного сжатия, который играет значительную роль в стабилизации фаз сплавов за счет выигрыша в свободной энергии. Величина структурного сжатия  $\Delta\Omega$  определяется как разность между вычисленной по правилу аддитивности средней величиной атомного объема и экспериментально найденным в функции от  $b_2$  средним атомным объемом.

Если в согласии с мнением авторов [27] атомный объем представить в виде сферы радиусом  $R$ , то уравнению (23) можно придать вид

$$\frac{L}{S} = b_1^n \frac{L_1}{S_1} + b_2^n \frac{L_2}{S_2}, \quad (24)$$

где  $S, S_1$  и  $S_2$  – соответственно, средние площади поперечных сечений атомов сплава и его исходных компонентов. Уравнения (23) и (24) можно считать микроаналогами уравнения (15). Здесь приходим к взаимосвязи вида

$$\lambda \sim \frac{L}{S}. \quad (25)$$

Если допустить возможность аналогии между движением обобщенных электронов проводимости в кристаллической решетке и обтеканием препятствий набегающим на них газовым потоком, то размерной параметр  $S$  есть как бы средний единичный объем аэродинамической тени. Тогда из (24) следует, что

теплопроводность  $\lambda$  в металлах и сплавах тем больше, чем больше средняя длина свободного пробега электронов  $L$  и чем меньше средний единичный объем аэродинамической тени  $S \cdot 1$  за атомами кристаллической решетки в направлении переноса теплоты электронами проводимости. Тем самым, результаты проведенного исследования имеют простой физический смысл.

**Выводы.** В настоящей работе дан анализ представленной о физической природе теплопроводности в металлах и сплавах. Получены уравнение для теплопроводности и его микроаналог как уравнение взаимосвязи средних атомных объемов, длин свободных электронов и концентраций компонентов со средними атомными объемами и длинами свободного пробега электронов в сплавах замещения. Уравнение (23) описывает сверхструктурное сжатие в сплавах как изменение размеров их атомов по мере изменения атомной концентрации компонентов. Полученные результаты отвечают современным представлениям о физической природе металлов и могут быть использованы, в частности, при разработке методов конструирования их теплофизических характеристик и прогнозирования температурных полей в условиях эксплуатации.

## Литература

1. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Л.: Энергия, 1974. 264 с.
2. Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Качанов М.И. Электронная теория металлов. М.: Наука, 1971. 209 с.
3. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. М.: Физматлит, 2010. 598 с.
4. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000. 494 с.
5. Колоколов А.А. Физика твердого тела: конспект лекций. М.: Изд-во МГУ "САНКИН", 2012. 142 с.
6. Юм-Розери В. Атомная теория для металлургов / перевод с англ. М.: ГНТИ, 1955. 332 с.
7. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Тургин П.П. Основы физики твердого тела. М.: Физматлит, 2001. 332 с.
8. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела: в 2 т. Т.1. / перевод с англ. М.: Мир, 1979. 400 с.
9. Берман Р. Теплопроводность твердых тел / перевод с англ. М.: Мир, 1979. 288 с.
10. Вонсовский С.В., Кацнельсон М.И. Квантовая физика твердого тела. М.: Наука, 1983. 336 с.
11. Теплопроводность твердых тел: справочник / под ред. А.С. Охотина. М.: Энергоатомиздат, 1984. 320 с.
12. Пчелинцев А.Н., Шишин В.А. Время релаксации электронов проводимости в металлах // Вестник ТГТУ, 2003. Т.9. №3. С. 464–468.
13. Блехер Б.Э., Заклавский С.Л., Кораблев В.В. Способ определения длин свободного пробега электронов: а.с. 1718069 СССР, МКИ G 01 N 23/227. №4781430/25; заявл. 27.11.89; опубл. 07.03.92, Бюл. №9. 161 с.
14. Беседина Е.А., Кремков М.В. Способ определения длины свободного пробега электронов в твердом теле: а.с. 1822955 СССР, МКИ B 01 №23/22. №4829455/25; заявл. 28.05.90; опубл. 23.06.93, Бюл. №23. 51 с.
15. Кошман В.С. Об одном подходе к обобщению опытных данных по теплофизическим свойствам элементов периодической системы Д.И. Менделеева // Пермский аграрный вестник, 2014. №2(6). С. 35–42.
16. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики / перевод с англ. М.: Наука, 1985. 384 с.
17. Фок В.А. Квантовая физика и строение материи. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 72 с.
18. Баранов Е.М., Лихачев Е.А., Макиенко В.М. Материалы электротехники и электронной техники: учебное пособие. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. 103 с.
19. Елманов Г.Н., Зуев М.Т., Смирнов Е.А. Теплопроводность металлов и сплавов: М.: Изд-во МФТИ, 2007. 32 с.
20. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1980. 320 с.
21. Денисова Э.И., Шак А.В. Измерение теплопроводности на измерителе ИТ-Ламбда-400: методическое руководство к лабораторной работе. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2005. 35 с.
22. Ho C.Y., Akezman M.W., Wu K.Y., Oh S.G., Havill T.N. Thermal Conductivity of Ten Selected Binary Alloy Systems. J. Phys. Chem. Ref. Data. Vol.7. No.3, 1978, p.958-1177. Режим доступа: [www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd123.pdf](http://www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd123.pdf).
23. Физические величины: справочник / под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.
24. Приходько И.М., Кошман В.С. О закономерностях для теплоемкости элементов периодической системы Д.И. Менделеева // Инж.-физ. журнал. 1983. Т. 45. № 6. С.969–974.
25. Кошман В.С. О закономерностях для интегральной характеристики теплофизических свойств элементов периодической системы Д.И. Менделеева // Пермский аграрный вестник. 2014. №1(5). С. 22–27.
26. Смитлз К. Дж. Металлы: справочник / перевод с англ. М.: Металлургия, 1980. 447 с.
27. Клопотов А.А. Кристаллогеометрические и кристаллохимические закономерности образования бинарных и тройных соединений на основе титана и никеля: монография / А.А. Клопотов [и др.]; под общ. ред. А.И. Потекаева. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 312 с.

## ENHANCEMENT OF PREDICTION POSSIBILITIES OF THERMAL CONDUCTIVITY OF METAL ALLOY PRODUCTS

**V.S. Koshman**, Cand. Eng. Sci., Associate Professor  
Perm State Agricultural Academy,  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [kaftog@pgsha.ru](mailto:kaftog@pgsha.ru)

### ABSTRACT

The introduction of agriculture promising technologies involves the design of new structures with a desired level of thermal conductivity alloys and steels. Availability of information on their thermal conductivity is a prerequisite for carrying out engineering calculations of thermal conditions for the realization of technological processes. Despite the significant amount of existing research and the thermal conductivity of chemically pure metals and metal alloys is one of the least studied their physical properties. It is noted that due to the wide range of information on the thermal conductivity of alloys of each of them can be obtained empirically. So far, there is no rigorous calculation of thermal conductivity alloys by molecular - kinematic and quantum theory. The estimates of the order of magnitude of thermal conductivity alloys within the known methods each time turns into quite a challenge. For these reasons, the problem remains urgent to find new ways to predict the thermal conductivity of alloys with a minimum amount of available experimental data. According to the modern theory of metals, their thermal conductivity is directly proportional to the mean free path  $L$

electrons in the crystal lattice. Following the ideas of quantum theory in L - approximation, an equation for calculating the thermal conductivity of alloys was obtained. In copper - nickel alloy it is shown that the results of the calculation of the thermal conductivity agrees well with the experimental data and the results of generalization for substitution alloys, carried out by other authors. We also obtained the equation showing the relationship between the average atomic volumes and the mean free path of electrons alloys and initial components on the one hand and their atomic concentrations of the other. The resulting equation reflects the variability of the average atomic volumes in substitutional alloys with increasing concentrations of soluble atoms, which is characteristic of the known effect of superstructure contraction. It was found that the thermal conductivity of pure metal and metal alloy is directly proportional to the ratio of the mean free path of the electrons to the average cross sectional area of atoms in the crystal lattice. The proposed equations for calculating the thermal conductivity of alloys, the average atomic volumes in them, as well as the sectional area of the atoms are simple, but contain an unknown parameter, which can be found experimentally or otherwise. It is shown that the thermal conductivity of metals is directly proportional to the ratio of the mean free path of electrons to the cross-sectional area of the atom.

*Key words: chemically pure metals, metal alloys, thermal conductivity, the mean free path of the electrons, the atomic concentration, addition theorem, the average atomic volume, superstructure contraction, the average cross-sectional area of the atom.*

#### References

1. Dul'nev G.N., Zarichnyak Yu.P. Teploprovodnost' smesei i kompozitsionnykh materialov (Thermal conductivity of mixtures and composed materials), L.: Energiya, 1974, pp. 264.
2. Lifshits I.M., Azbel' M.Ya., Kachanov M.I. Elektronnaya teoriya metallov (Electron theory of metals), M.: Nauka, 1971, pp. 209.
3. Abrikosov A.A. Osnovy teorii metallov (Metal theory fundamentals), M.: Fizmatlit, 2010, pp. 598.
4. Pavlov P.V., Khokhlov A.F. Fizika tverdogo tela (Solid body physics), M.: Vysshaya shkola, 2000, pp. 494.
5. Kolokolov A.A. Fizika tverdogo tela: konspekt lektsii (Solid body physics: lecture conspect), M.: izdatel'stvo MGU "SANKIN", 2012, pp. 142.
6. Yum-Rozeri V. Atomnaya teoriya dlya metallurgov (Atomic theory for metallurgists), perevod s angl., M.: GNTI, 1955, pp.332.
7. Zinenko V.I., Sorokin B.P., Turgin P.P. Osnovy fiziki tverdogo tela (Solid body physics fundamentals), M.: Fizmatlit, 2001, pp. 332.
8. Ashcroft N., Mermin N. Fizika tverdogo tela (Solid body physics): 2 volumes, Vol.1, perevod s angl., M.: Mir, 1979, pp. 400.
9. Berman R. Teploprovodnost' tverdykh tel (Solid body thermal conductivity), perevod s angl., M.: Mir, 1979, pp. 288.
10. Vonsovskii S.V., Katsnel'son M.I. Kvantovaya fizika tverdogo tela (Solid body quantum physics), M.: Nauka, 1983, pp. 336.
11. Teploprovodnost' tverdykh tel: spravochnik, (Solid body thermal conductivity: guide), under ed. A.S. Okhotina, M.: Energoatomizdat, 1984, pp. 320.
12. Pchelintsev A.N., Shishin V.A. Vremya relaksatsii elektronov provodimosti v metallakh (Relaxation time of electron conductivity in metals), Vestnik TGTU, 2003, Vol.9, No.3, pp. 464–468.
13. Blekher B.E., Zaklavskii S.L., Korablev V.V. Sposob opredeleniya dlin svobodnogo probega elektronov (Determination method for length of electrons free path), a.s. 1718069 SSSR, MKI G 01 N 23/227, No. 4781430/25; zayavl. 27.11.89; opubl. 07.03.92, Byul, No.9, pp. 161.
14. Besedina E.A., Kremkov M.V. Sposob opredeleniya dliny svobodnogo probega elektronov v tverdom tele (Determination method for length of electrons free path in solid body) a.s. 1822955 SSSR, MKI B 01 No. 23/22, No.4829455/25; zayavl. 28.05.90; opubl. 23.06.93, Byul, No. 23, pp. 51.
15. Koshman V.S. Ob odnom podkhode k obobshcheniyu opytnykh dannykh po teplofizicheskim svoistvam elementov periodicheskoi sistemy D.I. Mendeleeva (To one approach to experimental data on thermal-physical properties of D.I. Mendeleev elements periodic systems), Permskii agrarnyi vestnik, 2014, No.2(6), pp. 35–42.
16. Dzhemer M. Evolyutsiya ponyatii kvantovoi mekhaniki (Evolution of determination of quantum mechanics), perevod s angl., M.: Nauka, 1985, pp.384.
17. Fok V.A. Kvantovaya fizika i stroenie materii (Quantum mechanics and structure of matter), M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM», 2010, pp. 72.
18. Baranov E.M., Likhachev E.A., Makienko V.M. Materialy elektrotekhniki i elektronnoi tekhniki (Materials of electrical and electronic technics), uchebnoe posobie, Khabarovsk: izdatel'stvo DVGUPS, 2011, pp. 103.
19. Elmanov G.N., Zuev M.T., Smirnov E.A. Teploprovodnost' metallov i splavov (Thermal conductivity of metals and alloys), M.: izdatel'stvo MFTI, 2007, pp. 32.
20. Livshits B.G., Kraposhin V.S., Linetskii Ya.L. Fizicheskie svoistva metallov i splavov (Physical properties of metals and alloys), M.: Metallurgiya, 1980, pp. 320.
21. Denisova E.I., Shak A.V. Izmerenie teploprovodnosti na izmeritele IT-Lambda-400: metodicheskoe rukovodstvo k laboratornoi rabote (Measuring thermal conductivity by IT-Lambda-400: methodical guide for laboratory activities), Ekaterinburg: izdatel'stvo UGTU-UI, 2005, pp. 35.
22. Ho C.Y., Ackezman M.W., Wu K.Y., Oh S.G., Havill T.N. Thermal Conductivity of Ten Selected Binary Alloy Systems. J. Phys. Chem. Ref. Data. Vol.7. No.3, 1978, p.958-1177. Режим доступа: [www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd123.pdf](http://www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd123.pdf).

23. Fizicheskie velichiny: spravochnik (Physical quantities), under ed. I.S. Grigor'eva, E.Z. Meilikhova. M., Energoatomizdat, 1991, pp. 1232.
24. Prikhod'ko I.M., Koshman V.S. O zakonomernostyakh dlya teploemkosti elementov periodicheskoi sistemy D.I. Mendeleeva (About regularities for heat capacity of elements of Mendeleev system), Inzh.-fiz. zhurnal, 1983, Vol. 45, No.6, pp. 969–974.
25. Koshman V.S. O zakonomernostyakh dlya integral'noi kharakteristiki teplofizicheskikh svoystv elementov periodicheskoi sistemy D.I. Mendeleeva (About regularities for integrated characteristic of thermophysical properties of elements in Mendeleev system), Permskii agrarnyi vestnik, 2014, No.1(5), pp. 22–27.
26. Smitz K. Dzh. Metally: spravochnik (Metals: guide), perevod s angl., M.: Metallurgiya, 1980, pp. 447.
27. Klopotov A.A. Kristallogeometricheskie i kristallokhimicheskie zakonomernosti obrazovaniya binarnykh i troinykh soedinenii na osnove titana i nikelya (Crystal-geometric and crystal-chemical formations of binary and ternary combinations based on titanium and nickel), monografiya, A.A. Klopotov [et al.], under ed. A.I. Potekaeva. Tomsk: izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011, pp. 312.

УДК 633.2/4.003 (470.342)

## СПОСОБЫ ПРОДЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ДОЛГОЛЕТИЯ БОБОВЫХ ТРАВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И КУЛЬТУРНЫХ УГОДЬЯХ

**Р.Ф. Курбанов**, д-р техн. наук, профессор;  
**И.Н. Ходырев**, аспирант,  
ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА,  
Октябрьский пр-т, 133, Киров, Россия, 610017  
E-mail: [kurrust@mail.ru](mailto:kurrust@mail.ru)

*Аннотация.* В статье приводятся новые способы полосного посева семян трав с чередованием участков различных по своему видовому составу и полосной посев озимых зерновых культур в дернину многолетних бобовых трав. Основной целью этих способов является продление производственного использования посевов трав с высокой продуктивностью в течение всего срока использования. В производственных исследованиях по первому способу использовали семена лядвенца рогатого сорта Солнышко и клевера сорта Мартун. По второму способу в старосеянный клевер высеяны семена озимой ржи сорта Фаленская 4. Представлены результаты лабораторно-полевых наблюдений за появлением всходов посевов при полосном посеве и результаты производственных исследований в условиях Кировской области.

*Ключевые слова:* посевы бобовых трав, период использования, способ полосного посева, чередование посевов, урожайность трав.

**Введение.** На сегодняшний день в основном используются два способа улучшения естественных кормовых угодий: поверхностное и коренное. Все мероприятия улучшения направлены на создание благоприятных условий для роста и развития подсеянных трав и, как следствие, – на увеличение урожайности угодий [1].

В последние два десятилетия нашел применение так называемый «промежуточный» способ улучшения естественных кормовых угодий, который представляет собой посев семян трав в дернину с минимальной ее обра-

боткой. В луговодстве минимальной обработкой называется прием улучшения лугов и пастбищ химической обработкой гербицидами с одновременным механическим разрушением дернины на небольшую глубину. Этот прием распространен в США, Франции, Новой Зеландии и ряде других зарубежных стран [2].

Полосной посев семян различных бобовых и бобово-злаковых культур значительно улучшает видовой состав травостоя, качества корма, продуктивность лугов и пастбищ, продлевает периоды производственного долголетия [3].

Исследования, проведенные ранее по изучению продолжительности периода производственного использования, показали, что клевер держится в травостое в среднем 3 года, а лядвенец рогатый – 8...10 лет. При этом следует уточнить, что клевер дает высокий урожай, начиная с первого года производственного использования, а лядвенец рогатый – со 2...3 года. Опыты же с высевом этих культур одновременно (в виде смеси) показали, что лядвенец рогатый «выпадал» из такого посева, так как интенсивно угнетался, особенно в первые 2 года производственного использования, со стороны клевера. Опыты проводились на пойменном лугу в бассейне реки Вятки. Сопоставляя среднеурожайные показатели по видам высеваемых бобовых трав, можно констатировать, что по сравнению с естественным травостоем (за 8 лет наблюдений средняя урожайность составила 2,54 т/га) внесение РК и извести (фон) способствовали повышению урожайности, и в среднем она составила 3,03 т/га [4, 5].

Влияние клевера проявлялось в первые 3...4 года использования, а затем он выпадал из травостоя, и урожайность спадала до уровня естественного, в среднем составляя 3,59 т/га. Замена в травостое малопродуктивных дикорастущих видов трав лядвенцем рогатым способствовала существенному увеличению урожайности луга. В среднем за 8 лет производственного использования урожайность возросла по отношению к природному травостое (контролю), в зависимости от норм высеянных семян, на 58,8...71,5% (по годам) и составила 4,35 т/га [4].

Объединение посева этих двух культур может позволить повысить производственное долголетие посеянных травостоев. Посев будет высокопродуктивным уже с первого года производственного использования за счет клевера, а с 3...4 года урожайность будет восполнена лядвенцем рогатым. Средняя урожайность составит 4,75 т/га, что выше средних значений урожайности при посеве культур по отдельности, а общий период использования увеличится до 8 лет.

**Методика.** Исследовали способ возделывания трав на естественных кормовых угодьях [6]. За основу взят ленточный полосной посев с чередующимися участками, различными по своему видовому составу. Основной операцией этого способа является прямой полосной посев трав фрезерной сеялкой [7, 8] (например, клевера, лядвенца рогатого и т.д., но не менее двух культур) в механически разрушенную дернину, раздельно друг от друга, заданной длиной  $l_1$ ,  $l_2$  циклически-последовательно в полосы. В таком посеве в первые 2...3 года производственного использования основная доля в травостое будет принадлежать клеверу, а к 3...4 году его продуктивность ослабнет и будет восполнена лядвенцем рогатым, таким образом, получим высокоурожайный травостой долголетнего производственного использования.

Были проведены лабораторно-полевые исследования по изучению урожайности, оптимальности длин засеваемых полос, динамики всхожести, влияния аборигенной растительности на посеянные травы по предлагаемому способу их возделывания на естественных кормовых угодьях.

