

# ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 11 (56) / 2018

2 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

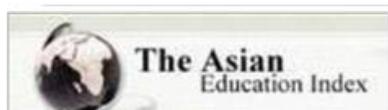
Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);

- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан) (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



Ответственный редактор:

Главный редактор:

Завальский Яков Андреевич (Россия), доктор психологических наук, профессор

Международный редакционный совет:

Научный редактор: Игнатьев Сергей Петрович (Россия), доктор педагогических наук, профессор  
Ответственный секретарь редакции: Давыдова Натalia Nikolaevna, кандидат психологических наук, доцент.

Арсеньев Дмитрий Петрович (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией

Бычковский Роман Анатолиевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, МГППУ

Ильченко Федор Валериевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии

Кобзон Александр Владимирович (Россия),

доктор педагогических наук, профессор

Панов Игорь Евгеньевич (Россия),

доктор технических наук, профессор

Петренко Вадим Николаевич (Казахстан),

доктор психологических наук, профессор

Прохоров Александр Октябринович (Казахстан),

доктор педагогических наук, профессор

Савченко Татьяна Николаевна (Беларуссия),

кандидат психологических наук, доцент

Стеценко Марина Ивановна (США),

Ph.D., профессор

Строганова Татьяна Александровна (Украина),

доктор педагогических наук, профессор

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович

Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ; [www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

# **СОДЕРЖАНИЕ**

## **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**

<b>Долматова Л.Г.</b> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	4
<b>Дюсембаев С.Т., Серикова А.Т., Иминова Д.Е., Сериков Ж.Т., Жексенаева А.Б.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА И КАЧЕСТВА ГОВЯДИНЫ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ СМЕСИ С РАДИОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	7
<b>Ковалева Т.С., Агафонов Г.В., Яковлев А.Н.</b> ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОСАХАРИВАНИЯ РАЗВАРЕННОЙ ЯЧМЕННОЙ МАССЫ .....	10
<b>Лучкина Т.Н., Картамышева Е.В., Збраилова Л.П., Лобунская И.А., ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ....</b>	13
<b>Мухачев И.С.</b> ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА НА ОЗЕРАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	17
<b>Пестерева Е.С., Павлова С.А.</b> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕНАЖА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ. ....	21
<b>Куркина Ю.Н., Зеленкова В.Н.</b> СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ Vicia faba в ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ .....	24
<b>Trubitsin N.V., Tarkivskiy V.E., Belik M.A.</b> MONITORING AGRICULTURAL CROPS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES .....	26
<b>Shebeda I.A., Popelova I.G., Trubitsin N.V.</b> CALCULATION OF OPERATIONAL-TECHNOLOGICAL EVALUATION OF VEHICLES AND LOADERS .....	31
<b>Путилина Л.Н., Кульниева Н.Г.</b> ВЫБОР УСЛОВИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ИНФИЦИРОВАННОЙ СОСУДИСТЫМ БАКТЕРИОЗОМ.....	38
<b>Тимофеев В.Н., Вьюшина О.А.</b> ОЦЕНКА ЗАЩИТЫ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ.....	42
<b>Trubitsin N.V., Tarkivskiy V.E., Trubitsin V.N.</b> SYSTEM FOR MEASURING THE DEPTH OF STROKE OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES .....	46
<b>Фомичева М.А., Быченкова В.В.</b> СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ФАЛЬСИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ .....	49

## **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

<b>Ирина Л.К.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ .....	52
<b>Лобова Т.Ж.</b> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ .....	59
<b>Strezhneva E. V., Falahieva E.R.</b> DIFFERENCE OPERATORS AND APPLICATIONS TO THE MOMENT PROBLEM .....	63

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Долматова Людмила Георгиевна*

*Канд. экономических наук, доцент кафедры Землепользования и землеустройства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Россия, г. Новочеркаск*

### **АННОТАЦИЯ**

В статье представлен анализ качественного состояния земельных угодий Ростовской области и процессов деградации, происходящих на землях сельскохозяйственного назначения. Приведены показатели агрохимического обследования крестьянского (фермерского) хозяйства, на основе которого сделаны практические выводы и предложения.

### **ANNOTATION**

The article presents an analysis of the quality of land in the Rostov region and the processes of degradation occurring on agricultural land. Indicators of an agrochemical survey of a peasant (farm) economy are given, on the basis of which practical conclusions and suggestions are made.

**Ключевые слова:** рациональное использование, земельные ресурсы, агрохимическое обследование, деградация, нарушения, мероприятия.

**Keywords:** rational use, land resources, agrochemical survey, degradation, violations, measures.

Важнейшая задача современной системы землепользования – это оптимальное использование каждого гектара земли. Огромное значение приобретает активизация исследований теоретико-методологических и практических вопросов эффективного и рационального использования земельных ресурсов, поддержания и повышения плодородия почв в целях увеличения урожайности, а соответственно и доходов сельскохозяйственных предприятий. При этом следует исходить из того, что при всём разнообразии форм организации и методов ведения хозяйства, в каждом конкретном случае, следует учитывать природно-географическое положение хозяйства, его территориальные, климатические и иные особенности.