В качестве опытных образцов взяты семена лядвенца рогатого сорта Солнышко и клевера сорта Мартун. Заложение травостоя по схеме, указанной на рисунке 1, было осуществлено 19 августа 2008, при этом определялись физико-механические свойства дернины: влажность определяли путём высушивания, согласно методике полевых испытаний машин и орудий, для защиты почв от водной эрозии. На момент посева относительная влажность почвы составляла 14,6%. Твёрдость почвы определяли с помощью самопишущего твердомера Ревякина в местах определения влажности, твёрдость почвы была равна 24,77 кг/см<sup>2</sup>. Связность дернины определяли согласно методике [9], она составила 9,91 кН/м<sup>2</sup>.

Первые всходы появились 27 августа 2008 г. Затем каждые два дня проверялось количество всхожих семян на площади 1 м<sup>2</sup>. Общая динамика появления всходов клевера и лядвенца рогатого представлена на рисунке 1.

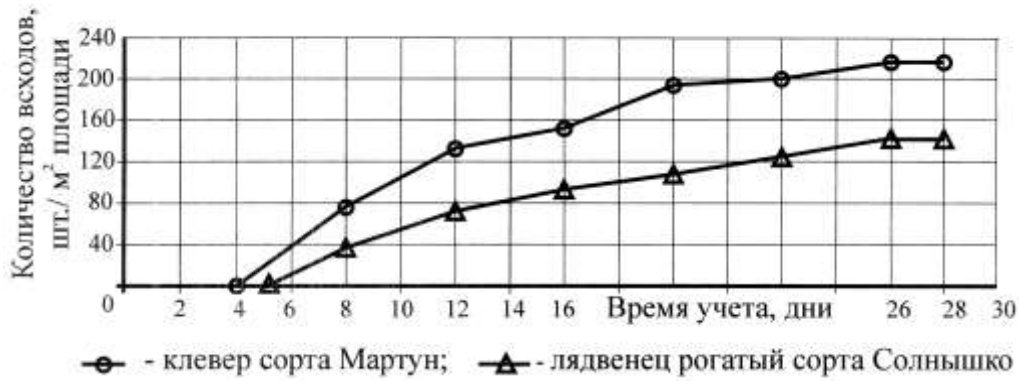


Рис. 1. Динамика появления всходов клевера и люцерны рогатой

По результатам проведенных лабораторно-полевых исследований, связанных с внедрением способа возделывания трав на естественных сенокосах и пастбищах по указанной схеме, можно сделать вывод о том, что уже через 28 дней после посева большая часть посеянных семян взойшла, при этом всходы клевера появлялись интенсивнее, чем люцерны рогатой. Воздействие же со стороны аборигенной растительности не наблюдалось в течение 27 дней. Затем естественный травостой начал развиваться как на обработанных полосах, так и на их границах, однако уже никакого влияния на сформировавшиеся всходы не оказывал.

Результаты производственных испытаний в условиях ТНВ «Ванино» Афанасьевского района Кировской области показали, что урожайность травостоя при многокомпонентном полосном посеве семян многолетних трав в дернину с созданием чередующихся участков полос (клевер луговой с нормой высева 4,8 кг/га, люцерна рогатая с нормой высева 4,8 кг/га), позволяет снизить прямые эксплуатационные затраты на 97,8 руб./т. При этом средняя урожайность травостоя повышается на 8,5...24,5% по сравнению с раздельным высевом клевера лугового и люцерны рогатой

во в течение всего производственного периода использования.

Производственные исследования показали, что, независимо от нормы высева, наибольшее увеличение происходит при соотношении длин участков  $l_{\text{люд}} / l_{\text{кл}}$  в интервале 2,0...2,1. Увеличение и уменьшение этого соотношения приводит к снижению ежегодного стабильного валового выхода сена. Это происходит из-за того, что длины участков, на которых высевается люцерна рогатая, влияют на общий выход травостоя.

Для повышения производственного использования многолетних трав на пашне нами предлагается способ (рис. 2) [10, 11], используя известный полосный способ посева культур [12].

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что в последний год производственного использования по достижению укосной спелости многолетней бобовой культуры (например, клевера) её убирают, а затем осуществляется прямой полосный посев семян зерновых злаковых культур (смесь, озимые) в механически разрушенную дернину фрезерной сеялкой. После чего на следующий год обновленные посевы убираются на кормовые цели.

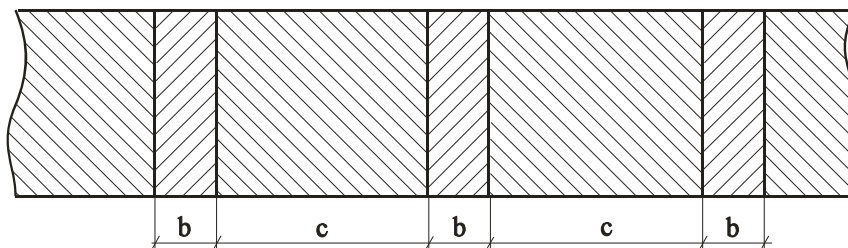


Рис. 2. Схема способа возделывания многолетних трав на пашне:

▨ - многолетние травы (клевер, люцерна); ▩ - злаковые зерновые культуры



**Результаты.** Для изучения способа посева по улучшению продуктивности многолетних трав на пашне выбран земельный участок, находящийся на территории Кировской области Кирово-Чепецкого района, на котором проводили посев семян клевера красного в течение трех лет.

При проведении исследований, в старосеянный клевер на глубину 40...60 мм были высеяны семена озимой ржи сорта Фаленская 4 с минеральным удобрением диаммофоска  $N_{10}P_{26}K_{26}$  и без удобрений. При этом, ширина механически разрушаемых полос  $b$  равна 110 мм, глубина составила 60...80 мм, ширина полос, оставшихся под клевером  $c$ , также равна 110 мм. Затем, обработанные и засеянные полосы были уплотнены. При таком расположении полос засеивается 50% площади зерно-

выми культурами, остальная часть остается под клевером.

В ходе опытов изучали динамику появления всходов (рис. 3) посеянных в дернину клевера семян озимой ржи и всхожесть (рис. 4). Первые всходы появились 26 сентября 2014 г. Затем каждые четыре дня проверяли количество всхожих семян.

Из анализа графиков следует, что основная масса посеянных семян всходит в течение месяца после посева, при этом всходы озимой ржи, посеянной с минеральными удобрениями, появляются интенсивнее, и полевая всхожесть ее семян оказались существенно выше, чем при посеве семян озимой ржи без минеральных удобрений. Появление всходов и общее их количество дает возможность сделать вывод, что урожайность культур будет выше.

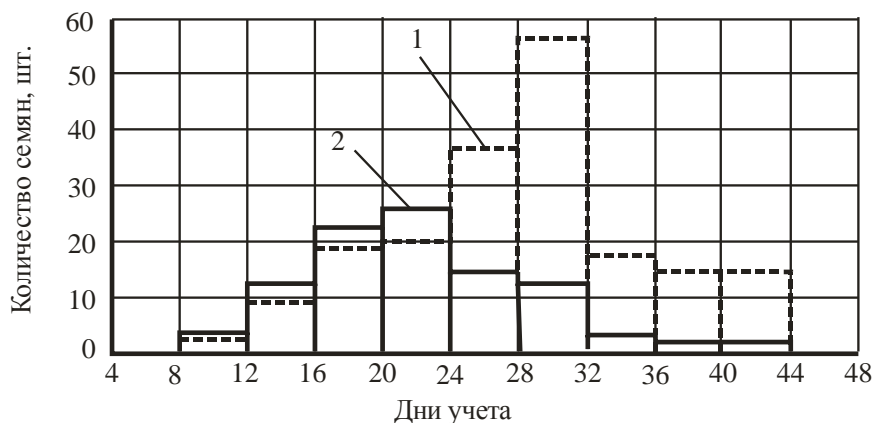


Рис. 3. Динамика появления всходов озимой ржи:  
1 – с минеральными удобрениями; 2 – без минеральных удобрений

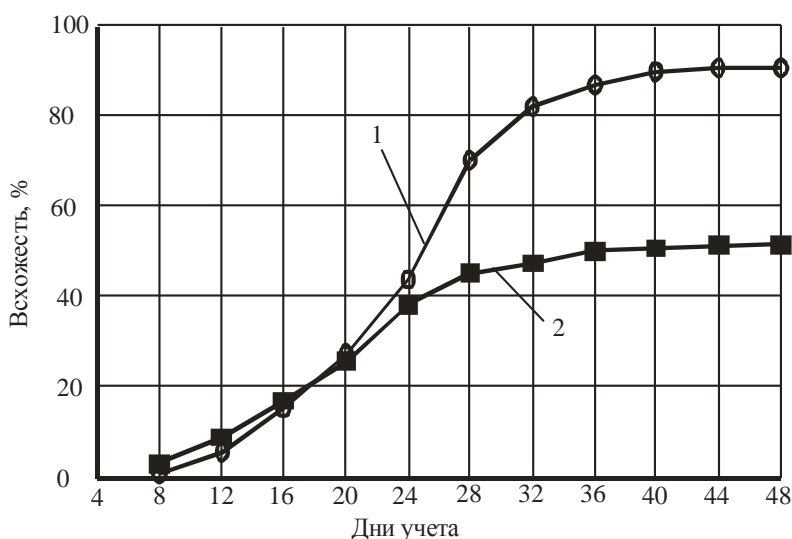


Рис. 4. Всхожесть озимой ржи, %:  
1 – с минеральными удобрениями; 2 – без минеральных удобрений

**Выводы.** 1. Многокомпонентный полосной посев семян многолетних трав в дернину с созданием чередующихся участков полос (нормы высева каждой культуры 4,8 кг/га) позволяет повысить среднюю урожайность травостоя на 8,5...24,5%, по сравнению с раздельным высевом клевера лугового и люцерны рогозчатой в течение всего производственного периода использования. При этом опти-

мальное соотношение длин участков в полосах  $l_{\text{люц}} / l_{\text{кл}}$  находится в интервале 2,0...2,1.

2. Способ полосного посева озимых зерновых культур в старосеянные посева бобовых трав на пашне позволяет еще на 1 год продлить сроки производственного использования этих посевов с высокой продуктивностью.

#### Литература

1. Андреев Н.Г. Луга и пастбища в животноводческих комплексах / Н.Г. Андреев. М.: Колос, 1980. 215 с.
2. Крылова Н.П. Применение минимальной обработки дернины при создании и улучшении сенокосов и пастбищ // Зарубежный опыт. М. 1990. 56 с.
3. Agri – Holland. 1988. № 2. P. 5–6.
4. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе европейской части России / В.А. Сысуев, Н.Г. Ковалев, А.Д. Кормициков, Р.Ф. Курбанов, А.М. Пятин, Н.Т. Талипов, С.Л. Демшин. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 116 с.
5. Курбанов Р.Ф. Созонтов А.В. Совершенствование способа и технического средства многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину: монография. Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. 95 с.
6. Способ возделывания трав: пат. 2388205 Рос. Федерация. № 2008115064/12; заявл. 16.04.08; опубл. 10.05.10. Бюл. № 13. 7 с.
7. Сеялка для полосного посева семян трав в дернину: пат. 2400040 Рос. Федерация. № 2009109516/12; заявл. 16.03.09; опубл. 27.09.10, Бюл. № 27. 8 с.
8. Сеялка дернинная: пат. 2403696 Рос. Федерация. № 2009109471/12; заявл. 16.03.09; опубл. 20.11.10. Бюл. № 32. 6 с.
9. ОСТ 70.4.2.-80. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1980. 125 с.
10. Курбанов Р.Ф., Ходырев И.Н. Способ продления производственного долголетия посевов многолетних трав. Заявка на изобретение № 2014146154 от 19.11.2014. 6 с.
11. Курбанов Р.Ф., Ходырев И.Н. Системный подход к процессу повышения продуктивности культурных кормовых угодий. Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики // Материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. (Наука – Технология – Ресурсосбережение). Киров: Вятская ГСХА, 2015. Вып. 16. С. 100–104.
12. Способ возделывания трав: пат. 1713465 Рос. Федерация. опубл. 1992. Бюл. №7. 3 с.

## EXTENSION TECHNIQUES FOR PRODUCTION LONGEVITY OF LEGUMINOSE GRASSES IN NATURAL AND CULTURED LANDS

**R.F. Kurbanov**, Dr. Eng. Sci., Professor;  
**I.N. Khodyrev**, Post-Graduate Student  
 Vyatka State Agricultural Academy  
 133 Oktyabrsky Prospect, Kirov, 610017, Russia  
 E-mails: [kurrust@mail.ru](mailto:kurrust@mail.ru).

#### ABSTRACT

The article deals with new techniques of band sowing of herbs seeds with alternation of sites different in their species structure and band sowing of winter grain crops in perennial leguminose grass sod. Main objective of these techniques is extension of production usage of grass plantings with high efficiency during all term of use. In the production research on the first technique, seeds of *Lotus corniculatus* "Solnyshko" and seeds of clover "Martun" were used. On the second technique, the seeds of winter rye "Falenskaya 4" were sown in old clover. The results of laboratory and field observation on emergence of shoots in band sowings and results of production research in the conditions Kirovskaya oblast are presented.

*Key words:* leguminose grasses, usage period of plantings, techniques of band sowing, rotation, herbs yield.

#### References

1. Andreev N.G. Luga i pastbishcha v zhivotnovodcheskikh kompleksakh (Meadows and pastures in animal breeding

complexes) N.G. Andreev, M.: Kolos, 1980, pp. 215.

2. Krylova, N.P. Primenenie minimal'noi obrabotki derniny pri sozdanii i uluchshenii senokosov i pastbishch (Application of minimal tillage of sod in creation and improvement of hayfields and pastures), N.P. Krylova, Zarubezhnyi opyt, M., 1990, pp. 56.

3. Agri – Holland. – 1988. – № 2. – P. 5-6.

4. Rekomendatsii po uluchsheniyu lugov i pastbishch v Severo-Vostochnom regione evropeiskoi chasti Rossii (Recommendations on improvement of meadows and pastures in Northern-Eastern region of Russia's European part), V.A. Sysuev, N.G. Kovalev, A.D. Kormshchikov, R.F. Kurbanov, A.M. Pyatin, N.T. Talipov, S.L. Demshin, M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2007, pp. 116.

5. Kurbanov R.F. Sozontov A.V. Sovershenstvovanie sposoba i tekhnicheskogo sredstva mnogokomponentnogo polosnogo poseva semyan trav v derninu (Improvement of technique and technical means of multi-component band sowing of grass seeds in sod): Monografiya, Kirov: FGBOU VPO Vyatskaya GSKhA, 2012, pp. 95.

6. Pat. 2388205 RF, MPK9, A01 S07/00. Sposob vzdelyvaniya trav (Technique of grass cultivation), Kormshchikov A.D., Kurbanov R.F., Sozontov A.V., Figurin V.A., Shirokov G.V. (RF) – No. 2008115064/12; zayavl. 16.04.08; opubl. 10.05.10. Byul. No. 13, pp. 7.

7. Pat. 2400040 RF, MPK9, A01 S07/00, A 01 V49/06, A01 V33/10. Seyalka dlya polosnogo poseva semyan trav v derninu (Seeding machine for band sowing grass seeds in sod), Kormshchikov A.D., Kurbanov R.F., Sozontov A.V., Shirokov G.V., Morozov A.N. (RF) – No. 2009109516/12; zayavl. 16.03.09; opubl. 27.09.10. Byul. No. 27, pp.8.

8. Pat. 2403696 RF, MPK9, A01 S07/00. Seyalka derminnaya (Sod sower), Kormshchikov A.D., Kurbanov R.F., Sozontov A.V., Lukin I.D., Shirokov G.V. (RF) – No. 2009109471/12; zayavl. 16.03.09; opubl. 20.11.10. Byul. No. 32, pp. 6.

9. OST 70.4.2.-80. Ispytaniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki. Mashiny i orudiya dlya poverkhnostnoi obrabotki pochvy. Programma i metody ispytaniya (Examination of agricultural technics. Machines and equipment for surface tillage. Examination programme and techniques), M.: Izd-vo standartov, 1980, pp. 125.

10. Kurbanov R.F., Khodyrev I.N. Sposob prodleniya proizvodstvennogo dolgoletiya posevov mnogoletnikh trav (Extension technique for production longevity of perennial grasses plantings), Zayavka na izobretenie No.2014146154 ot 19.11.2014, pp. 6.

11. Kurbanov R.F., Khodyrev I.N. Sistemnyi podkhod k protsessu povysheniya produktivnosti kul'turnykh kormovykh ugodii, Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelei sel'skokhozyaistvennoi energetiki (System approach to the process of productivity increase of cultured fodder areas): Materialy VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauka-Tekhnologiya - Resursoberezhenie», Sb. nauch. tr. – Kirov: Vyatskaya GSKhA, 2015, issue 16, pp. 100-104.

12. Patent RF 1713465, MKI 5 A 01 V 79/02, A 01 G 1/00. Sposob vzdelyvaniya trav (Plant growing technique), A.D. Kormshchikov, V.A. Sysuev, A.M. Pyatin, V.P. Ashikhmin, L.A. Kormshchikova, N.V. Pyatina, A.M. Ershov. – Byul. No.7, 1992, pp. 3.

УДК 631.372:631.43

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ГУСЕНИЧНО-КОЛЕСНЫХ ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ

**А.А. Лопарев**, д-р техн. наук, профессор,

**А.С. Комкин**, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Октябрьский проспект, 133, г. Киров, Россия, 610017,

E-mail: [av-tr.vgsha@yandex.ru](mailto:av-tr.vgsha@yandex.ru)

*Аннотация.* Проведено исследование машинно-тракторных агрегатов на базе гусенично-колесных (ГК) тракторов и определены энергетические показатели их работы, которые даны в сопоставлении с колесными тракторами. Проанализированы литературные источники, на основании которых обоснована актуальность направления данного исследования и его задачи, в качестве которых было принято определение энергетических показателей (тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, расход топлива и энергетический КПД) трех машинно-тракторных агрегатов: МТЗ-82ГК+ПЛН-4-35, МТЗ-80ГК+РВК-3,6 и МТЗ-80ГК+КПС-4.

Выявлена работоспособность работы трактора МТЗ-82ГК с четырехкорпусным плугом ПЛН-4-35, комбинированным агрегатом РВК-3,6. При исследовании культиваторных агрегатов определено, что дополнительно гусенично-колесным трактором может осуществляться и боронование. Рабочие скорости находились в пределах агротехнически допустимых интервалов.

*Ключевые слова:* гусенично-колесный трактор, машинно-тракторный агрегат, энергетическая оценка.

**Введение.** Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов является одной из первоочередных задач как для инженерных кадров агропромышленного комплекса, так и для научных работников, занимающихся разработкой теории и конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин. Наряду с множеством существующих путей повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов (как мобильного энергетического средства) выделяется направление по разработке сменных гусеничных движителей. Актуальность этого направления подтверждается одобренной президиумом Россельхозакадемии (протокол №10 от 9 октября 2008 г.) «Стратегией машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года», которая предусматривает, в частности, для сельскохозяйственных тракторов создание сменных колесно-гусеничных ходовых аппаратов [1].

В источнике [2] отмечается, что преимущества гусеничного движителя неоспоримы, поэтому создаются как зарубежные [3], так и отечественные [4,5,6,7] разработки.

Отдел сельскохозяйственной экономики и техники Болонского университета (Италия) исследовал трактор со сменными гусеничными движителями на агротехническую проходимость [8]. Плотность почвы в следах трактора составила  $1,32 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , что явилось наилучшим результатом.

Заслуживает внимания и исследование, проведенное в Казанском ГАУ, где изучалась маневренность и устойчивость машинно-тракторных агрегатов на базе колесно-гусеничного трактора [6].

Однако, в ранее проведенных исследованиях их авторы не сопоставляли оценки работы машинно-тракторных агрегатов на базе колесного и гусенично-колесного тракторов в конкретных условиях.

Объектом исследования стали тракторы МТЗ-82ГК и МТЗ-80ГК и машинно-тракторные агрегаты на их базе: МТЗ-82ГК+ПЛН-4-35, МТЗ-80ГК+РВК-3,6 и МТЗ-80ГК+КПС-4.

*Цель исследования:* определение энергетических показателей машинно-тракторных агрегатов на базе гусенично-колесных тракто-

ров в сравнении с агрегатами на базе колесных тракторов.

В задачи входило определение энергетических оценок пахотного агрегата МТЗ-82ГК+ПЛН-4-35; комбинированного агрегата МТЗ-80ГК+РВК-3,6; культиваторного агрегата МТЗ-80ГК+КПС-4.

**Методика.** Полевые опыты проводили согласно ГОСТ Р 52777-2007 [9] с машинами: ПЛН-4-35, КПС-4 и РВК-3,6. При этом определяли следующие показатели: время опыта; тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины; длина пути, пройденного МТА за время опыта; количество израсходованного топлива. Все показатели замеряли для гусенично-колесного и для колесного тракторов. Тяговое сопротивление измеряли через тензонавеску конструкции ВИСХОМ. При работе с плугом фиксировали глубину обработки почвы: 0,20; 0,23 и 0,25 м; при работе с РВК-3,6 и КПС-4 глубина обработки почвы составляла 0,12 м. Исследования проводили на тяжелом суглинке.

Контрольный участок был принят длиной 20 метров. Показатели для оценки МТА определяли по формулам:

Часовой расход топлива  $G_T$ , кг/ч

$$G_m = 3,6 \frac{V_m \cdot \rho}{t}, \quad (1)$$

где  $V_m$  – объем топлива, израсходованного двигателем за время измерения,  $\text{см}^3$ ;

$t$  – время измерения, с;

$\rho$  – плотность топлива при стандартной температуре,  $\text{г/см}^3$ .

Мощность, потребляемая машиной

$$N_m = R \cdot V, \quad (2)$$

где  $V$  – поступательная скорость движения сельскохозяйственной машины, м/с;

$R$  – тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН.

Согласно разработанному и применяемому на кафедре тепловых двигателей, автомобилей и тракторов Вятской ГСХА динамическому паспорту трактора [10] энергетическая эффективность трактора оценивается через изменение теплового потока  $G_{T, H_{\text{и}}}$ , подводимого в двигатель в различных эксплуатационных режимах работы МТА энергетическим КПД

$$\eta_{mэ} = \frac{N_m}{G_T H_{II}}, \quad (3)$$

где  $H_{II}$  – низшая теплота сгорания топлива (для дизельного топлива  $H_{II}=42,5$ кДж/г).

Статистическую обработку осуществляли по общепринятым методикам [11].

**Результаты.** Результаты исследования машинно-тракторных агрегатов при скорости их движения в пределах допустимых значений [12] представлены в таблицах 1-6.

Таблица 1

Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-82ГК + ПЛН-4-35 и МТЗ-82+ ПЛН-3-35 при вспашке почвы на глубину 0,20 м

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-82	МТЗ-82ГК
Скорость движения, км/ч	7,92	5,9
Передача/диапазон	IV	VI
Ширина захвата, м	1,05	1,40
Глубина хода рабочих органов, м	0,20	0,20
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	12,9	16,8
Расход топлива, кг/ч	14,23	13,05
Энергетический КПД МТА	0,17	0,18

Таблица 2

Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-82ГК + ПЛН-4-35 и МТЗ-82+ ПЛН-3-35 при вспашке почвы на глубину 0,23 м

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-82	МТЗ-82ГК
Скорость движения, км/ч	6,01	5,87
Передача/диапазон	IV	VI
Ширина захвата, м	1,05	1,40
Глубина хода рабочих органов, м	0,23	0,23
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	13,8	19,0
Расход топлива, кг/ч	14,32	13,49
Энергетический КПД МТА	0,14	0,19

Таблица 3

Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-82ГК + ПЛН-4-35 и МТЗ-82+ ПЛН-3-35 при вспашке почвы на глубину 0,25 м

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-82	МТЗ-82ГК
Скорость движения, км/ч	-	5,65
Передача/диапазон	-	VI
Ширина захвата, м	1,05	1,40
Глубина хода рабочих органов, м	0,25	0,25
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	-	22,8
Расход топлива, кг/ч	-	14,65
Энергетический КПД МТА	-	0,21

Таблица 4

Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-80ГК +РВК 3,6 и МТЗ-80+РВК 3,6

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-80	МТЗ-80ГК
Скорость движения, км/ч	7,67	7,37
Передача	IV	VIII
Ширина захвата, м	3,6	3,6
Глубина хода рабочих органов, м	0,12	0,12
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	10,25	10,25
Расход топлива, кг/ч	11,9	10,4
Энергетический КПД МТА	0,16	0,17

Таблица 5

## Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-80ГК+КПС-4 и МТЗ-80+ КПС-4

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-80	МТЗ-80ГК
Скорость движения, км/ч	8,1	6,7
Передача	V	VII
Ширина захвата, м	4	4
Глубина хода рабочих органов, м	0,12	0,12
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	12,4	12,4
Расход топлива, кг/ч	12,8	11,2
Энергетический КПД МТА	0,185	0,175

Таблица 6

## Показатели энергетической оценки МТА МТЗ-80ГК + КПС-4 и МТЗ-80+ КПС-4+4БЗСС-1,0

Наименование показателя	Значение показателя	
	МТЗ-80	МТЗ-80ГК
Скорость движения, км/ч	-	6,34
Передача	-	VII
Ширина захвата, м	-	4
Глубина хода рабочих органов, м	-	0,12
Тяговое сопротивление с.-х. машины, кН	-	14,8
Расход топлива, кг/ч	-	13,7
Энергетический КПД МТА	-	0,16

**Выводы.** 1. Установлено, что трактор МТЗ-82ГК может работать с плугом ПЛН-4-35. При этом энергетический КПД гусенично-колесного трактора в сравнении с колесным изменяется с 0,14 до 0,19 при вспашке тяжелого суглинка на глубину 0,23 м.

2. При работе с комбинированным агрегатом РВК-3,6, в сравнении с МТЗ-80, у МТЗ-80ГК энергетический КПД составил 0,17, против 0,16.

3. При работе с культиватором КПС-4, в сравнении с МТЗ-80, у МТЗ-80ГК энергетический КПД не превысил 0,175, против 0,185.

При работе в агрегате с КПС-4+4БЗСС-1,0 МТЗ-80 оказывается неработоспособным. При этом МТЗ-80ГК работает при энергетическом КПД 0,16 на скорости 6,34 км/ч и расходе топлива 13,7 кг/ч.

## Литература

1. Стратегия развития механизации, электрофикации и автоматизации сельскохозяйственного производства Северо-Восточного региона европейской части России на период до 2020 г / В.А. Сысоев [и др.]. Киров: ГНУ НИИСХ Северо-Востока, 2012. 94 с.
2. Wong J.Y. Theory of ground vehicles. 2nd ed. NY, 1993. 435 p
3. Big, red – and beautiful? // Profi international. – December, 2000. No 12/00. 74 с.
4. Гоменюк В.И. Повышение тягово-сцепных свойств колесного трактора класса 1,4 за счет постановки полугусеничного хода: автореф. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Благовещенск, 2011. 23 с.
5. Лопарев А.А., Судницын В.И., Комкин А.С. Гусенично-колесный «Белорус» // Сельский механизатор. 2011. №2. С. 40.
6. Фасхутдинов М.Х. Повышение эффективности использования энергопочвосберегающих агрегатов на базе тракторов с полугусеничным двигателем: дисс. ... канд. техн. наук. Казань, 2006. 156 с.
7. Рогов Е. Наденьте гусеницы-нынче сыро // Изобретатель и рационализатор. 2003. № 3. С.11.
8. Molaria, G., Bellentania L., Guarnieria A., Walkerb M., Sedonib E. Performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks // Biosystems Engineering Volume 111, Issue 1, January 2012, Pages 57–63.
9. ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: Изд-во стандартов, 2008. 7 с.
10. Судницын В.И. Динамический паспорт трактора и автомобиля: учебно-методическое пособие для студентов факультетов механизации сельского хозяйства. Киров: сельхозинститут, 1990. 54 с.
11. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1980. 168 с.
12. Болотов А.К. Эксплуатация сельскохозяйственных тракторов: Справочник. / А.К. Болотов [и др.]. М.: Колос, 1994. 495 с.

## ENERGY ASSESSMENT OF MACHINE AND TRACTOR UNITS ON THE BASIS OF TRACK-WHEEL AND ROW-CROP TRACTORS

**A.A. Loparev**, Dr. Eng. Sci., Associate Professor,  
**A.S. Komkin**, Cand. Eng. Sci., Senior Lecturer  
Vyatka State Agricultural Academy  
133 Oktyabrsky Prospect, Kirov, 610017, Russia  
E-mail: [av-tr.vgsha@yandex.ru](mailto:av-tr.vgsha@yandex.ru)

### ABSTRACT

In this article the research of machine and tractor units was made on the basis of track-wheel tractors, the energy indicators of their work, which were given in comparison to wheel-type tractors, were defined. Based on the references the authors concluded the topicality substantiation and issues of this research which were defined as the energy indicators (draft resistance, fuel consumption and energy efficiency) of three machine and tractor units: MTZ-82GK+PLN-4-35, MTZ-80GK+RVK-3.6, and MTZ-80GK+KPS-4. Operating efficiency of the tractor MTZ-82 GK with four-furrow plough PLN-4-35 and compound units was estimated. The research of the cultivator units shows that the track-wheel tractor also provides harrowing. Operating speed was within the bounds of agrotechnical tolerable intervals.

*Key words:* track-wheel tractor, machine and tractor unit, energy assessment.

### References

1. Strategiya razvitiya mekhanizatsii, elektrofikatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva Severo-Vostochnogo regiona evropeiskoi chasti Rossii na period do 2020 g (Strategy for development of mechanization, electrification, and automatization of agricultural production in Northern-East region of European part of Russia for the period till 2020), V.A. Sysuev [et al.]. Kirov: GNU NIISKh Severo-Vostoka, 2012, pp. 94.
2. Wong J.Y. Theory of ground vehicles .2nd ed.NY, 1993. 435 p
3. Big, red – and beautiful? // Profi international. – December, 2000.No 12/00.74 c.
4. Gomenyuk V.I. Povyshenie tyagovo-stsepykh svoistv kolesnogo traktora klassa 1,4 za schet postanovki polugusenichnogo khoda (Increasing draft-coupling features of wheel tractor 1.4 class by means of semi-track unit): avtoref. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk. Blagoveshchensk, 2011, pp. 23.
5. Loparev A.A., Sudnitsyn V.I., Komkin A.S. Gusenichno-kolesnyi «Belorus» (Track-wheel “Belorus”), Sel'skii mekhanizator, 2011, No.2. pp.40.
6. Faskhutdinov M.Kh. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya energopochvosbergayushchikh agregatov na baze traktorov s polugusenichnym dvizhitelem (Use efficacy increase of energy and soil saving units based on tractors with semi-track driving unit): diss. ... kand. tekhn. nauk. Kazan', 2006, pp. 156.
7. Rogov E. Naden'te gusenitsy-nynche syro (Put on tracks – it is wet today), Izobretatel' i ratsionalizator, 2003, No. 3. pp.11.
8. Molaria, G., Bellentania L., Guarnieria A., Walkerb M., Sedonib E. Performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks // Biosystems Engineering Volume 111, Issue 1, January 2012, Pages 57–63.
9. GOST R 52777-2007. Tekhnika sel'skokhozyaistvennaya. Metody energeticheskoi otsenki (Agricultural technics. Energy assessment methods), M.: Izd-vo standartov, 2008, pp. 7.
10. Sudnitsyn V.I. Dinamicheskii pasport traktora i avtomobilya: uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov fakul'tetov mekhanizatsii sel'skogo khozyaistva (Dynamic pass of tractor and automobile: training and methodical guide for students of agriculture mechanization faculties), Kirov: sel'khozinstitut,1990, pp. 54.
11. Mel'nikov S.V., Aleshkin V.R., Roshchin P.M. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyakh sel'skokhozyaistvennykh protsessov (Experiment planning in investigations of agricultural processes), 2-e izd., pererab. i dop. L.: Kolos, 1980, pp. 168.
12. Bolotov A.K. Ekspluatatsiya sel'skokhozyaistvennykh traktorov: Spravochnik (Exploitation of agricultural tractors: Guide), A.K. Bolotov [et al.]. M.: Kolos, 1994, pp. 495.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В КРИВОЛИНЕЙНОМ ПНЕВОТРАНСПОРТИРУЮЩЕМ КАНАЛЕ

**В.Е. Саитов**, д-р техн. наук, доцент,  
**А.Н. Суворов**, старший преподаватель,  
ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА,  
Октябрьский пр-т, 133, г. Киров, Россия, 610017  
E-mail: [vicsait-valita@e-kirov.ru](mailto:vicsait-valita@e-kirov.ru)

*Аннотация.* В работе приводится математическая модель движения частицы в криволинейном пневмотранспортирующем канале (ПТК). Модель учитывает силу тяжести частицы и силу реакции воздушного потока, действующую на частицу в воздушном потоке, а также неравномерность распределения скорости воздушного потока по сечению криволинейного ПТК. Рассматривается криволинейный канал, образованный двумя цилиндрическими поверхностями. При смещении центра внутренней стенки от центра внешней получается криволинейный канал переменной глубины. Требуется подобрать такие параметры ПТК, при которых канал обеспечивает перемещение всех выносимых из пневмосепарирующего канала частиц в воздухоочиститель и скорость воздушного потока на выходе из ПТК, достаточную для эффективной работы воздухоочистителя. Для исследования модели использовался свободный пакет программ компьютерной математики SciLab 5.5.1. С помощью численных методов получены траектории движения частиц в ПТК в зависимости от их скорости витания. Изучение полученных траекторий позволило определить конструктивно-технологические параметры ПТК для обеспечения требуемых показателей работы.

*Ключевые слова:* пневматический сепаратор, пневмотранспортирующий канал, воздушный поток, зерноочистительная машина, зерновой материал, легкие сорные примеси

**Введение.** В пневмосистемах зерноочистительных машин пневмотранспортирующий канал (ПТК) имеет криволинейную форму и обеспечивает поворот воздушного потока на  $90 \dots 180^\circ$ , в зависимости от компоновочного расположения осадочной камеры [1, 2, 3, 4, 5].

Приближенное аналитическое решение дифференциального уравнения движения частицы в криволинейном канале рассмотрено К.Ф. Ивановым в работе [6]. Однако в уравнении не учитывается сила тяжести частицы.

При рассмотрении движения частицы в отводе, изменяющем направление перемещения зернового потока, Ф.Г. Зуев [7] не учитывает силовое воздействие между воздушным потоком и транспортируемыми частицами.

Однако в реальных условиях, процесс движения частиц в криволинейном ПТК будет описываться с учетом этих сил, в особенности, если они соизмеримы.

**Методика.** Целью исследований является получение математической модели движения частицы в криволинейном ПТК с учетом силы тяжести, реакции воздушного потока, а также

неравномерности распределения скорости воздушного потока по глубине и длине канала, определение его рациональных конструктивно-технологических параметров для пневматического сепаратора. Для достижения поставленной цели были использованы теоретические методы с составлением и решением дифференциальных уравнений методом имитационного моделирования с помощью пакета Scicos, входящего в состав пакета программ компьютерной математики SciLab.

**Результаты и обсуждение.** Рассмотрен процесс движения частицы в криволинейном ПТК. Канал глубиной  $h$  образован двумя цилиндрическими поверхностями. Поверхность внешней стенки канала имеет радиус  $R_C$ , а поверхность внутренней стенки образована радиусом  $R_{II}$ . Ось внутренней стенки смещена от оси внешней стенки на расстояние  $l_{PC}$  по горизонтали. Положение поперечного сечения выходного участка ПТК относительно его входного сечения характеризуется углом, равным  $90^\circ$  (рис. 1).



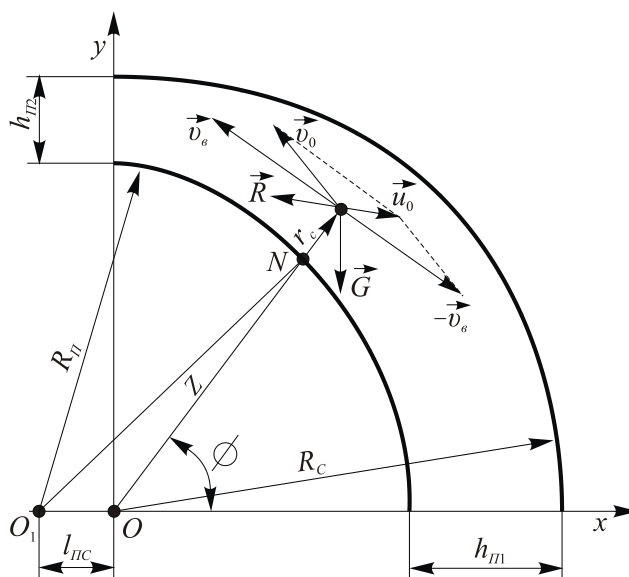


Рис. 1. Схема действующих сил на частицу, движущуюся в криволинейном пневмотранспортирующем канале

На частицу массой  $m$ , находящуюся внутри криволинейного ПТК, действуют сила  $\vec{G}$  тяжести и сила  $\vec{R}$  реакции воздушного потока. В проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$  выбранной системы координат  $xOy$ , уравнения динамики в дифференциальной форме будут иметь вид:

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = R_x, \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = R_y - G, \end{cases} \quad (1)$$

где  $R_x$  и  $R_y$  – проекции вектора  $\vec{R}$  на оси выбранной системы координат, Н;  $G$  – проекция силы тяжести, Н.

Абсолютная величина силы  $\vec{R}$  зависит от размеров частицы и от числа Рейнольдса. Для частиц размером более 100 мкм абсолютная величина силы  $\vec{R}$  определяется законом Ньютона [8, 9]:

$$R = \xi \frac{\rho}{2} F_M u_0^2, \quad (2)$$

где  $u_0$  – относительная скорость движения частицы, м/с;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $F_M$  – миделево сечение частицы, м<sup>2</sup>;  $\xi$  – безразмерный коэффициент, значение которого зависит от числа Рейнольдса, формы и размеров частицы.

Для упрощения дальнейших расчетов будем считать, что частицы имеют сферическую форму. Тогда справедливо равенство:

$$R = \frac{g}{v_{вум.}^2} m u_0^2, \quad (3)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $v_{вум.}$  – скорость витания частицы, м/с.

При этом векторы  $\vec{R}$  и  $\vec{u}_0$  противоположно направлены [8]. Тогда можно вектор  $\vec{R}$  представить в виде

$$\vec{R} = k \vec{u}, \quad (4)$$

где  $k$  – безразмерный коэффициент,  $k = -R/u_0$ .

С учетом (3), уравнение (4) примет вид:

$$\vec{R} = -\frac{g}{v_{вум.}^2} m |u_0| \vec{u}_0. \quad (5)$$

Найдем координаты вектора  $\vec{u}_0$ . Известно, что  $\vec{u}_0 = \vec{v}_0 - \vec{v}_e$ . Вектор  $\vec{v}_0$  мгновенной скорости движения частицы имеет координаты

$$\vec{v}_0 = \left\{ \frac{dx}{dt}; \frac{dy}{dt} \right\}. \quad (6)$$

Определим координаты вектора  $\vec{v}_e$ . Рассматриваемый ПТК представляет собой криволинейный отвод с относительным радиусом  $\bar{R} = 2R_{п}/(h_{п1} + h_{п2})$ . При достаточно больших значениях  $\bar{R}$  ( $\bar{R} > 0,25$ ) отсутствует область отрыва потока от стенок канала [10]. Для разрабатываемого пневмосепаратора [5] при исследу-

емых конструкционных параметрах ПТК  $R_{II} = 0,290...0,340$  м,  $R_C = 0,45$  м и  $h_{III} = 0,160$  м значение  $\bar{R}$  составляет  $1,81...2,52$ . В этом случае можно считать, что распределение скоростей по сечению канала происходит в соответствии с законом площадей [11, 12], согласно которому скорость  $v_e$  воздушного потока в данной точке ПТК направлена по нормали к радиус-вектору  $\vec{r}_c$  точки, а абсолютная величина скорости может быть определена из условия

$$v_e \cdot r_c = l, \quad (7)$$

где  $l$  - постоянная величина.