В последние годы процессы, происходящие в сельском хозяйстве Дона, складывались под влиянием разнородных тенденций. С одной стороны хозяйствами предпринимались меры по улучшению качества земельных угодий и повышению урожайности возделываемых культур. С другой стороны сложные природно-климатические условия (жаркая суховейная погода июня-июля) оказывали негативное влияние на выход продукции с одного гектара убранной площади, что приводило к сокращению валовых сборов практически всех зерновых и технических культур, овощей и картофеля. В последние годы отмечается необоснованное увеличение посевных площадей под подсолнечником. В отдельных районах эта цифра доходит до 40 % площади пашни. Нарушение севооборотов привело к снижению урожайности, накоплению семян сорных растений, появлению новых форм заразих, развитию болезней. При этом производители, учитывая потребности предприятий производящих

растительное масло, производственный процесс которых ориентирован на отечественное сырье, расширили посевы таких масличных культур, как горчица, соя, рапс, лён кудряш [1,2].

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства во многих хозяйствах области в значительной степени усложнено также обострением агроэкологических проблем, нестабильностью экономики, неустойчивым финансовым положением хозяйств. Наши исследованиями установлено, что в последние годы процессы деградации почв, в частности, снижение запасов гумуса, обеднение питательными веществами, эрозия и переуплотнение, осолонцевание, разрушение структуры и ухудшение других агрономических ценных свойств почв, а также загрязнения их токсикантами, в значительной степени усилились при сельскохозяйственном использовании земель без удобрений. В этих условиях на землях всех сельских товаропроизводителей в обязательном порядке было проведено комплексное агрохимическое обследование.

Данное обследование земель сельскохозяйственного назначения проводится как за счёт собственника земельного участка, так и на основе Федеральных и областных целевых программ. В рамках областной долгосрочной целевой программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» в Ростовской области осуществлена подпрограмма по сохранению и восстановлению плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, включающая комплекс мероприятий по поддержанию почвенного плодородия. Данной Государственной программой, утвержденной Постановлением Правительства Ростовской

области от 25.09.2013 № 592, предусмотрен комплекс мероприятий на 2014-2020 годы по развитию АПК области с возможностью субсидирования сельского хозяйства, социальной сферы села, малого сельскохозяйственного бизнеса.

На территории области во всех почвенно-климатических (природно-сельскохозяйственных) зонах на наиболее характерных экосистемах были созданы постоянно действующие полигоны для наблюдения за негативными процессами. Полигоны расположены на склонах различной экспозиции, крутизны и протяжённости, как на полях севооборотов, так и на кормовых угодьях. Полученные результаты указывают на уменьшение питательных веществ в почве, как за счёт недостаточного внесения минеральных и органических удобрений, так и за счёт нарушения структуры севооборотов с преобладанием пропашных культур. Наблюдается высокое количество образцов с очень низкой и низкой степенью обеспеченности подвижным фосфором (30,2 – 30,7%) и обменным калием (6-7%). Среднее содержание гумуса в почвах Ростовской области колеблется в пределах 3,2 – 3,5 процента и соответствует градации слабогумусированных почв [3,5].

В целях обеспечения рационального использования земель сельскохозяйственного назначения землепользователи и землевладельцы обязаны проводить мероприятия по улучшению земель, такие как внесение минеральных и органических удобрений; полную заделку измельченных пожнивных остатков, побочной продукции сельскохозяйственных культур с применением азотных удобрений; использование в структуре посевых площадей многолетних трав, зернобобовых культур, занятых и сидеральных паров; выращивание подсолнечника на площади, не превышающей 15 процентов общей площади пашни; размещение зерновых колосовых культур на одном поле не более трёх лет подряд [4, 6].

Для примера, хотелось бы рассмотреть крестьянское (фермерское) хозяйство «Колос», находящееся на территории Ассоциации крестьянских хозяйств «Луч» (АСКФХ «Луч») Верхнедонского района. Данное хозяйство находится в северо-западной зоне Ростовской области и расположено разрозненными участками (14 штук) по территории Ассоциации крестьянских хозяйств, на землях, прилегающих к кормовым угодьям, государственному лесному фонду и балкам. Общая площадь КФХ

«Колос» 811,9 га, в том числе пашни 805 га, лесных полос – 5,9 га, полевых дорог – 1,0 га. Производственное направление хозяйства – зерновое. КФХ «Колос» в полной мере обеспечено комплексом трудовых и материально – технических ресурсов, но в сложившейся рыночной ситуации без проведения комплекса более детальных обследовательских работ сложно получать стабильные и высокие урожаи сельскохозяйственных культур, что в дальнейшем может отразиться на результатах экономической деятельности данного хозяйства. Поэтому, на его территории было проведено дополнительное агрохимическое обследование, позволившее иметь реальную картину потенциальных возможностей каждого отдельно взятого участка, а также предварительно наметить необходимые мероприятия по повышению плодородия выделенных земель.

Данное обследование сельскохозяйственных угодий в КФХ «Колос» Верхнедонского района было проведено с целью контроля и оценки изменений плодородия и уровня загрязнения почв под влиянием хозяйственной деятельности для введения почвоохранных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, для организации грамотного, экономного и экологически безопасного применения имеющихся агрохимикатов: удобрений, мелиорантов, пестицидов и др. Материалы обследования дают возможность одновременно решить четыре важнейшие взаимосвязанные проблемы – повысить урожайность возделывания сельскохозяйственных культур с наименьшими затратами, недопустить снижения плодородия почв, предотвратить загрязнение окружающей среды и усовершенствовать структуру посевых площадей. Агрэкологическое обследование почв в данном хозяйстве проведено районной ГСАС «Северо – Донецкая». Одновременно с отбором почвенных проб на агрохимические показатели проведены токсикологическое и радиологическое обследование.