Постоянная  $l$  может быть определена из условия неразрывности воздушного потока, согласно которому расход воздуха через все сечения канала, перпендикулярные направлению потока, остается постоянным. Исходя из этого получим:

$$\int_Z^{R_c} v_e dr_c = Q, \quad (8)$$

где  $Q$  - расход воздуха на входе в криволинейном ПТК, м<sup>3</sup>/с.

Вычисляя интеграл выражения (8), получим:

$$v_e = \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c}. \quad (9)$$

Тогда, исходя из рисунка 1, следует, что

$$\vec{v}_e = \left\{ \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cos \theta; \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \sin \theta \right\}, \quad (10)$$

где  $\theta$  – угол между направлением скорости  $v_e$  воздуха и положительным направлением оси  $Ox$  выбранной системы координат, град.

Учитывая, что  $\theta = \frac{\pi}{2} + \varphi$  и  $\cos \varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ ;

$\sin \varphi = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ , получим:

$$\vec{v}_e = \left\{ -\frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}; \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \right\}, \quad (11)$$

тогда

$$\vec{u}_0 = \left\{ \frac{dx}{dt} + \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}; \frac{dy}{dt} - \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \right\} \quad (12)$$

Подставив (12) в (1), и, учитывая формулу длины вектора, получим:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{g}{v_{eum}^2} \sqrt{A^2 + B^2}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{g}{v_{eum}^2} \sqrt{A^2 + B^2} \cdot B - g, \\ A = \frac{dx}{dt} + \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \\ B = \frac{dy}{dt} - \frac{Q}{\ln \frac{R_c}{Z}} \cdot \frac{1}{r_c} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}. \end{cases} \quad (13)$$

В системе уравнений (13) значение  $Z$  зависит от  $x$  и  $y$ . Чтобы найти  $Z$ , рассмотрим треугольник  $OO_1N$ , из которого, по теореме косинусов следует, что

$$Z = -\frac{l_{пс}^2 x}{\sqrt{x^2 + y^2}} + \sqrt{R_C^2 - \frac{l_{пс}^2 y^2}{\sqrt{x^2 + y^2}}}. \quad (14)$$

Кроме того, для упрощения расчетов, полагаем, что переход от равномерного распределения скорости воздушного потока в ПСК к распределению по правилу площадей происходит мгновенно.

Для решения системы уравнений (13) воспользуемся методом имитационного моделирования с помощью пакета Scicos, входящего в состав пакета программ компьютерной математики SciLab [13, 14].

Результат решения системы уравнений (13) выводится в графическом виде. Расчетные траектории частиц, отличающихся скоростью  $v_{eum}$  витания, при движении в криволинейном ПТК приведены на рисунке 2.

Скорость  $v_e$  воздушного потока во входном сечении криволинейного ПТК принималась 7 м/с, которая соответствовала минимальной скорости  $v_{eum.min}$  витания частиц основных зерновых культур (рожь, овес, пшеница, ячмень). Радиус  $R_C$  внешней стенки ПТК составлял 0,45 м.

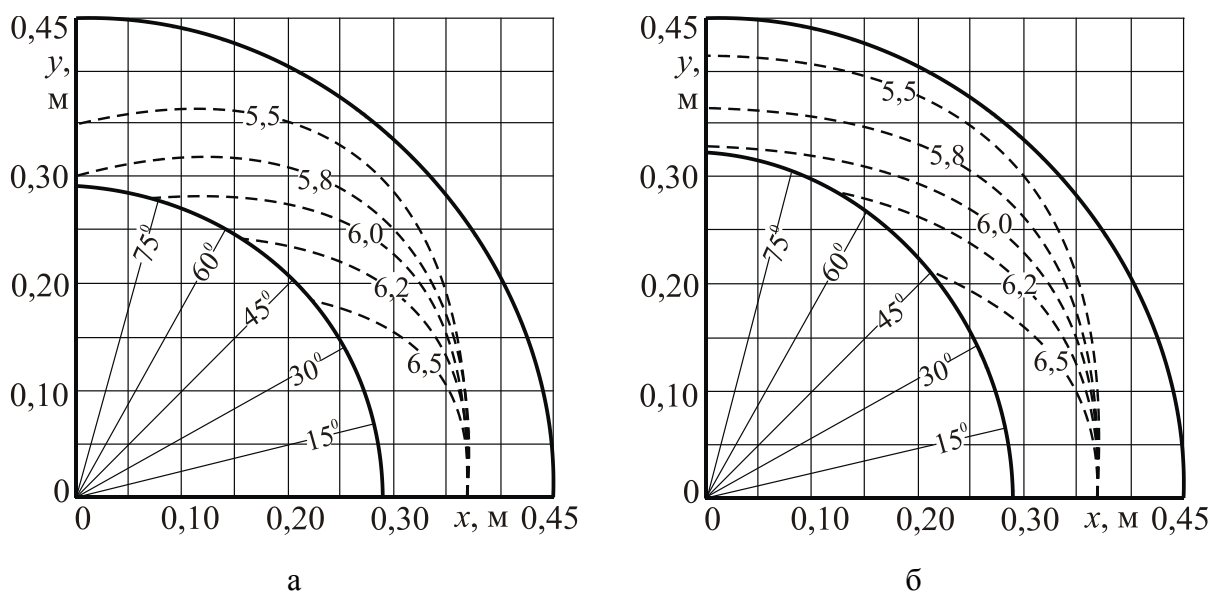


Рис. 2. Расчетные траектории частиц, отличающихся скоростью  $v_{внт.}$  витания, при движении в криволинейном ПТК: а - при  $h_{12}/h_{11} = 1,0$ ; б - при  $h_{12}/h_{11} = 0,78$

При конструкционных параметрах  $h_{12}/h_{11} = 1,0$  ( $h_{11} = h_{12} = 0,16$  м) средняя скорость  $v_{cp}$  воздушного потока в выходном сечении ПТК будет составлять также 7 м/с, как и на входе. Такой скоростной режим воздушного потока совершенно недостаточен на входе в криволинейный жалюзийный воздухоочиститель (ЖВ) для очистки в нем воздуха от легких примесей [15].

Из рисунка 2а следует, что траектории частиц, имеющие скорость  $v_{внт.}$  витания 5,5...5,8 м/с, на выходе из ПТК отклоняются к поверхности его внутренней стенки. Частицы со скоростями  $v_{внт.}$  витания 6,0...6,5 м/с, попадая на поверхность внутренней стенки канала, испытывают неупругое соударение с ней. При движении по поверхности внутренней стенки канала данные частицы будут затормаживаться при углах  $\phi$  его разворота более  $60^\circ$  из-за возрастания составляющей силы трения и недостаточного скоростного режима. Это приведет к залеганию и накоплению этих частиц на поверхности канала, обуславливающее в дальнейшем ухудшение технологического процесса ПТК, а, следовательно, и пневмосепаратора в целом [5].

Сужение криволинейного ПТК в направлении его выходного сечения будет обуславливать повышение средней скорости  $v_{cp}$  воздуха в каждом сечении канала. Скоростной режим воздушного потока в выходном сечении ПТК будет соответствовать равномерному спектру. Тогда при  $h_{12}/h_{11} = 0,78$  ( $h_{11} = 0,16$  м;  $h_{12} = 0,125$  м) средняя скорость  $v_{cp}$  воздушного потока в выходном сечении ПТК будет составлять 9,0 м/с, что вполне достаточно на входе в ЖВ для эффективного в нем пылеотделения (рис. 2,б).

В этом случае из рисунка 2,б следует, что поверхности внутренней стенки ПТК достигают только частицы со скоростями  $v_{внт.}$  витания 6,2...6,5 м/с, которые будут транспортироваться по ней вверх. Это обеспечивается тем, что при углах  $\phi = 15, 30, 45, 60, 75$  и  $90^\circ$  канала скоростной режим воздушного потока в нем составляет 7,3; 7,7; 8,0; 8,3; 8,6; 9,0 м/с, соответственно, что вполне достаточно для транспортирования рассматриваемых частиц по криволинейному ПТК в ЖВ с криволинейным отводным каналом. Остальные частицы, не касаясь поверхности внутренней стенки ПТК, выносятся через его выходное сечение во входной патрубках ЖВ. Дальнейшее умень-

шение глубины  $h_{П2}$  выхода криволинейного ПТК приведет к возрастанию сопротивления пневмосепаратора и повышению энергоемкости рабочего процесса машины.

**Вывод.** Разработанные модели и выполненные расчеты позволили обосновать конструктивно-технологические параметры криволинейного пневмосепарирующего канала для пневматического сепаратора. При этом,

удовлетворительная транспортировка компонентов зернового материала, выносимых воздушным потоком из пневмосепарирующего канала, и достаточная скорость воздушного потока на входе в жалюзийный воздухоотделитель с криволинейным отводным каналом обеспечиваются при отношении  $h_{П2}/h_{П1} = 0,7...0,8$ .

#### Литература

1. Бурков А.И. Совершенствование пневмосистем зерно- и семяочистительных машин. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 1997. 83 с.
2. Saitov V.E., Farafonov V.G., Suvorov A.N. Theoretical motivation of the technical decisions of division of the corn mixtures // International Journal Of Applied And Fundamental Research. 2014. № 1. - URL: www.science-sd.com / 456-24505 (date of the address 23.06.2014).
3. Саитов В.Е., Гатауллин Р.Г., Нигматуллин И.Н. Зерноочистительная машина: пат. 2198040 Рос. Федерация. № 2000131016/13; заявл. 13.12.00; опубл. 10.02.03, Бюл. № 4. 4 с.
4. Саитов В.Е., Гатауллин Р.Г., Нигматуллин И.Н., Фарафонов В.Г., Суворов А.Н. Зерноочистительная машина: пат. 2464111 Рос. Федерация. № 2011118873/03; заявл. 11.05.2011; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29. 9 с.
5. Саитов В.Е., Фарафонов В.Г., Суворов А.Н., Саитов А.В. Пневматический сепаратор сыпучих материалов: пат. 2525557 Рос. Федерация. № 2013109664/03; заявл. 04.03.2013; опубл. 20.08.2014, Бюл. № 23. 6 с.
6. Иванов К.Ф. Приближенный аналитический расчет траекторий движения твердых частиц в криволинейных каналах // Науч. записки Одесского политехнического ин-та. Одесса. 1962. Т. 42. С. 62–64.
7. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. М.: Колос, 1976. 344 с.
8. Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин М.А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. М.: Колос, 1980. 304 с.
9. Furuno Y., Matsui M., Inoue E. Study on the Air Drag of Grains // Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery. 2008. № 3, Vol. 70. P. 58–64.
10. Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов. (Подвод, отвод и распределение потока по сечению аппаратов). М.: Машиностроение, 1983. 351 с.
11. Веригин А.Н., Ким В.А., Незамаев Н.А. Модель движения дисперсной частицы в криволинейном потоке // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2009. № 6 (32). С. 69–71.
12. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды. М.: Абрис, 2012. 397 с.
13. Данилов С.Н. SCICOS. Пакет SciLab для моделирования динамических систем. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011. 74 с.
14. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. SciLab. Решение инженерных и математических задач. М.: ALT Linux, Бином, Лаборатория знаний, 2008. 260 с.
15. Степанов, Г.Ю., Зицер И.М. Инерционные воздухоочистители. М.: Машиностроение, 1986. 184 с.

#### MATHEMATICAL MODEL OF ELEMENT MOTION IN A CURVED PNEUMATIC CONVEYOR CHANNEL

**V.E. Saitov**, Dr. Eng. Sci., Associate Professor,  
**A.N. Suvorov**, Senior Lecturer,  
 Vyatka State Agricultural Academy  
 133 Oktyabrsky Prospect, Kirov, 610017, Russia  
 E-mail: [vicsait-valita@e-kirov.ru](mailto:vicsait-valita@e-kirov.ru)

#### ABSTRACT

The mathematical model of the element motion in a curved pneumatic conveyor channel is presented in this work. This model takes into account the element gravitation force and windstream reactive force, which reflects on the element in windstream, as well as speed irregularity in the distribution of windstream in section of curved pneumatic conveyor channel (PCC). Curved channel which was made

by two cylindrical surfaces is observed. The curved channel of variable depth formed with help of decentration of inner wall from the center of the outer wall. It is necessary to select characteristics of PCC (pneumatic conveyor channel) whereby channel provides transfer of all durable elements from aspirating channel into air cleaner and air flow rate at the outlet of PCC sufficient for the effective operation of the air cleaner. Free computer mathematics program suite SciLab 5.5.1. was used for model analysis. Using numerical methods the particles movement path in the PTC depending on the weighing velocity in the air flow was obtained. The study of received pathway helps to estimate constructive-process variable of PCC for providing of required performance indicator.

*Key words: air-drill, pneumatic conveyor channel, windstream, grain-cleaner, grain material, light black dockage.*

#### References

1. Burkov A.I. Sovershenstvovanie pnevmosistem zerno- i semyaochistitel'nykh mashin (Improvement of pneumatic systems of grain- and seed-cleaners), Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 1997, pp. 83.
2. Saitov V.E., Farafonov V.G., Suvorov A.N. Theoretical motivation of the technical decisions of division of the corn mixtures // International Journal Of Applied And Fundamental Research. 2014. № 1. - URL: www.science-sd.com / 456-24505 (date of the address 23.06.2014).
3. Saitov V.E., Gataullin R.G., Nigmatullin I.N. Zernoochistitel'naya mashina (Grain-cleaner): pat. 2198040 Ros. Federatsiya. № 2000131016/13; zayavl. 13.12.00; opubl. 10.02.03, Byul. No. 4, pp. 4.
4. Saitov V.E., Gataullin R.G., Nigmatullin I.N., Farafonov V.G., Suvorov A.N. Zernoochistitel'naya mashina (Grain-cleaner): pat. 2464111 Ros. Federatsiya. № 2011118873/03; zayavl. 11.05.2011; opubl. 20.10.2012, Byul. No. 29, pp.9.
5. Saitov V.E., Farafonov V.G., Suvorov A.N., Saitov A.V. Pnevmaticheskii separator sypuchikh materialov (Pneumatic separator for free-running materials): pat. 2525557 Ros. Federatsiya. № 2013109664/03; zayavl. 04.03.2013; opubl. 20.08.2014, Byul. No. 23, pp.6.
6. Ivanov K.F. Priblizhennyi analiticheskii raschet traektorii dvizheniya tverdykh chastits v krivolineinykh kanalakh (Approximate analytical path planning for solid particles in curvilinear channels), Nauch. zapiski Odesskogo politekhnicheskogo in-ta. Odessa, 1962, Vol. 42. pp. 62–64.
7. Zuev F.G. Pnevmaticheskoe transportirovanie na zernopererabatyvayushchikh predpriyatiyakh (Pneumatic transportation in grain-processing enterprises), M.: Kolos, 1976, pp. 344.
8. Gortinskii V.V., Demskii A.B., Boriskin M.A. Protsessy separirovaniya na zernopererabatyvayushchikh predpriyatiyakh (Processes of separation on grain-processing enterprises), M.: Kolos, 1980, pp. 304.
9. Furuno Y., Matsui M., Inoue E. Study on the Air Drag of Grains // Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery. 2008. № 3, Vol. 70. P. 58–64.
10. Idel'chik I.E. Aerogidrodinamika tekhnologicheskikh apparatov. (Podvod, otvod i raspredelenie potoka po secheniyu apparatov) (Aero-hydrodynamics of technological equipment. (Admission, bleeding and distribution of flow on apparatus profile)), M.: Mashinostroenie, 1983, pp. 351.
11. Verigin A.N., Kim V.A., Nezamaev N.A. Model' dvizheniya dispersnoi chastitsy v krivolineinom potoke (Motion model of disperse particle in curvilinear flow), Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta), 2009 No. 6 (32), pp. 69–71.
12. Vetoshkin A.G. Teoreticheskie osnovy zashchity okruzhayushchei sredy (Theoretical bases of environment protection), M.: Abris, 2012, pp. 397.
13. Danilov S.N. SCICOS. Paket SciLab dlya modelirovaniya dinamicheskikh sistem. (SciLab package for modeling dynamic systems), Tambov: Izd-vo TGTU, 2011, pp. 74.
14. Alekseev E.R., Chesnokova O.V., Rudchenko E.A. SciLab. Reshenie inzhenernykh i matematicheskikh zadach (SciLab. Solution for engineering and mathematical tasks), M.: ALT Linux, Binom, Laboratoriya znaniy, 2008, pp. 260.
15. Stepanov, G.Yu., Zitser I.M. Inertsionnye vozdukhoochistiteli (Inertial air-cleaner), M.: Mashinostroenie, 1986, pp. 184.

## БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 634.1:635.9

## РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСПЛАНТАЦИИ СИРЕНИ ОБЫКНОВЕННОЙ, КИТАЙСКОЙ И АМУРСКОЙ НА БИРЮЧИНУ ОБЫКНОВЕННУЮ

**В.А. Бгашев**, канд. с.-х. наук,  
ФГБНУ НВНИИСХ,

п. Областной с.-х. опытной станции, Городищенский р-н, Волгоградская обл., Россия, 403013  
E-mail: [profi-club@list.ru](mailto:profi-club@list.ru)

*Аннотация.* Метод трансплантации позволяет в едином организме сочетать ткани, органы и части генетически разнородных организмов, и таким образом получать многокомпонентные растения с новыми качествами. С целью создания культиваров сирени, не образующих подземных столонов и порослей, с измененными силой роста и темпами развития на экспериментальной площадке ФГБНУ НВНИИСХ с 2007 года проводятся исследования по изучению аффинитета сортов *Syringa vulgaris* L., *S. x chinensis* Willd и *S. amurensis* Rybr с *Ligustrum vulgare* L. В эксперимент включены следующие сорта *S. vulgaris* – *Krasavica Mockvy* (1947), *Mme Florent Stepmann* (1908) и *Mulatka* (1980), два клона *S. x chinensis* и сеянец *S. amurensis*. Трансплантация осуществлялась в ходе окулировки в летний период, простой копулировки в открытом грунте и зимой в помещении. Зимние прививки культивируются в контейнерах. Каждая комбинация прививки была продублирована 20 раз. Приживаемость составила не менее 80%. В первый год наилучший прирост побегов до 1 метра был отмечен после окулировки. На 6-й год после прививки высота растений сорта *Krasavica Mockvy* и *Mme Florent Stepmann* на подвое *L. vulgare* составила – 2,2 м., а сорта *Mulatka* – 2,7 м., при диаметре крон до 1,2 м. В этом возрасте по месту прививки диаметры привоев и подвоев практически одинаковые, утолщение компонентов прививки происходит синхронно, и при этом прирост диаметра *L. vulgare* ускоряется. После прививки сорта *Krasavica Mockvy*, на листьях которого эпизодически проявляется вирусная мозаика, подвойная бирючина к инфекции проявила толерантность. Клоны *S. x chinensis*, привитые на *L. Vulgare*, зацветают на 2-3-й год, имеют более сдержанный рост, чем корнесобственные растения клонов. Интенсивность роста *S. amurensis* на *L. vulgare* снизилась до 2 раз. В итоге все двухкомпонентные растения показывают хорошую жизнеспособность, имеют более сдержанный рост, на них отсутствует корневая поросль. Полученная информация является базовой для современного питомниководства.