На территории КФХ «Колос» была произведена группировка почв по содержанию в них подвижного фосфора и обменного калия. Пахотные земли хозяйства имеют в основном среднее содержание по фосфору – 90%, а по калию низкое – 43%, повышенное – 29%, среднее – 28%. Средневзвешенное содержание фосфора по хозяйству составляет 22,0 мг/кг почвы, калия 230 мг/кг почвы. Также был проведён анализ содержания микроэлементов в хозяйстве (таблица 1).

Таблица 1. Обеспеченность почв подвижными формами микроэлементов

Элемент	Группы и градации почв по содержанию микроэлементов мг/кг					
	1	Площадь,	2	Площадь,	3	Площадь,
	низкое	га	среднее	га	высокое	га
Цинк	< 2,0	590	2,1–5,0	66	>5,0	-
Кобальт	<0,15	268	0,15–0,30	388	>0,30	-
Марганец	<10	-	10 - 20	568	>20	88
Медь	<0,20	656	0,21-0,50	-	>0,5	-

Микроэлементы участвуют во всех процессах метаболизма, поэтому способствует росту урожайности и улучшению качества сельскохозяйствен-

ной продукции. Содержание микроэлементов в хозяйстве по цинку, кобальту – низкое и среднее, по марганцу – среднее и высокое, а по меди – низкое.

Содержание гумуса по хозяйству в среднем составило 2,0 %, что соответствует очень низкому классу обеспеченности (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 Группировка пахотных земель по степени гумусированности

Класс обеспеченности	Степень гумусированности	Содержание гумуса, %	Примерный поправочный коэффициент к нормам органических удобрений в севообороте		
			зерно-травяных	зерно-пропашных	пропашных-овощных
1	очень низкое	до 3,0	1,25	1,5	1,75
2	низкое	3,1 – 3,5	1	1,25	1,5
3	среднее	3,6 – 4,0	1	1	1,25
4	повышенное	4,1 – 4,5	1	1	1
5	высокое	более 4,5	1	1	1

За единицу принятая норма органических удобрений, рекомендуемая зональной системой под культуры севооборота.

Таблица 3. Распределение сельскохозяйственных угодий по уровню содержания гумуса

	Площадь, га	Класс обеспеченности				
		1	2	3	4	5
Всего:	805	721	84	-	-	-
%	100%	90	10	-	-	-

Содержание серы в почвах – важный показатель их плодородия, поскольку этот элемент необходим для питания всех культур. При агрохимическом картировании к почвам со средней обеспеченностью серой относятся те, в которых её содержание составляет 12 мг/кг почвы, что соответствует примерно 40 кг/га. Содержание серы по хозяйству в основном 3,8 мг/кг почвы, что соответствует низкому содержанию. Кроме агрохимического обследования, на территории КФХ «Колос» было проведено радиологическое обследование. В результате проведённого радиологического обследования на реперном участке, заложенном в Верхнедонском районе, мощность экспозиционной дозы колеблется в пределах от 9,0 до 10,0 мкр/час и соответствует удовлетворительной ситуации.

Таким образом, на основе проведённого агрохимического обследования можно рекомендовать

мероприятия, направленные на выравнивание и повышение плодородия почв КФХ «Колос». С целью поддержания запасов гумуса на достаточно высоком уровне необходимо использовать все способы, увеличивающие поступление органического вещества в почву и повышение урожайности – это внесение научно – обоснованных норм навоза, компостов, полное возвращение в почву растительных остатков, в том числе соломы, возделывание промежуточных культур, снижение интенсивности и частоты обработок почвы, защита от водной и ветровой эрозии и другие меры.

Средние дозы азотных удобрений корректируют по результатам почвенной и растительной диагностики. В нашем случае мы получим следующие годовые нормы минеральных и органических удобрений (таблица 4)

Таблица 4 Примерная годовая потребность в удобрениях в КФХ «Колос»

Культуры	Площадь, га	Минеральные кг/га д.в.			Навоз т/га	Тонн на всю площадь в д. в.			Всего	Органические, т
		N	P	K		N	P	K		
Пар	160		30	30	40		5	5	10	6400
Зерно-вые, всего	480	40	30			20	15		35	
Подсол-нечник	120	30	40	30		4	5	3	12	
Много-летние травы	45		30				1		1	
Итого	805				24	26	8		58	6400

Агрохимическое обследование показало низкую обеспеченность почв такими необходимыми для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур элементами как: подвижными

формами фосфора и обменного калия, серой, гумусом. Радиологического загрязнения территории не обнаружено. Территория данного хозяйства характеризуется большой раздробленностью пахотных

массивов с распространением на них почвенных комплексов чернозёмов южных среднемощных и солонцов степных, на которых наблюдается значительное снижение урожайности основных товарных культур хозяйства. В связи с тем, чтобы собственнику не потерять основные источники доходов необходимо применять дифференцированное размещение сельскохозяйственных культур по отдельным участкам, с учётом выделения для наиболее ценных культур земель с наивысшими показателями оценки.