*Ключевые слова:* бирючина обыкновенная, вирусы растений, копулировка, мозаика, озеленение, окулировка, растения-симбиоты, сирень амурская, с.китайская, с.обыкновенная, совместимость, трансплантация.

**Введение.** Сирень с давних времен является популярным декоративным растением во многих странах мира [1-4, 6-14]. При этом в ряд лучших входят сорта сирени обыкновенной отечественной селекции [2-4, 6-11]. Основным недостатком сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) и ее сортов как садовых растений является активное формирование на них подземных корневищных (столоновидных) побегов, которые со временем выходят на поверхность почвы, после чего возникает

поросль. Из-за поросли растения большинства сортов быстро разрастаются, и для поддержания декоративности кустов, а тем более растений в штамбовой форме требуются регулярные мероприятия по уходу. Сирень из-за поросли трудно сочетать с другими декоративными растениями, так как она их вытесняет.

По идее, с целью предотвращения возникновения нежелательной поросли для сортов сирени обыкновенной следовало бы использовать подвои, не образующие подземных

корневищных побегов, но такая практика не сложилась. В ходе проводимых исследований по трансплантации в качестве подвоев была использована бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*), известная как растение, хорошо совместимое с сиренью [1,7]. Но обычно бирючина рассматривается только как недолговечный и временный подвой. В итоге привитая сирень на бирючину, согласно рекомендациям, после заглубления места прививки должна перейти на свои собственные корни. В этом случае упомянутый недостаток, присущий сирени обыкновенной, естественно, сохраняется.

Имея довольно противоречивую информацию о том, как следует использовать бирючину в качестве подвоя, был заложен ряд опытов, целью которых было выявить уровень аффинитета ряда генотипов рода *Syringa L.* с бирючиной обыкновенной в качестве подвоя и в перспективе – создание культиваров, не образующих поросль и, возможно, с измененными ростом и развитием, представляющими интерес для декоративного садоводства. В качестве привоев, кроме сортов сирени обыкновенной, были испытаны также два клона сирени китайской (*S. x chinensis Willd.*) и образец амурской (*S. amurensis Rupr.*).

Для достижения цели предстояло решить ряд задач, а, именно, по выявлению уровня аффинитета генотипов сирени, трансплантированных на подвой бирючину обыкновенную; изучению характера роста и развития двухкомпонентных опытных растений и ответных реакций сирени китайской и бирючины обыкновенной на вирусную инфекцию, носителем которой является сорт Красавица Москвы.

**Методика.** Подвойная бирючина обыкновенная была получена в ходе вегетативного размножения зелеными и одревесневшими черенками. По месту прививки толщина подвоев достигала от 0,8 до 1,5 см. Высота прививок от поверхности почвы составляла от 10 до 80 см, и в итоге часть сиренево-бирючинных симбиотов имела высокие штамбы из бирючины обыкновенной. Окулировка в летний период и простая копулировка ранней весной в открытом грунте, и в ходе зимней прививки в помещении осуществлялись по классическим методикам [5]. Каждый вариант прививки дублировался 20-кратно.

Зимние прививки культивировались в контейнерах объемом 5л. Подвой (реципиент) *L. vulgare* является многоствольным кустарником, редко образующим поросль и менее рослым по сравнению с привоями (донорами). В опытах были использованы следующие сорта сирени обыкновенной: Красавица Москвы (*Krasavica Moskvy, 1947*), Мадам Флорэн Степман (*Mme Florent Stepman, 1908*), Мулатка (*Mulatka, 1980*), два клона гибридной сирени китайской и образец сирени амурской. Уход за растениями включал общепринятые мероприятия [3,4,6,7]. На сорте Красавица Москвы не каждый год в первой половине лета на отдельных листьях можно было выявить признаки вирусной мозаики, но в основной период вегетации инфекция была в латентной форме. В настоящее время в нативном состоянии существует более 100 ксеносимбиотов, образованных подвоями из бирючины обыкновенной и привоями из сортовой сирени обыкновенной, видовой, клонов гибридной китайской и видовой сирени амурской в возрасте до 8 лет.

**Результаты.** Приживаемость прививок как после окулировки, так и простой копулировки составляла не менее 80%. Наилучший рост при длине однолетних побегов до 1 метра был отмечен при прививке на хорошо укорененные подвои в открытом грунте. Слабый прирост до 0,2 метра имели сирени после зимней прививки на подвои с открытой корневой системой. В целом результаты по трансплантации были ожидаемыми и совпали с ранее полученными в ходе рекогносцировочных экспериментов.

После окулировки развивались единичные побеги, отличавшиеся стройностью, в то время как на привитых черенках побеги, отраставшие из боковых почек, существенно изгибались по дуге, и поэтому формирование штамбовых растений затягивалось на 2-3 года. Сила роста побегов сирени обыкновенной, привитой на бирючину обыкновенную, существенно отличалась от роста побегов на корне собственной сирени тех же сортов.

Первоначальное предположение, что привитая сирень обыкновенная будет быстрее утолщаться по месту прививки, чем подвойная бирючина обыкновенная, не подтвердилось. Прогноз о том, что сирень обыкновенная будет иметь больший диаметр в месте сопряже-

ния базировался на информации о существенной разнице в утолщении с годами как однолетних побегов, так и стволиков сирени обыкновенной и бирючины обыкновенной. На 6 год после прививки высота растений сорта *Krasavica Moskvy* и *M-me Florent Stepmar* на подвое *L. vulgare* составила – 2,2 м., а сорта *Mulatka* – 2,7 м, при диаметре крон до 1,2 м.



На момент наблюдений практически синхронное утолщение сирени обыкновенной по месту сопряжения при прививке на бирючину достигается за счет ускоренного прироста диаметра бирючины. Эффект стимуляции сиренью формирования более широких годичных колец древесины у бирючины – весьма интересный сам по себе факт (рис. 1).

Рис. 1. Место окулировки сирени обыкновенной на бирючину обыкновенную на 6-ой год

Образование на бирючине столонообразных побегов и на их основе – поросли наблюдается гораздо реже, чем на большинстве сортов сирени. В случае прививки сирени свойство столонообразования на подвойной бирючине в наших опытах элементарно полностью. Ниже места прививки, на стеблевой части бирючины изредка наблюдалось пробуждение спящих почек и отрастание побегов, но в целом это явление мало мешало получению одноствольных растений.

На сирени выявлено немало вирусных патогенов, но обычно каких-либо суровых признаков вирусных болезней они не индуцируют. В нашей практике отдельные мозаичные листья были выявлены только на сорте *Красавица Москвы*. Признаки отчетливой мозаики сохранялись в первой половине лета, а позже выявить их становилось весьма затруднительно. При прививке на бирючину естественно возник вопрос, а не скажется ли негативно вирусная инфекция на развитии сиренево-бирючиновых симбиотов из-за патологической реакции на нее подвойной бирючины?

В итоге наблюдений за прививками сорта *Красавица Москвы* в течение шести лет стало ясно, что двухкомпонентные растения развиваются в целом нормально, т.е. не наблюдается явного угнетения роста, изменения окраски и формы листьев, изменения окраски цветков. В тех случаях, когда специально на подвойной бирючине оставляли отдельные побеги, то, как и на сирени, признаки мозаики выявлялись только на отдельных листьях без явного угнетения роста самих побегов. В нашем конкретном случае бирючина показала высокий уровень толерантности к вирусной инфекции.

Ранее опубликованные данные о прививке гибридной сирени китайской и сирени амурской на бирючину обыкновенную выявить не удалось. Интерес к осуществлению опытов по прививке этих сиреней на бирючину обыкновенную имел два посыла: решение научно-познавательных задач и создание новых декоративных растений с измененными силой роста и конечными параметрами крон.

Гибридная сирень китайская является стерильным растением, и поэтому репродук-



ция возможна только в ходе вегетативного размножения. В качестве подвоев для сирени китайской можно использовать сирень обыкновенную. Как показал опыт, в случае прививки носителя вирусной инфекции, которым в наших опытах является сорт Красавица Москвы, на привитой сирени китайской наблюдаются признаки угнетения роста, деформации побегов, мозаики и некрозов на листьях, изменения формы у части листовых пластинок. Пораженные вирусом растения сирени китайской из-за резкого снижения декоративности не могут использоваться в озеленении, и поэтому были уничтожены, что также диктовалось фитосанитарными соображениями.

В ходе опытов по трансплантации гибридной сирени китайской на бирючину была установлена хорошая совместимость партнеров по прививке. По месту прививки за период 6 лет отмечено синхронное утолщение подвоя и привоя. В целом экспериментальные двухкомпонентные симбиоорганизмы имеют более сдержанный рост, чем корнесобственные растения, из которых они образованы. Цветение сирени китайской наблюдалось уже на второй – третий год после прививки.

Такие признаки, как умеренный рост, компактная крона и короткий период до момента зацветания могут сделать сконструированные симбиоты весьма привлекательными для озеленения, посадки в контейнеры и выгонки. Сейчас коллекция китайской сирени включает два клона – первый с лиловой, а второй – с более яркой лилово-пурпурной окраской.

Обычно сирень амурская воспроизводится семенами, имеет размеры среднерослого дерева и пока редко используется в озеленении. Сирень амурская встречается также привитой на сирень венгерскую, которая считается хорошим для нее подвоем. Важное декоративное качество сирени амурской – это позднее цветение после всех разновидностей рода *Syringa L.* Относительно крупный размер растений сирени амурской в определенной степени препятствует широкому распространению этого вида в озеленении.

Опыт выращивания сирени амурской на подвое более умеренного роста – бирючине обыкновенной показал, что срастание компо-

нентов прививки происходит нормально, рост привитой сирени становится меньше до 2 раз и наблюдается ускорение зацветания. Цветение было отмечено уже на третий год. Опыты по прививке сирени амурской продолжаются только 4 года, и поэтому основные результаты ожидаются несколько позже.

#### **Выводы.**

1. Опыты по трансплантации сортов сирени обыкновенной на бирючину обыкновенную показали, что двухкомпонентные симбиоты имеют хорошую витальность и в возрасте до 8 лет не проявляют признаков старения и угнетения роста.

2. По месту срастания диаметры сирени обыкновенной и подвойной бирючины обыкновенной совпадают, и их утолщение происходит строго синхронно.

3. Темпы роста и утолщения побегов сирени обыкновенной, привитой на бирючину, в целом идентичны с наблюдаемыми на побегах корнесобственных сиреней, в то время как утолщение подвойной бирючины происходит ускоренно по сравнению с корнесобственными растениями этого вида.

4. При прививке сорта сирени обыкновенной *Krasavica Moskvy*, являющегося носителем вирусной инфекции на бирючину обыкновенную, характер роста и развития симбиотов практически не отличался от наблюдаемого на двухкомпонентных растениях других сортов, не проявлявших никаких признаков вирусного заражения. Бирючина обыкновенная оказалась толерантной к вирусной инфекции.

5. В возрасте 6 лет симбиоты на основе гибридной сирени китайской и подвойной бирючины отличаются более умеренным ростом, чем корнесобственные растения, фрагменты которых были использованы при трансплантации.

6. При прививке гибридной сирени китайской на сорт сирени обыкновенной *Krasavica Moskvy*, являющийся носителем вирусной инфекции, на привое были отмечены признаки явного угнетения роста, мозаика и некрозы на листовых пластинках, как реакция на заражение.

7. Раннее зацветание привитой гибридной сирени китайской на бирючине обыкновенной и умеренный рост растений-симбиотов предполагает их использование как новых

культураров для озеленения, контейнерной культуры и выгонки.

8. На сложных растениях, полученных в ходе трансплантации сирени амурской на под-

войную бирючину обыкновенную, в возрасте 4 лет установлена хорошая совместимость компонентов прививки, умеренный рост привоя и раннее зацветание.

## EFFECT OF TRANSPLANTATION OF *SYRINGA VULGARIS* L., *S. X CHINENSIS* WILLD AND *S. AMURENSIS* RUPR ON *LIGUSTRUM VULGARE* L

V.A. Bgashev, Cand.Agr.Sci.,

Nizhniy Volzhsk Scientific and Research Institute of Agriculture (NVSRIA)

Oblast agricultural experimental station, Gorodishchenskii district, Volgogradskaia oblast, 403013, Russia

E-mail: [profi-club@list.ru](mailto:profi-club@list.ru)

### ABSTRACT

Method of transplantation allows combining tissues, organs and parts of genetically heterogeneous organisms in a single body and thus obtaining multicomponent plants with new properties. In order to create cultivars of lilacs not forming the underground stolons and shoots with altered rates of growth and development on a testing site of NVSRIA since 2007 there have been studies on the affinity of varieties *Syringa vulgaris* L., *S. x chinensis* Willd and *S. amurensis* Rupr with *Ligustrum vulgare* L. The experiment included the following varieties of *S. vulgaris* – *Krasavitsa Mockvy* (1947), *M-me Florent Stepmán* (1908) and *Mulatka* (1980), two clones of *S. x chinensis* and seedling *S. amurensis*. The transplantation was carried out during budding in the summer, easy saddle grafting in open ground and indoors in winter. Winter grafting was cultivated in containers. Each combination of grafting was duplicated 20 times. Survival rate was not less than 80%. In the first year, the best growth of shoots up to 1m was observed after inoculation. At the 6<sup>th</sup> year after grafting the plant height of varieties *Krasavitsa Mockvy* and *M-me Florent Stepmán* on the rootstock *L. vulgare* was 2.2 m and variety *Mulatka* was 2.7 m, with a diameter of crown up to 1.2 m. In this age at the place of grafting the scions and rootstocks diameters are almost identical, thickening of components of the vaccine and is synchronous with the growth of the diameter *L. vulgare* is accelerated. After grafting varieties *Krasavitsa Mockvy* on which leaves mosaic virus appears occasionally, rootstock privet showed tolerance to infection. Clones of *S. x chinensis*, grafted onto *L. vulgare* bloom on the 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup> year and have more moderate growth than non-grafted plants of clones. The intensity of growth for *S. amurensis* *L. vulgare* reduced for 2 times. As a result, all two-component plants show good viability, have a moderate growth; they do not have the root growth. The obtained information is basic for the modern nursery.

*Key words:* *Ligustrum vulgare* L., plant viruses, saddle grafting, mosaic, planting, budding, plant symbiotes, *s.amurensis* Rupr, *s. x chinensis* Willd, *Syringa vulgaris* L, compatibility, transplantation.

### References

1. Bgashev V.A., Bashirova A.V. Podvoi dlya sireni (Rootstock for lilac), Pitomnik i chastnyi sad., 2013, No.2 (20), pp. 14–15
2. Bibikova V.F. Kul'tura sireni v Belorussii (Lilac culture in Belorussia), Minsk: Uradzhai, 1967, pp. 8.
3. Bylov V.N., Shtan'ko I.I., Mikhailov N.L. Siren': krat. itogi introduktsii (Lilac: brief output of introduction), M.: Nauka, 1974, pp. 120.
4. Vekhov N.K. Siren' (Lilac), M., 1953. pp. 152.
5. Garner, R. Rukovodstvo po privivke plodovykh kul'tur (Guide on rootstock of fruit species), M.: Sel'khozizdat, 1962, pp.271
6. Gromov A.N. Siren'(Lilac), M.: Moskovskii rabochii, 1963, pp. 247.
7. Luneva Z.S., Mikhailov N.L., Sudakova E.A. Siren' (Lilac), M.: VO AGROPROMIZDAT, 1989, pp.256
8. Okuneva I.B. Siren' i sorta (Lilac and species), M.: Armada press, 2001
9. Rubanik V.G., Mel'nik A.F., Parshina Z.I. Siren'(Lilac), Alma-Ata: Kainar, 1977, pp. 119.
10. Rubtsov L.I., Mikhailov N.L., Zhogoleva V.G., Vidy i sorta sireni kul'tiviruemye SSSR (Varieties and sorts of lilac cultivated in USSR): katalog-spravochnik. Kiev: Naukova dumka, 1980., pp. 128.
11. Smol'skii N.V., Bibikova V.F. Sorta sireni selektsii TsBS AN BSSR (Lilac sorts selected by TsBS AN BSSR), Introduktsiya rastenii i okhrana prirody. Minsk, 1969, pp. 93–106
12. Bennett Jennifer. Lilacs for the garden. Canada: Firefly Books 2002. 128 c.
13. Fr. John L. Fiala. LILACS The Genus Syringa. Portland. Oregon. USA. Timber Press. 1988. pp.416 .
14. Moro Frank, Giguere Rock. Les Lilas. Canada. 2005. pp.344.

УДК 575:633.11

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ОБРАЗОВАНИЯ АНДРОКЛИННЫХ ЭМБРИОИДОВ У РОДИТЕЛЬСКИХ СОРТОВ, ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> И ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.Н. Круглова, д-р биол. наук, профессор,

О.А. Сельдимирова, канд. биол. наук,

ФГБУН Уфимский институт биологии Российской академии наук,

пр. Октября, 69, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450054

E-mail: [kruglova@anrb.ru](mailto:kruglova@anrb.ru)

*Аннотация.* Исследования проводили в 2012-2014 гг. в Уфимском районе Республики Башкортостан (Южный Урал). Изучали образование андроклиных эмбриоидов (зародышеподобных структур) в культуре *in vitro* изолированных пыльников яровой мягкой пшеницы. Оценивали частоту образования эмбриоидов (ЧОЭ) как выраженное в процентах отношение количества образовавшихся эмбриоидов к общему количеству пыльников, инокулированных на питательную среду в условия *in vitro*. Способность к формированию эмбриоидов установлена у 73 сортов из 186 протестированных. Из них в качестве родительских сортов отобрали 7, активно используемых в селекционных программах. Провели сравнение ЧОЭ родительских сортов, их рецiproкных гибридов F<sub>1</sub> и дигаплоидных линий гибридов F<sub>1</sub>. Установили, что родительские сорта характеризовались высокой (20% и более, сорта Скала и Жница), средней (10-19,99%, сорта Sonalika, Симбирка, Шафран, Московская 35) и низкой (до 9,99%, сорт Казахстанская 10) ЧОЭ. Показали отсутствие однозначной зависимости между ЧОЭ родительских сортов и их рецiproкных гибридов F<sub>1</sub> при каждом направлении скрещивания. Выявили, что ЧОЭ дигаплоидных линий гибридов F<sub>1</sub> значительно снижалась у всех изученных генотипов и в целом не превышала 10%. Сорта Скала и Жница рекомендуются к использованию в селекционных программах в качестве донорных генотипов для получения андроклиных эмбриоидов.

*Ключевые слова:* биотехнология, андроклиния, культура *in vitro* пыльников, яровая мягкая пшеница, *Triticum aestivum* L.

**Введение.** Биотехнологический метод культуры *in vitro* изолированных пыльников, основанный на использовании биологического феномена андроклинии [1] или андрогенеза *in vitro* [2], привлекает внимание селекционеров как перспективный способ получения новых форм и сортов растений [3]. Основное преимущество этого метода, по сравнению с традиционными методами селекции, состоит в получении гомозиготных гаплоидных (и далее дигаплоидных) линий, сохраняющих в генотипе ранее созданные хозяйственно ценные признаки родительских форм [4].

Гаплоидные клетки пыльника (микроспоры) злаков в условиях культуры *in vitro* реализуют свой потенциал посредством различных

путей морфогенеза. Биотехнологически оптимален такой путь, как эмбриоидогенез *in vitro*, состоящий в формировании из микроспоры зародышеподобной структуры – эмбриоида и его дальнейшем развитии до полноценного растения-регенеранта [3,5]. Эмбриоидогенез *in vitro* – сложный процесс, зависящий от ряда экзогенных и эндогенных факторов. Значительные различия генотипов злаков по способности к формированию андроклиных эмбриоидов *in vitro* описаны многими авторами (обзор [6]). Однако эти различия между исходными сортами злаков, их гибридами и особенно дигаплоидными линиями гибридов проанализированы лишь в небольшом количестве публикаций [7-9].