В условиях формирования рыночных земельных отношений возникает также необходимость более детального учёта природных особенностей, влияющих на производительность земель, антропогенного воздействия человека на природу при постоянном росте его потребностей. Различия природных и экономических условий хозяйств находят своё отражение в экономических показателях деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Таким образом, учёт этих данных при использовании выделенных хозяйствующим субъектам земельных угодий, будет способствовать повышению обоснованности принимаемых решений.

#### **Список литературы:**

1. Анализ природных и техногенных процессов воздействия на земельные ресурсы регионов России // American Journal of Agricultural Economics, Issue 3 (2), Volume 9. Taylor & Francis, 2018. - С. 1583-1589

2. Долматова, Л. Г. Взаимосвязь экономических и экологических основ земельного использования в условиях рыночных отношений //Экономический вестник ЮФУ.–2010, - т. 8, № 3, ч. 2. - С. 48-53

3. Исследования проб почвы на агрохимические показатели в рамках деятельности отдела земельного надзора/ Управление Россельхознадзора. Региональные новости. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fsvps.ru>

4. Некоторые аспекты повышения продуктивности земель сельскохозяйственного назначения и их рационального использования // Экономика и экология территориальных образований: науч.-практ. журнал РГСУ.- Ростов н/Д, 2015 г. № 1. - С. 21-29

5. Папаскири, Т. В. Природно-ресурсный потенциал и агроэкологическая оценка агроландшафта // Землеустройство, кадастровый мониторинг земель, 2011. - № 6. - С. 70-75

6. Прогнозирование хозяйственной деятельности и эффективности использования земельно-ресурсного потенциала в фермерском секторе АПК // Engineering Studies, Issue 3 (2), Volume 9. Taylor & Francis, 2017. - с. 481-486

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА И КАЧЕСТВА ГОВЯДИНЫ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ СМЕСИ С РАДИОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**Дюсембаев С.Т., Серикова А.Т., Иминова Д.Е., Сериков Ж.Т., Жексенаева А.Б.**

*Испытательная региональная лаборатория инженерного профиля «Научный центр радиоэкологических исследований» ГУ им.Шакарима г.Семей (Республика Казахстан)*

**АННОТАЦИЯ.** В данной статье представлена разработка кормовой смеси с радиопротекторными свойствами для сельскохозяйственных животных близлежащих населенных пунктов бывшего СИЯП. Для экологически неблагоприятного региона республики, организация производства кормовой смеси для крупного рогатого скота на базе мелких и средних фермерских хозяйств является одним из решений экологических, экономических проблем, и, в конечном итоге, оздоровление населения в целом. Разработанная кормовая смесь состоит из кукурузы, овса, ячменя, пшеницы, рыбной муки, сои и крапивы, которая богата микроэлементами и витаминами. Эффект такой подкормки: увеличение прироста массы животных до 20% и сокращение на 6-14% общего объема потребления сухого корма. А так же кормовая смесь уменьшает количество радиоактивных веществ в сельскохозяйственных продуктах на 20 %.

**ABSTRACT.** This article presents the development of feed mixture with radioprotective properties for farm animals of nearby settlements of the former SNTS. For the ecologically unfavorable region of Kazakhstan, the organization of production of feed mixture for cattle on the basis of small and medium-sized farms is one of the solutions to environmental, economic problems, and ultimately the improvement of the population as a whole. The developed feed mixture consists of corn, oats, barley, wheat, fishmeal, soy and nettle, which is rich in trace elements and vitamins. The effect of this feeding: increasing the weight gain of animals to 20% and a reduction of 6-14% of the total consumption of dry food. As well as feed mixture reduces the amount of radioactive substances in agricultural products by 20 %.

**Ключевые слова:** кормовая смесь, радиопротекторные свойства, крупный рогатый скот, Семипалатинский испытательный ядерный полигон, витамины, микроэлементы.

**Keywords:** feed mixture, radioprotective properties, cattle, Semipalatinsk nuclear test site, vitamins, trace elements.

Некачественная продукция сельского хозяйства региона наносит большой вред на здоровье

местного населения. В Восточно-Казахстанской области немало экологических и социально-медицинских проблем. По сравнению с другими регионами уровень раковых заболеваний высокий. Главной причиной этому служит влияние Семипалатинского ядерного полигона на почву, воду, флору и фауну.

По данным ФАО (2007): «Животноводческая продукция вносит неоценимый вклад в обеспечение безопасности пищи и проживания и способствует достижению целей, разработанных в программе ООН Миллениум по развитию. Значение этого сектора в ближайшие десятилетия будет только возрастать» [1].

Динамично меняющаяся конъюнктура рынка к продукции животноводства вызывает необходимость научно-обоснованного решения проблем количественного роста поголовья крупного рогатого скота и качественного их преобразования на базе имеющегося материала и является востребованной на внутренних и внешних рынках потребления мяса.

Скотоводство при соблюдении всех технологических процессов кормления и содержания, системы племенной работы и воспроизводства, несомненно, будет высокорентабельной отраслью во многих регионах Республики Казахстан. Потенциальные возможности развития скотоводства в Казахстане поистине огромны.

В Республике Казахстан на 2005 – 2015 гг. около 75 % территории страны подвержены повышенному риску экологического бедствия. Наибольшей деградации подверглись пастбища, прилегающие к сельским населенным пунктам. Из 188,9 млн.га пастбищ страны крайняя степень деградации наблюдается на 26,6 млн.га, что свидетельствует очень сильном опустынивании, которая на равнинных территориях оставляет более 60 %, в городах и мелкосопочниках около 30-40 % [2].

В последнее время в Восточно-Казахстанской области резко снизилось количество крупных животноводческих комплексов относительно прежнего поголовья. В регионе более 60% поголовья находится в мелких, средних фермерских хозяйствах, 26% крупных хозяйствах, только 14% в специальных комплексах. Большинство мелких и средних фермерских хозяйств не имеют возможности заготовления корма из-за слабой оснащенности техникой и отсутствия кормовой базы, и вынуждены реализовывать мясную продукцию на местных рынках по низкой цене, а шерсть и шкуры выбрасывать в мусор.

Учитывая небогатое состояние кормовой базы региона, приготовления кормовых смесей с применением радиопротекторных веществ и витаминов является актуальной проблемой. Вступление Республики Казахстан в ВТО, развитие скотоводства, а именно мясного направления является перспективным, так как на зарубежных рынках имеется большой спрос на продукцию нашей Республики [3].

Для того чтобы обеспечить пищевую безопас-

ность населения, необходимо отпускать безопасную и качественную продукцию. Экспортировать животноводческую продукцию строго соблюдая требования Единого Евразийского Экономического союза.

Новая комбикормовая смесь, предназначенная для крупного рогатого скота, за небольшой срок рассчитана поднять продуктивность скотоводства. Применение кормовой смеси не имеет экологического вреда, его необходимо рассматривать, как ряд мероприятий по уменьшению радиации.

**Цель работы:** Производство кормовой смеси для получения говядины с повышенной пищевой ценностью.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. Исследовать радиационную обстановку региона;
2. Разработать технологию подготовки кормовой смеси для крупного рогатого скота;
2. Испытать кормовую смесь для получения качественного мяса от крупного рогатого скота;
3. Определить биологическую ценность произведенной говядины.

Для экологически неблагоприятного региона республики, организация производства кормовой смеси для крупного рогатого скота на базе мелких и средних фермерских хозяйств является одним из решений экологических, экономических проблем, и в конечном итоге оздоровление населения в целом.

Витаминные концентраты к комбинированным кормам представляют собой многокомпонентные смеси нормируемых витаминов (A, D, E, K, C, группы В) с наполнителем и предназначены для производства премиксов, БМВД, комбикормов и обогащения кормовых смесей для крупного рогатого скота, лошадей, овец, коз. Минеральные смеси для животных вводят железо, йод, медь, цинк, марганец, кобальт, селен и магний, которые по оптимальным дозам включаются в кормовые смеси

Микроэлементы в рационе сельскохозяйственных животных нормируются по девяти микроэлементам (Fe, Mn, Cu, Zn, I, Co, Se, Mg, S). Минеральные вещества входят в состав молекул ферментов (коэнзим А, карбоангидраза, ксантиндегидрогеназа и др.), гормонов (инсулин, гормоны щитовидной железы), а также витамина B12. Микроэлементы выступают в роли функциональной части многих специфических соединений в организме (АТФ, гемоглобин, миоглобин), являются активаторами и ингибиторами ферментов

Организация внедрения кормовой смеси в мелких и средних фермерских хозяйствах, повышение доходов конкретного фермера, одновременно является механизмом объединения мелких и средних фермерских хозяйств из-за повышенной потребности к кормовым смесям и комбинированным кормам в регионе.

Радиоактивные вещества серьезно влияют на организм живых существ. Они могут изменять специфику клеток, даже приводят к смерти. Небольшая доза этих веществ также может приводить к

разным видимым нарушениям, вызывают необратимые процессы в структуре ДНК (мутация).

Особенность проводимых нами научных исследований, основанных на использовании отечественной продукции – поиск решения двух задач значимых для сельского хозяйства: повышение продуктивности мяса крупного рогатого скота и разработка комбикорма с радиопротекторными свойствами, который повысит качество мяса.

Источниками биологически активных веществ, с антиоксидантными и радиопротекторными свойствами являются шиповник, крапива, земляная груша, пектин.

Изучение влияния физико-химических свойств и состава пищи на радиационные вещества очень важно, в первую очередь, на механизм определения радиопротекторных свойств пищи, во-вторых, на оценку взаимосвязи состава биологически активных веществ с радиоактивными веществами.

Биологически активные вещества помогают вывести жиры и радиоактивные изотопы из организма, приводят в порядок желудочно-кишечные съеживания и т.д.

Смесь улучшает процесс обмена веществ, стабилизирует работу сердца, почек, эндокринных желез, желудка, кишечников, эндокринных систем. Использование данной комбикормовой смеси с радиопротекторными свойствами для скота в сельскохозяйственных регионах бывшего СИЯП, нормализует обмен веществ в организме животных, устраняет причины нарушения обмена веществ, уменьшает скопление радионуклидов в организме.