Целью работы явилась сравнительная оценка коллекции родительских сортов яровой мягкой пшеницы, их гибридов F<sub>1</sub> и дигамноидных линий гибридов F<sub>1</sub> по отзывчивости изолированных пыльников на условия культуры *in vitro* в виде образования андроклиновых эмбриоидов.

Работа выполнялась в 2012-2014 гг. в рамках договора о творческом сотрудничестве между Уфимским институтом биологии РАН и Башкирским НИИ СХ РАСХН (г. Уфа).

**Методика.** В 2012 г. исследовали 186 сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции Башкирского НИИ СХ РАСХН, при этом у 73 сортов получены положительные ответы по способности пыльников к формированию эмбриоидов *in vitro*. Из них в качестве родительских были отобраны 7 сортов, интенсивно используемых в селекционных программах Башкирского НИИ СХ РАСХН: Скала, Жница, Sonalika, Симбирка, Шафран, Московская 35, Казахстанская 10. С целью получения гибридов F<sub>1</sub> проводили реципрокные скрещивания указанных 7 сортов; пыльники гибридов F<sub>1</sub> культивировали в 2013 г., получали андроклиновые эмбриоиды и из них – дигамноидные линии. В 2014 г. проводили культивирование пыльников дигамноидных линий гибридов F<sub>1</sub> с целью получения андроклиновых эмбриоидов.

Донорные растения выращивали в полевых условиях научного стационара Уфимского института биологии РАН (Уфимский район) по обычной агротехнике. Колосья срезали

на стадии микроспоры, выдерживали 7 сут. при 4°C. Изолированные пыльники культивировали согласно методу [3]. Образование в пыльниках только эмбриоидов индуцировали, используя методический подход, основанный на оценке баланса эндогенных (в пыльниках) и экзогенных (в составе питательной среды) фитогормонов [10].

Частоту образования эмбриоидов подсчитывали как выраженное в процентах отношение количества образовавшихся эмбриоидов к общему количеству инокулированных пыльников (по [9]). Изучали следующие показатели частоты образования эмбриоидов: в культуре пыльников родительских сортов, в культуре пыльников их гибридов, в культуре пыльников дигамноидных линий, полученных в культуре пыльников гибридов F<sub>1</sub>. Статистическую обработку вели с применением программы Excel.

**Результаты.** Пыльники родительских сортов характеризовались различными показателями частоты образования эмбриоидов. Условно сорта разделили на генотипы с высоким (20% и более), средним (10-19,99%) и низким (до 9,99%) значением этого показателя. К генотипам с высокой частотой образования эмбриоидов отнесены сорта Скала (23,54%) и Жница (21,22%), со средней – Sonalika (16,7%), Симбирка (11,32%), Шафран (10,99%), Московская 35 (10,43%), с низкой – Казахстанская 10 (2,84%) (табл.).

Таблица

Частота образования эмбриоидов у родительских сортов, гибридов F<sub>1</sub> и дигамноидных линий гибридов F<sub>1</sub> яровой мягкой пшеницы

Генотип	Количество инокулированных пыльников, шт	Количество эмбриоидов, шт	ЧОЭ, %
Родительские сорта, данные 2012 г.			
Скала	790	186	23.54±1.67 <sup>3</sup>
Жница	476	101	21.22±4.33 <sup>3</sup>
Sonalika	532	89	16.73±3.21 <sup>1</sup>
Симбирка	2560	291	11.37±1.44 <sup>2</sup>
Шафран	1692	186	10.99±1.61 <sup>3</sup>
Московская 35	374	39	10.43±1.57 <sup>3</sup>
Казахстанская 10	528	15	2.84±0.17 <sup>2</sup>
Гибриды F <sub>1</sub> , данные 2013 г.			
F <sub>1</sub> Скала x Жница	89	21	23.59±1.43 <sup>1</sup>
F <sub>1</sub> Жница x Скала	132	33	25.00±2.13 <sup>1</sup>
F <sub>1</sub> Скала x Sonalika	48	16	33.33±1.35 <sup>2</sup>
F <sub>1</sub> Sonalika x Скала	115	6	5.21±0.47 <sup>1</sup>
F <sub>1</sub> Скала x Симбирка	51	20	39.21±2.43 <sup>1</sup>
F <sub>1</sub> Симбирка x Скала	388	19	4.89±0.07 <sup>2</sup>
F <sub>1</sub> Скала x Шафран	34	17	50.00±1.67 <sup>3</sup>
F <sub>1</sub> Шафран x Скала	544	27	4.96±0.17 <sup>2</sup>

Генотип	Количество инокулированных пыльников, шт	Количество эмбрионов, шт	ЧОЭ, %
F1 Скала х Московская 35	291	39	13.40±1.13 <sup>3</sup>
F1 Московская 35 х Скала	98	2	2.04±0.03 <sup>1</sup>
F1 Скала х Казахстанская 10	401	67	16.71±1.73 <sup>2</sup>
F1 Казахстанская 10 х Скала	89	5	5.62±0.03 <sup>2</sup>
F1 Жница х Sonalika	211	45	21.33±3.14 <sup>1</sup>
F1 Sonalika х Жница	351	89	25.35±4.21 <sup>3</sup>
F1 Жница х Симбирка	186	73	39.25±2.89 <sup>2</sup>
F1 Симбирка х Жница	79	9	11.39±1.98 <sup>1</sup>
F1 Жница х Шафран	219	38	17.35±2.13 <sup>2</sup>
F1 Шафран х Жница	119	32	26.89±3.48 <sup>3</sup>
F1 Жница х Московская 35	408	349	85.51±8.87 <sup>3</sup>
F1 Московская 35 х Жница	257	56	21.79±2.44 <sup>2</sup>
F1 Жница х Казахстанская 10	77	9	11.69±1.93 <sup>1</sup>
F1 Казахстанская 10 х Жница	112	19	16.96±2.19 <sup>2</sup>
F1 Sonalika х Симбирка	374	53	14.17±1.11 <sup>1</sup>
F1 Симбирка х Sonalika	308	19	6.1±0.69 <sup>3</sup>
F1 Sonalika х Шафран	731	101	13.82±3.17 <sup>3</sup>
F1 Шафран х Sonalika	188	18	9.50±1.77 <sup>1</sup>
F1 Sonalika х Московская 35	89	7	7.86±0.93 <sup>3</sup>
F1 Московская 35 х Sonalika	156	19	12.18±2.11 <sup>1</sup>
F1 Sonalika х Казахстанская 10	312	65	20.83±2.22 <sup>2</sup>
F1 Sonalika х Казахстанская 10	81	8	9.87±0.43 <sup>1</sup>
F1 Симбирка х Шафран	179	5	2.79±0.13 <sup>3</sup>
F1 Шафран х Симбирка	87	13	14.94±1.89 <sup>1</sup>
F1 Симбирка х Московская 35	234	38	16.24±1.54 <sup>3</sup>
F1 Московская 35 х Симбирка	56	5	8.92±1.11 <sup>1</sup>
F1 Симбирка х Казахстанская 10	448	49	10.93±1.59 <sup>2</sup>
F1 Казахстанская 10 х Симбирка	407	357	87.50±9.48 <sup>2</sup>
F1 Шафран х Московская 35	115	9	7.83±1.19 <sup>1</sup>
F1 Московская 35 х Шафран	92	11	11.95±1.99 <sup>3</sup>
F1 Шафран х Казахстанская 10	311	56	18.00±1.97 <sup>1</sup>
F1 Казахстанская 10 х Шафран	118	8	6.77±1.46 <sup>2</sup>
Дигиплоидные линии гибридов F <sub>1</sub> , данные 2014 г.			
ДГЛ Скала х Жница	121	8	6.61±1.19 <sup>2</sup>
ДГЛ Жница х Скала	59	1	1.69±0.05 <sup>2</sup>
ДГЛ Скала х Sonalika	98	6	6.12±1.39 <sup>1</sup>
ДГЛ Sonalika х Скала	187	9	4.81±1.11 <sup>2</sup>
ДГЛ Скала х Симбирка	38	2	5.26±1.59 <sup>2</sup>
ДГЛ Симбирка х Скала	69	1	1.45±0.59 <sup>2</sup>
ДГЛ Скала х Шафран	235	28	8.40±0.13 <sup>1</sup>
ДГЛ Шафран х Скала	46	1	2.17±0.99 <sup>3</sup>
ДГЛ Скала х Московская 35	67	1	1.49±0.69 <sup>2</sup>
ДГЛ Московская 35 х Скала	112	4	3.57±0.89 <sup>1</sup>
ДГЛ Скала х Казахстанская 10	119	5	4.20±0.39 <sup>2</sup>
ДГЛ Казахстанская 10 х Скала	55	2	3.64±1.12 <sup>3</sup>
ДГЛ Жница х Sonalika	153	9	5.88±1.17 <sup>2</sup>
ДГЛ Sonalika х Жница	99	3	3.03±0.65 <sup>1</sup>
ДГЛ Жница х Симбирка	72	3	4.17±0.59 <sup>3</sup>
ДГЛ Симбирка х Жница	191	9	4.71±0.64 <sup>2</sup>
ДГЛ Жница х Шафран	43	1	2.32±0.15 <sup>1</sup>
ДГЛ Шафран х Жница	69	4	5.79±1.12 <sup>2</sup>
ДГЛ Жница х Московская 35	280	28	10.00±2.68 <sup>1</sup>
ДГЛ Московская 35 х Жница	186	2	1.07±0.02 <sup>2</sup>
ДГЛ Жница х Казахстанская 10	81	1	1.23±0.12 <sup>3</sup>
ДГЛ Казахстанская 10 х Жница	119	1	0.84±0.02 <sup>2</sup>
ДГЛ Sonalika х Симбирка	47	3	6.38±1.12 <sup>1</sup>
ДГЛ Симбирка х Sonalika	79	3	3.79±0.32 <sup>2</sup>
ДГЛ Sonalika х Шафран	89	3	3.37±0.12 <sup>1</sup>
ДГЛ Шафран х Sonalika	196	8	4.08±1.19 <sup>3</sup>
ДГЛ Sonalika х Московская 35	66	2	3.03±0.14 <sup>2</sup>

Генотип	Количество инокулированных пыльников, шт	Количество эмбрионов, шт	ЧОЭ, %
ДГЛ Московская 35 x Sonalika	212	9	4.24±1.11 <sup>3</sup>
ДГЛ Sonalika x Казахстанская 10	59	1	1.69±0.72 <sup>1</sup>
ДГЛ Sonalika x Казахстанская 10	112	7	6.25±1.13 <sup>2</sup>
ДГЛ Симбирка x Шафран	86	3	3.48±0.41 <sup>3</sup>
ДГЛ Шафран x Симбирка	53	2	3.77±0.19 <sup>2</sup>
ДГЛ Симбирка x Московская 35	181	5	2.76±1.11 <sup>3</sup>
ДГЛ Московская 35 x Симбирка	59	2	3.38±0.32 <sup>2</sup>
ДГЛ Симбирка x Казахстанская 10	99	7	7.07±1.12 <sup>1</sup>
ДГЛ Казахстанская 10 x Симбирка	65	4	6.15±1.45 <sup>2</sup>
ДГЛ Шафран x Московская 35	129	1	0.77±0.01 <sup>3</sup>
ДГЛ Московская 35 x Шафран	139	4	2.87±0.19 <sup>2</sup>
ДГЛ Шафран x Казахстанская 10	257	7	2.72±0.96 <sup>1</sup>
ДГЛ Казахстанская 10 x Шафран	131	7	5.34±1.23 <sup>2</sup>

Примечание: <sup>1</sup> – значимо на 0,1%-ном уровне, <sup>2</sup> – значимо на 1%-ном уровне, <sup>3</sup> – значимо на 5%-ном уровне.

Условные обозначения: ДГЛ – дигамплоидная линия, ЧОЭ – частота образования эмбрионов.

Гибриды F1 также характеризовались различными показателями частоты образования эмбрионов. Наибольшее количество эмбрионов (87,5%) сформировалось в культуре *in vitro* пыльников гибрида F1 Казахстанская 10 x Симбирка. В качестве материнской формы этого гибрида служил низкоотзывчивый сорт Казахстанская 10, отцовской – среднеотзывчивый сорт Симбирка. Высоким значением частоты образования эмбрионов характеризовался также гибрид F1 Жница x Московская 35 (85,51%). В этой гибридной комбинации материнской формой служил высокоотзывчивый сорт Жница, отцовской – среднеотзывчивый сорт Московская 35. Достаточно высокое значение изучаемого показателя отмечено у гибрида F1 Скала x Шафран (50,00%). У данного гибрида материнской формой служил высокоотзывчивый сорт Скала, отцовской – среднеотзывчивый сорт Шафран. Какой-либо закономерности в частоте образования эмбрионов у реципрокных межсортных гибридов F1, в зависимости от направления скрещивания, не установлено (табл.).

Показатели частоты образования эмбрионов у дигамплоидных линий гибридов F1 в сравнении с аналогичными показателями родительских сортов и особенно их гибридов F1 значительно снижались у всех генотипов, и в целом не превышали 10% (табл.).

**Заключение.** О необходимости изучения механизма генетического контроля признаков андроклинии сообщают многие авторы. Ведется поиск «генов андрогенеза *in vitro*» [11] и

«генов эмбриогенеза *in vitro*» [12]. Установлено, что отзывчивость пыльников гибридов на условия *in vitro* определяется сложным взаимодействием генотипов родительских форм [7]. Высказано мнение, что признак «частота образования эмбрионов» контролируется множественными генами [13-14], что в целом характерно для количественных признаков [15].

Полученные результаты подтвердили, что генотип играет определяющую роль в отзывчивости пыльников на условия культивирования *in vitro*. Андроклинные эмбрионы получены согласно использованному методу культуры *in vitro* пыльников [3] только у 73 из 186 протестированных сортов яровой мягкой пшеницы. В то же время следует подчеркнуть, что неотзывчивость пыльников у ценных в селекционном отношении сортов можно пытаться преодолеть путём подбора индивидуальных условий культивирования *in vitro*, как это показано нами на примере других генотипов яровой мягкой пшеницы из коллекции Башкирского НИИ СХ РАСХН [9].

Согласно анализу полученных результатов, жесткая зависимость между показателями частоты образования эмбрионов у родительских сортов изученной коллекции сортов яровой мягкой пшеницы, их гибридов F1 и дигамплоидных линий гибридов F1 не выявляется, и этот показатель характеризуется различной наследуемостью. Так, отсутствует однозначная зависимость между показателями частоты образования эмбрионов родительских форм и

их гибридов F<sub>1</sub>: высокоотзывчивые родительские сорта дают низкоотзывчивые гибриды F<sub>1</sub>, и наоборот. Возможно, гены, отвечающие за этот признак, действуют как аддитивные или комплементарные. Кроме того, как свидетельствуют полученные данные, не следует прогнозировать частоту образования эмбриоидов гибридов F<sub>1</sub> и дигаметоидных линий гибридов F<sub>1</sub>, основываясь только на значениях частоты образования эмбриоидов родительских сортов. В целом, перспективность ис-

пользования гибридов F<sub>1</sub> и их дигаметоидных линий в биотехнологии андроклиной гаплоидии яровой мягкой пшеницы можно оценить пока только эмпирическим путем.

Таким образом, данные, полученные на примере яровой мягкой пшеницы, свидетельствуют о сложном характере наследования признака «частота образования эмбриоидов» у яровой мягкой пшеницы.

*Работа выполнена согласно государственному заданию по теме № 01201361803.*

#### Литература

1. Эмбриологические основы андроклинии пшеницы / Н.Н. Круглова, Т.Б. Батыгина, В.Ю. Горбунова, Г.Е. Титова, О.А. Сельдмирова. М.: Наука, 2005. 99 с.
2. Datta S.K. Androgenesis in cereals // Current trends in the embryology of Angiosperms / Eds S.S. Bhojwani, W.Y. Soh. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ. 2001. P. 471–488.
3. От микроспоры – к сорту // Т.Б. Батыгина, Н.Н. Круглова, В.Ю. Горбунова, Г.Е. Титова, О.А. Сельдмирова. М.: Наука, 2010. 178 с.
4. Germana M.A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // Plant Cell Tiss. Organ Cult. 2011. V. 104. P. 283–300.
5. Soriano M., Li H., Boutilier K. Microspore embryogenesis: establishment of embryo identity and pattern in culture // Plant Reprod. 2013. V. 26. P. 181–196.
6. Сельдмирова О.А., Круглова Н.Н. Андроклиный эмбриоидогенез у злаков // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 5. С. 476–487.
7. Белинская Е.В. Наследование способности к андрогенезу *in vitro* у ярового ячменя // Цитология и генетика. 2008. Т. 42. № 4. С. 27–37.
8. Беккужина С.С. Использование дигаметоидных линий в селекционных программах яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2009. № 4 (52). С. 87–91.
9. Сельдмирова О.А., Круглова Н.Н., Никонов В.И. Оценка коллекции генотипов яровой мягкой пшеницы по отзывчивости изолированных пыльников в условиях культуры *in vitro* // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 2. С. 22–26.
10. Горбунова В.Ю., Круглова Н.Н., Абрамов С.Н. Индукция андрогенеза *in vitro* у яровой мягкой пшеницы. Баланс эндогенных и экзогенных фитогормонов // Известия РАН. Серия биол. 2001. № 1. С. 31–36.
11. Manninen O.M. Association between anther culture response and molecular markers on chromosomes 2H, 3H and 4H of barley (*Hordeum vulgare* L.) // Theor. Appl. Genet. 2000. V. 100. P. 57–62.
12. Sanchez-Diaz R.A., Castillo A.M., Pilar Valles M. Microspore embryogenesis in wheat: new marker genes for early, middle and late stages of embryo development // Plant Reprod. 2013. V. 26. P. 287–296.
13. Daüstü N. Diallel analysis of anther culture response in wheat (*Triticum aestivum* L.) // African Journal of Biotechnology. 2008. V. 7. P. 3419–3423.
14. Dong X., Xu X., Miao J. *et al.* Fine mapping of qhir1 influencing haploid induction in maize // Theor. Appl. Genet. 2013. V. 126. P. 1713–1720.
15. Орлов П.А. Клеточные и генно-инженерные технологии модификации растений. Минск: Тонпик, 2006. 248 с.

## COMPARATIVE EVALUATION OF FREQUENCY OF ANDROCLINAL EMBRYOIDS FORMING IN PARENT VARIETIES, HYBRIDS F<sub>1</sub> AND HYBRIDS F<sub>1</sub> DIHAPLOID LINES OF SPRING SOFT WHEAT

N.N. Kruglova, Dr. Biol. Sci., Professor  
 O.A. Seldimirova, Cand. Biol. Sci.,  
 Ufa Institute of Biology of Russian Academy of Sciences  
 69 Prospect Octyabrya, Ufa 450054 Russia  
 E-mail: kruglova@anrb.ru

#### ABSTRACT

The study was carried out in 2012-2014 in the Ufa region of the Republic of Bashkortostan (Southern Ural). The formation of androclinal embryoids (embryo like structures) in *in vitro* isolated anther culture of spring soft wheat was investigated. The frequency of embryoid formation (FEF) as percentage relation of forming embryoid number to common number of anthers inoculated *in vitro* on

nutrient medium was counted. The ability to form embryoids was established in 73 varieties from 186 tested. From them as the parent varieties were selected 7 which are intensively used in selection programmes. The comparison of FEF of parent varieties, its reciprocal hybrids F1 and hybrid F1 dihaploid lines was made. It was established that parent varieties were characterized by high (20.00% and more, varieties Skala and Zhniza), average (10.00-19.99%, varieties Sonalika, Simbirka, Shafran, Moskovskaya 35) and low (from 9.99%, variety Khazahstanskaya 10) FEF. The absence of unambiguous dependence between FEF of parent varieties and their reciprocal hybrids F1 from each direction of crossing was demonstrated. It was revealed that FEF of hybrid F1 dihaploid lines decreased significantly in all studied genotypes and did not exceed 10%. Varieties Skala and Zhniza are recommended to the use in the selection programmes as donor genotypes for production of androclinal embryoids.