Несмотря на то, что прошло 25 лет после закрытия Семипалатинского ядерного полигона, влияние полигона на людей, проживающих в этом регионе, на хозяйствственные объекты, на продуктивность скота до сих пор имеет место. Повышение продуктивности скотоводства, улучшение качества продукции, выработка безопасной продукции – важная цель специалистов сельского хозяйства. Контроль загрязнения пищевых продуктов радиоактивными веществами не проводятся на должном уровне. Создание Единого Таможенного союза по санитарно-гигиеническим требованиям требует выпуск животноводческой продукции без посторонних веществ [4].

**Результаты.** Радиометрический контроль МЭД в исследуемых пунктах показал от 0,09 до 0,30 мкЗв/час. Плотность потока альфа-частиц в пределах 0,2 до 2,2 част/мин\*см<sup>2</sup>. Плотность потока бета-частиц во всех исследуемых точках <10 част/мин\*см<sup>2</sup>.

В почве активность радионуклидов составляет : Am -241 0,8±0,2 до 9,0±0,2 Бк/кг, Cs- 137 - 0,8±0,2 до 1322,2 ± 5,3 Бк/кг, Pu - 239/240 – 0,2±0,1 до 18,2 ±0,5 Бк/кг; в растениях Am -241 от 0,5 до 2,4±0,4 Бк/кг, Cs- 137 от 0,5 до 58± 0,5 Бк/кг, Pu - 239/240 от 0,02 до 4,2±0,2 Бк/кг; в воде Am -241 – меньше 0,01 Бк/л, Cs- 137 – от 0,02 до 2,0 Бк/л, Pu - 239/240 - от 0,003 до 0,05 Бк/л ; в говядине Am -241 – меньше 0,5 Бк/кг, Cs- 137 – от 0,5 до 3,99 ±0,1 Бк/кг, Pu - 239/240 - от 0,0003 до 0,056 Бк/кг.

Разработанная смесь будет состоять из кукурузы, овса, ячменя, пшеницы, рыбной муки, сои и растений, содержащие большое количество витаминов и кальция (например, крапива). Витаминный состав кормовой смеси В1 - 1,15234; В2 - 5,03327; В6 - 6,09974; С - 1,29337 мг/100г.

Минеральный состав кормовой смеси: натрий - 2927,7, магний 1152,6, алюминий - 555,4, фосфор - 9100,2 , калий - 2995,9, кальций - 2734,1, стронций - 27,5, ртуть - 0,4, марганец - 24,7, кобальт - 0,1, никель - 0,8, медь - 0,2, цинк - 1,5, свинец - 0,1, серебро - 0,92, селен - 1,1, рубидий - 2,1, барий - 6,3, железо - 622,1, кадмий - 0,04, ванадий - 0,9, цезий - 0,023 и хром - 1,9 мг/л.

Сбалансированный корм с радиопротекторным свойством при вскармливании КРС на 1-у голову расход корма 5кг в 1 день, за 30 дней расход 150кг. За 37 дней откорма животное набрало - 64,8кг, это означает средний суточный привес в среднем составляет - 1,8кг. Это выгодно для фермерских хозяйств т.к.: время откорма снижается в 3 раза; усваиваемость корма 93%; уменьшение электроэнергии; улучшение качества продукции.

При откорме сбалансированным кормом с радиопротекторным свойством расход корма составляет 180кг. При откорме 50 голов КРС расход кормов в день составляет 250кг. За 36 дней – 250кг \* 36 дней = 9000кг. Цена за 9000кг составляет = 1 125 000тг.

Если при откорме животных одним видом несбалансированного корма – время откорма составляет 80-85 дней. Расход при этом на 1 голову составляет 850кг. По сегодняшним ценам 1кг корма составляет 62 тг. В итоге 850кг корм \* 62 тг = 52700 тг.

На 50 голов КРС в день расход несбалансированного корма – 500 кг, за 85 дней – 42 500кг \* 62 тг = 2 635 000 тг. При этом общий привес одной головы за 85 дней – 48кг. Так как при откорме несбалансированным кормом составляет на 50 голов – 42 500кг \* 62тг = 2 656 250 тг.

Таким образом, в процессе переработки сырья происходит смешивание кормовых смесей: повышается концентрация каротина, белка, происходит обогащение витамином В12. Эффект такой подкормки животных – увеличение прироста массы животных до 20% и сокращение на 6-14% общего объема потребления сухого корма.

Новая смесь уменьшает количество радиоактивных веществ в сельскохозяйственных продуктах на 20 %.

Как видно из вышеизложенного – фермеру выгодно откормливать скот сбалансированным кормом с радиопротекторным свойством, - получить в короткое время качественную продукцию (мясо) с богатым макро- и микроэлементным, витаминным, аминокислотным составом.

Витаминно-травяная мука как составляющая кормовой смеси для крупного рогатого скота успешно применяются за рубежом в Израиле, на

Филиппинах, в Канаде, США, где средняя стоимость тонны продукции в пределах 12-15 долларов США.

Имеются рекомендации применения Российским институтом биохимии им. А.Н.Баха и Украинским НИИ спиртовой промышленности. В год с одной головы КРС можно получить до 0,3 тонны кормового концентратра содержащего 30 граммов чистого витамина B12. Этим количеством концентрата можно обогатить более 1000 тонн корма.

Доза кормовой смеси, Украинской НИИ: 10-12 мкг витамина B12 на 1 кг сухого вещества корма. Для большей надежности 2,5 мкг на 1 кг сухого корма[5].

Производство высококачественных кормов с радиопротекторными свойствами позволит получить чистую мясную продукцию, а так же будет стимулировать увеличение производство говядины в хозяйствах ВКО и повышает доходы фермера.

#### **Заключение.**

Разработанная кормовая смесь богата витаминами B1, B2, B6, B12 и С, минеральными веществами и обладает радиопротекторными свойствами. Время откорма снижается в 3 раза, улучшается качества мясной продукции увеличивается прирост массы животных до 20% и сокращается на 6-14% общего объема потребления сухого корма.

Таким образом, разработанная кормовая смесь для сельскохозяйственных животных, обладающие выраженным радиопротекторными свойствами нового поколения на основе биологически ценных, лечебно - профилактических и специализированных продуктов эффективна для получения мясного продукта с высокой пищевой ценностью необходимого для населения проживающих на близлежащих

территории бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона.

#### **Список литературы:**

1 Кансейтова Э., Кансейтов Т. Величина курдюка овец ордабасинской породы, в конце зимовки / Э.Кансейтова, Т.Кансейтов // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018.- Т.1, Ч.2. - С.207-210.

2 Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 января 2005 года N 49. Утратило силу постановлением Правительства Республики Казахстан от 19 февраля 2008 года N 162 «О Программе по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 годы»

4 Амирбеков Ш.А., Дюсембаев С.Т., Амирханов К.Ж., Какимов А.К., Есимбеков Ж.С. Научный центр радиоэкологических исследований. Современная радиоэкологическая обстановка на территориях, прилегающих к СИЯП. Монография / Ш.А. Амирбеков, С.Т. Дюсембаев и т.д. // Алматы, 2013. – С.61-75.

3 Кайгородцев А.А. Развитие животноводства как фактор обеспечения продовольственной безопасности Восточного Казахстана [Электр. источник] URL: <http://group-global.org/kk/node/34458> (Дата обращения 22.11.18 г.)

5 Биоудобрения в составе кормовых добавок [Электр. источник] URL:<http://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-tehnologiyam/bioudobreniya-v-sostave-kormovix-dobavok.html> (Дата обращения 22.11.18 г.)

## **ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОСАХАРИВАНИЯ РАЗВАРЕННОЙ ЯЧМЕННОЙ МАССЫ**

**Ковалева Татьяна Сергеевна**

Аспирант кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж  
[tatyakova2501@gmail.com](mailto:tatyakova2501@gmail.com)

**Агафонов Геннадий Вячеславович**

Д.т.н., профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж  
[gvagafonov@mail.ru](mailto:gvagafonov@mail.ru)

**Яковлев Алексей Николаевич**

К.т.н., доцент кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж  
[vip.alex2702@mail.ru](mailto:vip.alex2702@mail.ru)

#### **АННОТАЦИЯ**

В работе рассматривается влияние основных технологических факторов (температура, pH, дозировка ферментных препаратов) на процесс осахаривания разваренной ячменной массы, который является одним из основных в технологии получения этанола.

#### **ABSTRACT**

The paper considers the influence of the main technological factors (temperature, pH, dosage of enzyme preparations) on the process of saccharification of boiled barley mass, which is one of the main in the technology of ethanol production.

**Ключевые слова:** ячмень, разваренная масса, сусло, ферментные препараты, этанол.

**Keywords:** barley, boiled mass, wort, enzyme preparations, ethanol.

Процесс осахаривания в технологии получения этанола является одним из основных. В его основе лежит гидролиз крахмала разваренной массы под действием ферментов.

От процесса осахаривания зависит качество получаемого этанола, выход продукта и полнота сбраживания крахмала [2, с. 93].

Осахаривание разваренной ячменной массы проводили ферментным препаратом глюкоамилазы Биозим 800 Л из расчета 6,0 ед ГлС на г крахмала. Контролем являлась разваренная масса, полученная с применением одного ферментного

препарата Альфаферм 3500 Л с дозировкой 1,0 ед АС на г крахмала. Осахаривание протекало при температуре 50-65 °C и pH 4,0-5,5 в течение 120 мин. pH разваренной массы регулировали путем внесения в нее серной кислоты.

В процессе осахаривания изучали динамику накопления глюкозы в ячменном сусле в зависимости от pH и дозировки глюкоамилазы. Пробы для определения глюкозы отбирали каждые 30 минут. Результаты экспериментов представлены на рис. 1 – 3.

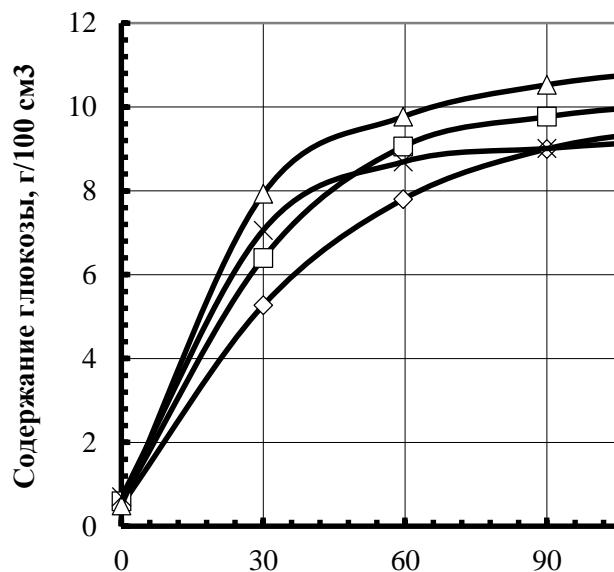


Рисунок 1. Накопление глюкозы в процессе осахаривания в зависимости от температуры, °C: 1 – 50; 2 – 55; 3 – 60; 4 – 65.