*Key words: biotechnology, androcliny, anther culture in vitro, spring soft wheat, Triticum aestivum L.*

#### References

1. Embriologicheskie osnovy androklinii pshenitsy (Embryological bases of wheat androcliny), N.N. Kruglova, T.B. Batygina, V.Yu. Gorbunova, G.E. Titova, O.A. Sel'dimirova, M.: Nauka, 2005, pp. 99.
2. Datta S.K. Androgenesis in cereals // Current trends in the embryology of Angiosperms / Eds S.S. Bhojwani, W.Y. Soh. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ. 2001. P. 471–488.
3. Ot mikrospory – k sortu (From microspore to variety), T.B. Batygina, N.N. Kruglova, V.Yu. Gorbunova, G.E. Titova, O.A. Sel'dimirova, M.: Nauka, 2010, pp. 178.
4. Germana M.A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // Plant Cell Tiss. Organ Cult. 2011. V. 104. P. 283–300.
5. Soriano M., Li H., Boutilier K. Microspore embryogenesis: establishment of embryo identity and pattern in culture // Plant Reprod. 2013. V. 26. P. 181–196.
6. Sel'dimirova O.A., Kruglova N.N. Androklinnyi embrioidogenez u zlakov (Androclinal embryoidogenesis in cereals), Uspekhi sovremennoi biologii, 2014, Vol. 134, No. 5, pp. 476–487.
7. Belinskaya E.V. Nasledovanie sposobnosti k androgenezu in vitro u yarovogo yachmenya (Heritage of the ability for androgenesis in vitro and spring barley), Tsitologiya i genetika, 2008, Vol. 42, No. 4, pp. 27–37.
8. Bekkuzhina S.S. Ispol'zovanie digaploidnykh linii v selektsionnykh programmakh yarovoi pshenitsy (Triticum aestivum L.). (Use of dihaploid lines in selection programmes of spring wheat (Triticum aestivum L.)), Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina, 2009, No.4 (52), pp. 87–91.
9. Sel'dimirova O.A., Kruglova N.N., Nikonov V.I. Otsenka kollektzii genotipov yarovoi myagkoi pshenitsy po otzyvchivosti izolirovannykh pyl'nikov v usloviyakh kul'tury in vitro (Estimation of spring soft wheat genotypes collection on isolated anthers respond ability in vitro), Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2011, No. 2, pp. 22–26.
10. Gorbunova V.Yu., Kruglova N.N., Abramov S.N. Induktsiya androgeneza in vitro u yarovoi myagkoi pshenitsy. Balans endogennykh i ekzogennykh fitogormonov (In vitro androgenesis induction in spring soft wheat. Endogenic and exogenic phytohormones), Izvestiya RAN. Seriya biol., 2001, No. 1, pp. 31–36.
11. Manninen O.M. Association between anther culture response and molecular markers on chromosomes 2H, 3H and 4H of barley (Hordeum vulgare L.) // Theor. Appl. Genet. 2000. V. 100. P. 57–62.
12. Sanchez-Diaz R.A., Castillo A.M., Pilar Valles M. Microspore embryogenesis in wheat: new marker genes for early, middle and late stages of embryo development // Plant Reprod. 2013. V. 26. P. 287–296.
13. Daüstü N. Diallel analysis of anther culture response in wheat (Triticum aestivum L.) // African Journal of Biotechnology. 2008. V. 7. P. 3419–3423.
14. Dong X., Xu X., Miao J. et al. Fine mapping of qhir1 influencing haploid induction in maize // Theor. Appl. Genet. 2013. V. 126. P. 1713–1720.
15. Orlov P.A. Kletochnye i genno-inzhenernye tekhnologii modifikatsii rastenii (Cell and gens engineering technologies for plant modification), Minsk: Tonpik, 2006, pp. 248.



## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 639.111.11:619:615.015.4

**ПРОФИЛАКТИКА И ФАРМАКОТЕРАПИЯ ЭДЕМАГЕНОЗА И ЦЕФЕНОМИОЗА СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ**

**Е.С. Казановский**, д-р ветеринар. наук,  
**В.П. Карабанов**, ст. научный сотрудник,  
**К.А. Клебенсон**, ст. научный сотрудник,  
ГНУ НИИСХ Республики Коми Россельхозакадемии,  
ул. Дёповская, 12, г. Печора, Республика Коми, Россия, 169609  
E-mail: [poniish@mail.ru](mailto:poniish@mail.ru)

*Аннотация.* Энтормозы северных оленей – эдемагеноз и цефеномиоз – относятся к инвазионным заболеваниям, возбудителями которых являются паразитирующие в организме личинки подкожного и носоглоточного оводов. Каждому из возбудителей соответствует свой определённый цикл развития. Паразитирование продолжается в течение 9 месяцев. При этом личинки подкожного овода локализуются под кожей спины в количествах от нескольких десятков до сотни и более штук. Личинки носоглоточного овода локализуются в решётчатой кости в проходах и хоанах в количестве до нескольких десятков. За период развития личинки от микроскопических вырастают до 2-3 см по длине и 1-1,5 см по ширине за счёт питательных веществ организма. При этом теряется упитанность оленей, понижается резистентность организма и качество продукции. Кроме того, мухи овода в летнее время нарушают спокойный выпас оленей. Для борьбы с оводами успешно проводятся летние защитные опрыскивания и ранняя фармакотерапия. Для этих целей используются инсектициды контактного и системного действия (пиретроиды, ивер- авермектины).

*Ключевые слова:* оленеводство, энтормозы, эдемагеноз, цефеномиоз, инсектициды, фармакотерапия, ивер-, авермектины, тандер, кораль.

**Введение.** В зоне Евросеверовостока Российской Федерации в общей сложности выпасается около 350 тысяч оленей. Продукция оленеводства характеризуется высокой экологичностью и пользуется большим спросом в нашей стране и за рубежом.

Отрасль сама по себе достаточно рентабельна, так как олени содержатся на круглогодичном выпасе, и одним из важнейших факторов, сдерживающих благополучное развитие оленеводства и повышения экономичности отрасли, является возникновение и распространение заболеваний различного характера у оленей, так как более 50% всех производительных потерь отмечается по причине гибели заболевших животных, понижения качества продукции, снижения привесов и выбраковки из-за поражённых органов и тканей [2].

Огромные убытки оленеводству причиняют энтормозы – эдемагеноз и цефеномиоз.

Эдемагеноз – инвазионное заболевание оленей, вызываемое паразитированием личинок подкожного овода. Паразитирующие в организме оленя личинки претерпевают 3 стадии развития. Вылупившиеся из отложенных самкой овода на шерстный покров оленя яиц личинки I стадии (июль-август-сентябрь) находятся в состоянии миграции, личинки II и III стадии (октябрь-май) локализуются под кожей спины, вырастают до 2-3 см по длине и до 1-1,5 см по ширине за счёт питательных веществ хозяина, и на заключительной стадии через проделанные ранее отверстия в коже спины выпадают на землю, где окукливаются и превращаются в имаго. В период непродолжительного лета оплодотворённые самки в жаркую погоду в июле-августе вновь откладывают яйца на шерсть оленя.



Рис.1. *Oedemagena tarandi* L., самка. Откладка яиц  
(Фото Брюшинина П.И.)

На одном олене может паразитировать от нескольких десятков до сотни и более личинок. Как правило, поражённость оленей составляет около 100% [1, 3, 6].

Цефеномиоз – инвазионное заболевание оленей, вызываемое паразитированием носоглоточного овода. Самки носоглоточного овода живородящие. Инвазируют оленей в июле-августе впрыскиванием порции личинок в носовые ходы животных. Личинки I стадии развития мигрируют по слизистой носовых ходов и локализуются в хоанах, лабиринте решётчатой кости и в других полостях. Интенсивный рост начинается в марте-апреле, после чего на III стадии развития они мигрируют в заглочную миндалину, где продолжают развиваться и вырастают до 2-2,5 см по длине и до 1 см по ширине. В мае - начале июня они с кашлем выпадают на землю, окукливаются и превращаются в имаго. После спаривания с самцами оплодотворённые самки вновь инвазируют оленей. Поражённость оленей варьирует от 50% до 80%. На одном олене паразитирует до 30-50 личинок [5, 6, 7, 8].

Заболевания причиняют оленям сильные страдания. На местах паразитирования личинок подкожного овода наблюдаются воспалительные процессы, раны, нагноения, Олени теряют упитанность. Шкуры пораженных животных в свищах и непригодны для получения качественных замши и хрома. Личинки носового овода вызывают воспаление слизистой глотки, затруднение дыхания, кашель с примесью крови, при сильном поражении случается гибель оленей.

В летний период мухи оводов нападают на оленей, нарушается спокойный выпас, олени

мечутся, случаются отколы групп и потери отдельных животных, теряется упитанность. Беспорядочный бег способствует травмированию копыт и распространению некробактериоза.

**Цель исследований:** изыскать средства и разработать методы борьбы с энтомозами северных оленей.

Научная новизна работы заключается в испытании новых средств защиты от нападения мух оводов и ларвоцидной эффективности препаратов из группы ивер-, авермектинов.

**Методика.** Все опыты на оленях на безвредность, переносимость и лечебно-профилактическую эффективность испытываемых препаратов проводились в условиях тундры в оленеводческих хозяйствах СПХ "Ижемский оленевод" и ООО "Северный". При этом использовались методы клинико-физиологических исследований, применяемых в ветеринарной практике.

Во всех случаях проводился учёт лечебно-профилактической эффективности применяемой композиции в сравнении с контрольными животными.

Учёт ларвоцидной эффективности препаратов проводился на убойных пунктах методом подсчёта количества личинок на шкурах обработанных и контрольных оленей.

**Результаты.** Технология борьбы с эдемагенозом и цефеномиозом оленей включает в себя летние защитные мероприятия и раннюю фармакотерапию [3, 4, 6].

Летние профилактические опрыскивания оленей проводятся в июле-начале августа, в период массового лёта мух оводов в

целях защиты животных от нападения насекомых.

Опрыскивания проводятся водными эмульсиями инсектицидов контактного действия методами малообъёмного опрыскивания с нормой расхода 100 мл на животное или ультрамалообъёмного – 30-50 мл на животное.

Для проведения обработок используются опрыскиватель моторный переносной (ОМП «Олень») или механический «Север-У». В комплекте с опрыскивателями имеются два напорных шланга длиной 20 м с мелкокапельными распылителями.

Таблица 1

Рекомендуемые для применения препараты и их концентрации при проведении опрыскиваний оленей

Препарат	малообъёмный (%)	ультрамалообъёмный (%)
Стомозан	0,1	0,2
Циперметрин	0,1	0,2
Эктомин	0,1	0,2
Бутокс	0,1	0,2

Для проведения опрыскивания стадо оленей собирается пастухами на ровном месте (тандере), желательно вблизи водоёма. Соборный опрыскиватель располагается с наветренной стороны от стада. Емкость заполняется рабочей эмульсией. Заборный шланг опрыскивателя опускается в ёмкость, а свободные концы напорных шлангов с распылителями укрепляют на длинных шестах (4-5 м) или хорях. Запускают двигатель и при-

ступают к опрыскиванию стада (рис. 2). Всю работу успешно выполняют 3 человека в течение 40-60 минут. При этом гибнут практически все мухи оводов, стадо оленей спокойно выпасается и отдыхает в течение 3-4 часов. В дни особо интенсивного лёта насекомых обработку проводят повторно через 4-5 часов. После обработки емкости и шланги промывают чистой водой.



Рис. 2. Летнее защитное опрыскивание оленей на тандере с помощью опрыскивателя ОМП «Олень»

В этих же целях можно успешно применять дымовые шашки, импрегнированные инсектицидами. Способ применения очень прост и доступен. 8-10 шашек сжигаются с наветренной стороны стада оленей.

Ранняя фармакотерапия заключается в применении инсектицидов системного действия и проводится ветеринарными специа-

листами в период ранней стадии развития личинок оводов (конец августа – начало октября). Инсектициды применяются в дозах, относительно безвредных для оленей, но при распределении в организме создающих достаточную концентрацию для поражения паразитирующих личинок [2-4, 6, 9-13].

Обработки оленей, как правило, проводятся в стационарных или переносных кораллах. При этом в рабочую камеру впускаются по 10-15 оленей. Инсектициды вводятся внутримышечно в области заднебедренной группы

мышц (рис. 3). Для обработок применяются шприцы-автоматы типа Гауптнера-Муто, Бюнера, Шилова, и др. При этом каждого оленя необходимо зафиксировать, и после инъекции поставить метку.



Рис. 3. Внутримышечное введение оленям инсектицида

В целях облегчения этой трудоёмкой работы и сокращения времени, затраченного на неё, обработки можно успешно проводить оленям в расколе для бесфиксационной инъекции лечебных препаратов. Раскол строится на выходе из рабочей камеры корала и представляет собой уменьшенный во много раз вариант рабочей камеры с проходом для оленей длиной в 2 метра, шириной 80-90 см, двумя барьерами высотой до 1 метра, за которыми размещаются ветеринарные специалисты. Входные двери обычные, из досок, выходные – из коральной сетки. В раскол впускаются 2-3 оленя, которым ветспециалисты быстро делают инъекции препарата, и животные сразу выпускаются в

накопитель. С помощью раскола за 1 час можно обработать до 400 оленей.

Контроль за эффективностью проводимой обработки осуществляется во время планового убоя оленей на мясо методом подсчета личинок подкожного овода на шкурах оленей (обработанных и оставленных для контроля) и выведения интенс-эффективности (ИЭ) и экстенс-эффективности (ЭЭ) ларвоцидного действия препарата.

Интенс- и экстенс-эффективность ларвоцидного действия всех рекомендованных для фармакотерапии препаратов при эдемагенозе составляет 100%.

Таблица 2

Рекомендуемые для фармакотерапии инсектициды, дозы и способы применения

Инсектицид	Способ применения	Дозы		
		мг/кг м. ж.	Соотв. объём (мл)	
			молодняк	взрослые
Ивомек (1% ивермектин)	в/м	0.15-0,1	0,5	0,5
Аверсект -2 (фармацин)	в/м	0,2	1,0	2,0
Фасковерм	в/м	5,0	3,0	5,0
Цидектин (моксидектин)	в/в	0,2	1,0	2,0
Дектомакс	в/м	0.2	1,0	2,0
Ивергин	в/м	0,25	0,5	1,0
Новомек	в/м	0,25	0,5	1,0
Дермацин	в/м	0,25	1,0	1,5
Ганамактин	в/м	0,25	1,0	1,5

Убой оленей на мясо рекомендуется проводить через 3-4 дня после применения контактных инсектицидов методом опрыскивания и задымления. После применения системных инсектицидов (ивомек, аверсект, новомек и др.) убой оленей на мясо рекомендуется проводить не ранее, чем через 30 дней. Мясо оленей, убитых ранее указанных сроков, используется в корм собакам и пушным зверям.

Экономическая эффективность ранней фармакотерапии составляет в пределах 25-27% общей прибыли за счёт сохранности поголовья (1-2%), увеличения привесов до 5-7 кг на голову и повышения сортности кожевенного сырья.

**Выводы.** 1. Таким образом, в результате проведённых испытаний установлена 100% ларвоцидная эффективность изученных ивер-, авермектинов против личинок подкожного овода северных оленей.

2. Летние инсектицидно-репеллентные опрыскивания обеспечивают на 3-4 часа защиту оленей от нападения мух оводов и способствуют отдыху, спокойному выпасу оленей и сохранности поголовья.

3. Экономическая эффективность ранней фармакотерапии составляет 25-27% общей прибыли за счёт сохранности поголовья, увеличения привесов и повышения сортности кожевенного сырья.

#### Литература

1. Бреев Г.А. Методы учёта динамики численности кожного овода северного оленя // Труды НИИСХ Крайнего Севера. 1956.
2. Забродин В.А. и др. Болезни северных оленей / В.А. Забродин [и др.]. М. 1980. 240 с.
3. Брюшинин П.И. Изучение биологии подкожного овода северных оленей и разработка методов борьбы с ним в Большеземельской тундре: дис. ... канд. наук. 1970.
4. Воронин М.В. Оводы и меры борьбы с ними. М.: Колос, 1964. 184 с.
5. Гомоюнова М.П. Биология овода северных оленей. Новосибирск. 1976. 112 с.
6. Казановский Е.С. Ветеринарная наука на службе северного оленеводства: монография. М. 2013 192 с.
7. Непоклонов А.А. Болезни животных, вызываемые оводами. М.: Колос, 1980. 256 с.
8. Самандас А.М., Лайшев К.А., Сивков Г.С. Эдемагеноз и цефеномиоз северных оленей // Ветеринария. 2009. № 9. С. 32–35.
9. Oksanen A., Nieminen M., Soveri T., Kumpula K. "Oral and parenteral administration of ivermectin to reindeer", *Rangifer*, Special Issue 1999. № 11. Vol. XIX.
10. Dieterich R.A., Craigmill A.L., 1990. Safety, efficacy, and tissues residues of ivermectin in reindeer. *Rangifer*, 10: 53–56.
11. Di Netta J., 1989. List of registrations. In: W.C. Campbell (Editor), *Ivermectin and Abamectin*. Springer-Verlag, New York, pp. 344–346.
12. Nieminen M., Timisjärvi, J. and Laitinen M., 1980. The effects of antiparasitic treatment on the condition of semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus*). Rep. Kevo Subarct. Res. Stn., 16: 23–26.
13. Nordkvist M., Rehbinder C., Christensson D., Rönnbäck C., 1983. A comparative study on the efficacy of four anthelmintics on some important reindeer parasites. *Rangifer*, 3: 19–38.

## PREVENTION AND PHARMACOTHERAPY OF EDEMAGENOSIS AND CEPHENOMIOSIS IN REINDEER

**E.S. Kazanovskii**, Dr. Vet.Sci., Pechora Veterinary Department Head,  
**V.P. Karabanov**, Senior Researcher, Pechora Veterinary Department,  
**K.A. Klebenson**, Senior Researcher, Pechora Veterinary Department  
 State Scientific Establishment Agricultural Research Institute of the Komi Republic of the RAAS  
 12, Depovskaya St., Pechora, Komi Republic 169609 Russia  
 E-mail: [poniish@mail.ru](mailto:poniish@mail.ru)

#### ABSTRACT

Myioses in reindeer – edemagenosis and cephenomiosis – refer to invasion diseases, which etiological agents are parasitizing in the body Hypodermatidae and Oestridae larvae. Each of the agents has a certain cycle of development. Parasitizing period lasts for 9 months. The Hypodermatidae larvae are located under the skin of the back in quantities from a few dozen to a hundred or more pieces. The Oestridae larvae localize in the ethmoidale in passages and choanae up to several dozens. During the period of development, larvae grow from microscopic size up to 2-3 cm in length and 1-1.5 cm in width due to the nutrients of the body. Herein the reindeer lose fatness, the organism resistance

decreases, the product quality falls. In addition, botflies disturb calm grazing of reindeer in summer time. To combat the botflies successfully summer protective spraying and early pharmacotherapy are successful. For these purposes are used insecticides of contact and systemic action (pyrethroids, iver- avermectins).

*Key words: reindeer husbandry, myioses, edemagenosis, cephenomiosis, insecticides, pharmacotherapy, ivermectins, avermectins, tander, corral.*

#### References

1. Breev G.A. Metody ucheta dinamiki chislennosti kozhnogo ovoda severnogo olenya (Counting methods for quantity dynamics of Hypodermatidae of reindeer), Trudy NIISKh Krainego Severa, 1956.
2. Zabrodin V.A. i dr. Bolezni severnykh olenei (Reindeer diseases), V.A. Zabrodin [et al.], M., 1980. pp. 240.
3. Bryushinin P.I. Izuchenie biologii podkozhnogo ovoda severnykh olenei i razrabotka metodov bor'by s nim v Bol'shezemel'skoi tundre (Study on biology of reindeer Hypodermatidae and development of their control methods in Bol'shezemelskaya tundra): dis. ... kand. nauk, 1970.
4. Voronin M.V. Ovody i mery bor'by s nimi (Hypodermatidae and control methods), M., Kolos, 1964. pp. 184.
5. Gomoyunova M.P. Biologiya ovoda severnykh olenei (Reindeer Hypodermatidae biology), Novosibirsk, 1976. pp. 112.
6. Kazanovskii E.S. Veterinarnaya nauka na sluzhbe severnogo olenevodstva (Veterinary science for reindeer husbandry): monografiya, M., 2013, pp. 192.
7. Nepoklonov A.A. Bolezni zhivotnykh, vyzyvaemye ovodami (Animal diseases provoked by Hypodermatidae), M., under ed. Kolos, 1980, pp. 256.
8. Samandas A.M., Laishev K.A., Sivkov G.S. Edemagenoz i tsefenomioz severnykh olenei, Veterinariya (Edemagenosis and cephenomiosis in reindeer, Veterinary), 2009, No. 9, pp. 32–35.
9. Oksanen A., Nieminen M., Soveri T., Kumpula K. "Oral and parenteral administration of ivermectin to reindeer", Rangifer, Special Issue 1999. No. 11. Vol. XIX.
10. Dieterich R.A., Craigmill A.L., 1990. Safety, efficacy, and tissues residues of ivermectin in reindeer. Rangifer, 10: 53–56.
11. Di Netta J., 1989. List of registrations. In: W.C. Campbell (Editor), Ivermectin and Abamectin. Springer-Verlag, New York, pp. 344–346.
12. Nieminen M., Timisjärvi, J. and Laitinen M., 1980. The effects of antiparasitic treatment on the condition of semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus*). Rep. Kevo Subarct. Res. Stn., 16: 23–26.
13. Nordkvist M., Reh binder C., Christensson D., Rönnbäck C., 1983. A comparative study on the efficacy of four anthelmintics on some important reindeer parasites. Rangifer, 3: 19–38.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ, БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

УДК 631.115.1

## ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ НАСЕЛЕНИЯ

**С.В. Сусликов**, главный специалист,  
Департамент градостроительства и архитектуры администрации города Перми,  
ул. Сибирская, 15, г. Пермь, Россия, 614000  
E-mail: [wandragor@mail.ru](mailto:wandragor@mail.ru)

*Аннотация.* Продолжающийся кризис в сельскохозяйственной отрасли страны негативно сказывается на обеспеченности граждан продуктами сельского хозяйства. В этих условиях личные подсобные хозяйства (ЛПХ) граждан выступают гарантом обеспечения жителей сельскохозяйственной продукцией, а также играют существенную роль в продовольственной безопасности страны. Однако, законодательство не в полной мере регулирует формирование земельных участков для ведения ЛПХ и их размеры, тем самым создавая условия для появления подсобных хозяйств, превышающих максимальные нормы предоставления и служащих, зачастую, для застройки. Это приводит к выбытию из сельскохозяйственного оборота продуктивных сельскохозяйственных угодий, нарушению сложившейся структуры землепользования, что негативно сказывается на развитии и экономической эффективности сельскохозяйственной отрасли.

Для решения обозначенных проблем необходимо изменение порядка формирования земельных участков для личных подсобных хозяйств – введения землеустроительного этапа, предполагающего организацию земель сельскохозяйственного назначения в границах муниципального образования. Создание такой схемы позволит определить земельные массивы, необходимые для ведения и развития сельскохозяйственного производства предприятиями, личными подсобными и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, а также для расширения перспективных населенных пунктов, создания вблизи лесов и водоемов садовых и дачных товариществ, проведения обоснованной сельскохозяйственной и градостроительной политики.

*Ключевые слова:* личные подсобные хозяйства населения, землеустройство, земельные доли, импортозамещение.

**Введение.** В условиях политических и социально-экономических изменений, происходящих в России в последнее время, значение и роль сельскохозяйственной отрасли страны претерпели существенные изменения. Если ранее значительная часть сельскохозяйственной продукции свободно закупалась за рубежом (зачастую в ущерб отечественному сельскохозяйственному производству), то в настоящее время, в период «сельскохозяйственного эмбарго», правительство активно проводит политику импортозамещения товарами российских производителей.

Однако, учитывая продолжающиеся кризисные явления в сельскохозяйственной отрасли страны, крупные сельскохозяйственные предприятия не могут обеспечить в полной мере потребности населения в сельскохозяйственной продукции. По этой причине сегодня

малые формы хозяйствования, в частности, ЛПХ населения, не только обеспечивают продуктами питания сельских и городских жителей, но и являются гарантом продовольственной безопасности страны.

Так, по данным Росстата, в 2000 году, в целом по стране, доля личных подсобных хозяйств населения в общем объеме сельскохозяйственного производства по отдельным видам сельскохозяйственной продукции составляла 50% и более. В ряде регионов это значение достигало 80-90% [4,7,10]. Однако, к 2012 году наметилась тенденция к сокращению данных показателей. Но, несмотря на это, роль и значение личных подсобных хозяйств населения как товарного производителя в сельском хозяйстве продолжают оставаться весьма важными [5,6,8,9].

Структура производства основных продуктов сельского хозяйства в ЛПХ  
в целом по России и Пермскому краю в динамике, в % от общего объема производства  
в хозяйствах всех категорий

	Картофель				Овощи				Скот и птица на убой				Молоко			
	2000	2005	2010	2012	2000	2005	2010	2012	2000	2005	2010	2012	2000	2005	2010	2012
Россия	91	89	84	79	75	74	71	69	58	51	36	30	51	52	50	48
Пермский край	94	93	88	84	93	91	91	89	42	38	24	24	52	42	31	28

Несмотря на поддержку со стороны государства малых форм хозяйствования, в том числе и ЛПХ, существует ряд проблем, мешающих эффективному развитию данного вида хозяйствования.

**Методика.** Проведенный анализ нормативно-правовых актов в отношении личных подсобных хозяйств населения позволил выявить неоднозначность в регулировании формирования земельных участков для ЛПХ и их размеров. В соответствии с Федеральным Законом «О личном подсобном хозяйстве», ЛПХ могут находиться как на землях населенных пунктов (приусадебный участок), так и на землях сельскохозяйственного назначения (полевой надел). Этим же законом регламентируются максимальные размеры предоставляемых земельных участков из земель, находящихся в муниципальной собственности [1].

Однако не только данный законодательный акт регулирует образование новых землепользований ЛПХ. В соответствии с Федеральным Законом «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» земельные участки могут быть выделены из земель сельскохозяйственного назначения в счет земельной доли, в том числе и для создания личного подсобного хозяйства [2,3]. Так появляются земельные участки ЛПХ размерами, значительно превышающими максимальные нормы предоставления. В современных рыночных условиях образование таких земельных участков зачастую служит не столько для ведения сельскохозяйственного производства (в товарных объемах), сколько для дальнейшей застройки последних путем изменения вида разрешенного использования (зачастую в «садоводство и огородничество» или «дачное строительство»), так как это принесет быстро прибыль при минимальных затратах.

**Результаты.** Таким образом, в результате недостаточного законодательного регулирования из сельскохозяйственного оборота выбывают продуктивные угодья, предназначенные исключительно для ведения сельскохозяйственной деятельности. Все это имеет ряд негативных последствий, влияющих не только на развитие ЛПХ, но и на сельскохозяйственную отрасль в целом, а также на деятельность сельскохозяйственных предприятий и организаций. В частности, нарушается сложившаяся структура землепользований, что осложняет ведение сельскохозяйственного производства, и, в конечном итоге, снижает экономическую эффективность сельскохозяйственной деятельности и сказывается на продовольственной безопасности региона и страны в целом.

Несмотря на то, что вовлечение данных земельных участков в градостроительный оборот влияет на уровень обеспеченности жильем населения, это влечет одновременно и дополнительные расходы со стороны местных органов власти в части обеспечения вновь возведенных строений инфраструктурой, а также необходимость реконструкции существующих инженерных сетей ввиду возросшей нагрузки. В условиях экономического кризиса, ограниченности финансовых средств муниципалитетов данные мероприятия будет сложно реализовать.

Тем не менее, существует и целый ряд землепользователей, выделивших земельные участки в счет земельных долей из земель сельскохозяйственного назначения для ведения ЛПХ с целью сельскохозяйственного производства. Однако, в силу ряда причин, они так и не воспользовались своим правом ведения деятельности на таких участках. В результате длительного «простоя» такие участки оказались залесены и уже непригодны в сельскохозяйственном производстве, что также негативно



сказывается на деятельности сельскохозяйственных предприятий и организаций.

Указанные примеры свидетельствуют об отсутствии должного контроля и законодательного регулирования использования земельных участков для ведения личных подсобных хозяйств, выделенных в счет земельных долей из земель сельскохозяйственного назначения.

Для решения данных проблем необходимо изменение порядка формирования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения, а именно введение землеустроительного этапа, предполагающего организа-

цию территории земель сельскохозяйственного назначения в границах муниципальных образований (сельских поселений).

Схема организации территории – это землеустроительный документ, направленный на актуализацию сложившейся системы землепользований, её систематизацию и упорядочивание границ с учетом перспективного использования земельных участков. Такие схемы должны организовывать территории земель сельскохозяйственного назначения в границах муниципальных образований с учетом интересов как сельскохозяйственных товаропроизводителей, так и местных органов власти.

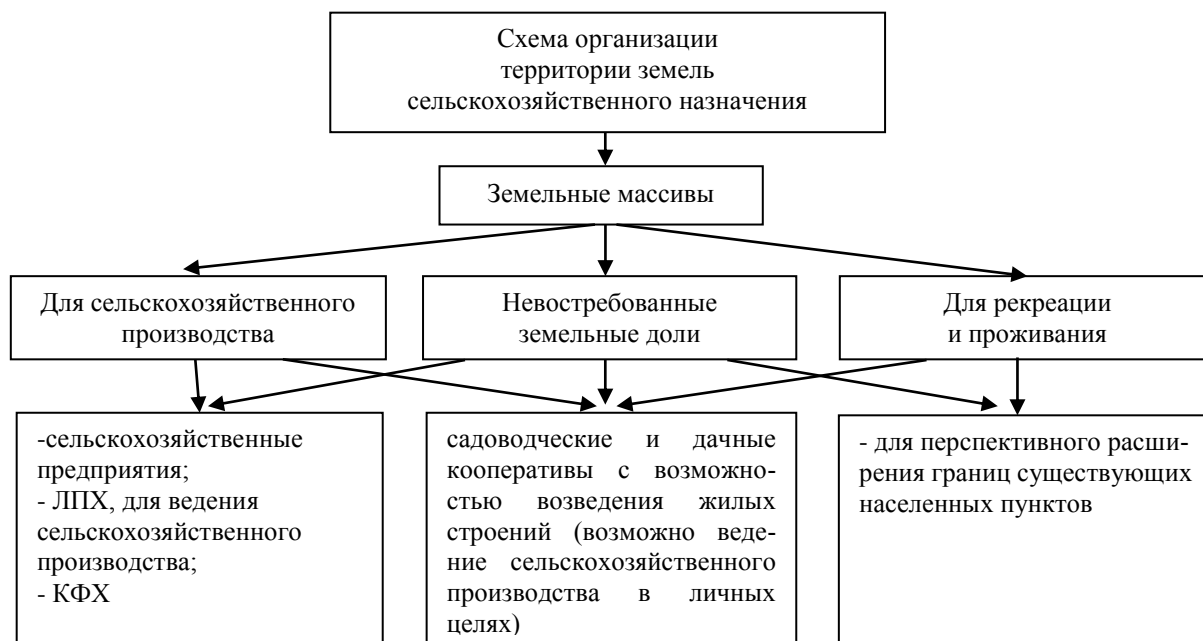


Рис. Схема организации земель сельскохозяйственного назначения для различных видов использования

Таким образом, при участии всех заинтересованных лиц, правообладателей земельных участков можно определить земельные массивы, необходимые для ведения и развития сельскохозяйственного производства предприятиями, личными подсобными хозяйствами и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами. Появляется возможность выделения земельных массивов (в том числе из невостребованных земельных долей), расположенных вблизи перспективных населенных пунктов, для их дальнейшего расширения, а также для создания садовых и дачных некоммерческих товариществ вблизи лесов и водоемов, а также на залесенных землях, бывших в сельскохозяйственном обороте.

**Выводы.** Благодаря такой организации земель появляется возможность проводить обоснованную сельскохозяйственную и градостроительную политику. Это, в свою очередь, позволит упорядочить застройку земель сельскохозяйственного назначения и более рационально организовать сельскохозяйственное производство в границах сельского поселения. Указанные мероприятия благоприятно скажутся на сельскохозяйственной деятельности как субъектов малых форм хозяйствования, так и крупных сельскохозяйственных предприятий. А это, в свою очередь, позволит активно проводить политику импортозамещения, что благоприятно скажется на продовольственной безопасности страны.

## Литература

1. Федеральный закон от 07.07.2003 № 112-ФЗ «О личном подсобном хозяйстве» [Электронный ресурс] // СПС Консультант плюс.
2. Федеральный закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» [Электронный ресурс] // СПС Консультант плюс.
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ [Электронный ресурс] // СПС Консультант плюс.
4. Российский статистический ежегодник. 2001: Стат.сб. / Госкомстат России. – Р 76 М.: 2001. 679 с.
5. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2011. 795 с.
6. Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2014. 693 с.
7. Пермский край. Статистический ежегодник: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. - Пермь, 2010. 376 с.
8. Пермский край. Статистический ежегодник: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. - Пермь, 2013. 457 с.
9. Статистический ежегодник Пермского края. 2014: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. - Пермь, 2014. 444 с.
10. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]: – режим доступа свободный: <http://cbsd.gks.ru/>.

## LAND MANAGEMENT AS BASIS OF DEVELOPMENT OF PERSONAL SUBSIDIARY FARMS

S.V. Suslikov, Chief Specialist

Town Planning and Architecture Department Perm Administration,

15 Sibirskaya St., Perm, 614000, Russia

E-mail: [wandragor@mail.ru](mailto:wandragor@mail.ru)

### ABSTRACT

The proceeding crisis in agricultural branch of the country negatively influences providing citizens with products of agriculture. In these conditions, personal subsidiary farms (PSF) are the guarantor of providing inhabitants with agricultural products, and play an essential role in food security of the country. However, the legislation not fully regulates formation of the land plots for PSF and their sizes, thereby creating conditions for PSF exceeding the maximum norms of granting. Often such sites are built up with buildings. It leads to violation of productive agricultural grounds, structures of land use that negatively affects development and economic efficiency of agricultural branch.

For the solution of the designated problems, it is necessary to change an order of formation of the land plots for personal subsidiary farm – introduction of the land management stage assuming the organization of lands of agricultural purpose in borders of municipality. Creation of such scheme will allow defining land massifs necessary for maintaining and development of agricultural production by the enterprises, personal subsidiary farms and peasant farming, and also for expansion of perspective settlements, creation near the woods and reservoirs of summer cottages.

Such organization of lands will allow pursuing reasonable agricultural and urban policy that will favorably affect development of personal subsidiary farms and, respectively, food security of the country.

*Key words: personal subsidiary farms, land management, land shares, import substitution.*

## Литература

1. Federal'nyi zakon ot 07.07.2003 No. 112-FZ «O lichnom podsobnom khozyaistve» [Elektronnyi resurs] (Federal law from 07.07.2003 No. 112-FZ “About personal subsidiary plot), SPS Konsul'tant plyus.
2. Federal'nyi zakon ot 24.07.2002 No. 101-FZ «Ob oborote zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya» [Elektronnyi resurs] (Federal law from 24.07.2002 No.101-FZ “About agricultural land transaction”), SPS Konsul'tant plyus.
3. Zemel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.2001 № 136-FZ [Elektronnyi resurs] (Land Code of the Russian Federation), SPS Konsul'tant plyus.
4. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik (Russian statistical annual), 2001: Stat.sb. / Goskomstat Rossii. – R 76 M., 2001, pp. 679.
5. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik (Russian statistical annual), 2011: Stat.sb./Rosstat. - R76 M., 2011, pp. 795.
6. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik (Russian statistical annual), 2014: Stat.sb./Rosstat. - R76 M., 2014, pp. 693.
7. Permskii krai. Statisticheskii ezhegodnik: Statisticheskii sbornik (Permskii krai. Statistical annual: Statistical collection), Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu krayu. Perm', 2010.
8. Permskii krai. Statisticheskii ezhegodnik: Statisticheskii sbornik (Statistical annual of Permskii krai. Statistical collection), Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu krayu, Perm', 2013.
9. Statisticheskii ezhegodnik Permskogo kraja. 2014: Statisticheskii sbornik (Statistical annual of Permskii krai. 2014: Statistical collection), Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu krayu, Perm', 2014.
10. Tsentral'naya baza statisticheskikh dannykh [Elektronnyi resurs] (Central base of statistical data): – rezhim dostupa svobodnyi: <http://cbsd.gks.ru/>.

**Редакция научно-практического журнала «Пермский аграрный вестник»** приглашает к сотрудничеству ученых, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим направлениям научных исследований:

- ✓ ботаника и почвоведение;
- ✓ агроинженерия;
- ✓ агрономия и лесное хозяйство;
- ✓ ветеринария и зоотехния;
- ✓ экономика и управление народным хозяйством, бухгалтерский учет.

Статьи публикуются бесплатно. Материалы, оформленные согласно правилам и соответствующие научным направлениям, следует высылать по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23, издательско-полиграфический центр «ПрокростЪ» или электронной почтой по адресу [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru).

Информация о правилах и требованиях к оформлению и публикации статей размещена на сайте журнала «Пермский аграрный вестник» <http://agrovest.psa.ru>.

#### **Технические требования к статьям**

Объём статьи должен составлять 5-8 страниц формата А4, ориентация книжная, с полуторным межстрочным интервалом, без форматирования, с выравниванием по ширине, с автоматической расстановкой переносов, без подстрочных ссылок. Гарнитура шрифта – Times New Roman. Размер шрифта основного текста – 14 пт., дополнительного (заголовки таблиц, подписи под рисунками, примечания, литература) – 12 пт. Первая строка абзаца с отступом 1,25 см. Все слова внутри абзаца разделяются только одним пробелом. Перед знаком препинания пробел не ставится, после него – один пробел. Должны различаться тире (–) и дефисы(-).

Таблицы выполняются в редакторе MS Word (не рисунками), нумеруются, если их более одной и располагаются по смыслу текста статьи.

Рисунки, графики и схемы должны быть чёрно-белыми, чёткими, допускается штриховка; все элементы, относящиеся к изображению, должны быть сгруппированы. Подписи под рисунками располагаются вне рисунка (для возможности редактирования).

Формулы записываются в стандартном редакторе формул MS Word: шрифт – Times New Roman; размер обычный – 14 пт.

Все употребляемые автором сокращенные обозначения и аббревиатуры, за исключением общепринятых, должны быть расшифрованы при их первом написании в тексте.

Если в статье присутствуют разделы, их названия должны быть выполнены в стиле «Заголовок».

#### Контактный телефон:

**(342) 210-35-34**

Распономарев Иван Леонидович, ответственный секретарь,  
Корепанова Ольга Кузьминична, директор издательско-полиграфического центра.

#### **Уважаемый читатель!**

*Вы можете подписаться*

*на научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник»*

*во всех отделениях РГУП «Почта России».*

*С условиями подписки можно ознакомиться*

*в межрегиональной части Каталога российской прессы «Почта России».*

*Каталожная стоимость подписки на полгода (два номера) – 600 рублей*

*Индекс издания, по которому Вы можете найти журнал в каталоге, – 83881.*