Огромное влияние на процесс осахаривания оказывает температура. С повышением температуры повышается реакционная способность молекул крахмала и кинетическая энергия. При температуре (рис. 1) 65 °C в первые 30 минут накопление глюкозы идет быстро, затем резко замедляется, что возможно связано с инактивацией глюкоамилазы вследствие изменения структуры молекулы фермента. Максимальное количество глюкозы накапливается при температуре 60 °C и составляет 11,1 г/см<sup>3</sup>, что соответствует оптимуму действия применяемого ферментного препарата глюкоамилазы. Оптимальная температура действия глюкоамилазы (60 °C) не совпадает с оптимальной температурой

для сохранения ее активности, но на глюкоамилазу при осахаривании оказывает интенсивное защитное действие крахмал и продукты его неполного гидролиза. Частичная инактивация глюкоамилазы при осахаривании компенсируется ускоряющим действием температуры. Так как при осахаривании крахмал гидролизуется не полностью и его гидролиз продолжается при сбраживании сусла, то для стабилизации активности фермента температура при осахаривании не должна быть выше оптимальной, лучше, если она будет на 1 – 2 °C ниже ее. С другой стороны, проведение процесса осахаривания при повышенной температуре обеспечивает микробиологическую чистоту получаемого сусла.

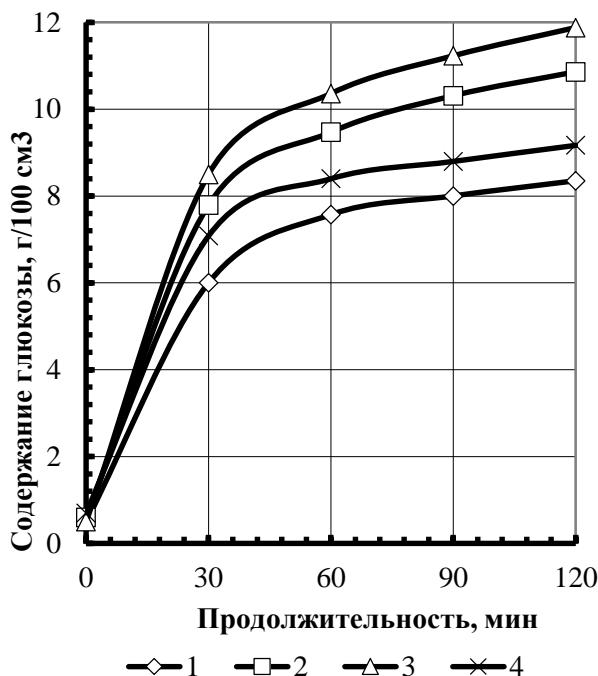


Рисунок 2. Накопление глюкозы в процессе осахаривания при температуре 60 °C в зависимости от pH: 1 – 5,5; 2 – 5,0; 3 – 4,5; 4 – 4,0.

Концентрация водородных ионов (рН) оказывает многостороннее действие на процесс осахаривания. С одной стороны H<sup>+</sup> изменяют ионизацию активного центра и конформационное состояние глюкоамилазы, с другой стороны влияют на стабильность третичной структуры глюкоамилазы [1, с. 352].

Максимальное накопление глюкозы наблюдается при pH 4,5 (рис 2) и составляет 11,9 г/см<sup>3</sup>. С увеличением дозировки глюкоамилазы возрастает образование эффективных фермент-субстратных комплексов, а, следовательно, и скорость гидролиза крахмала (рис. 3).

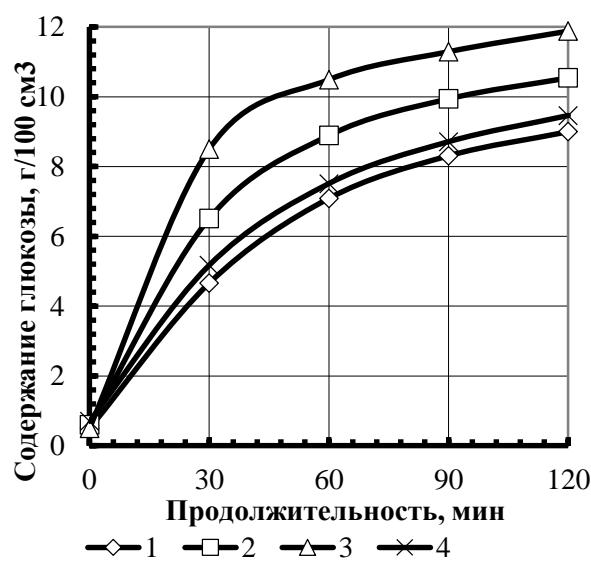


Рисунок 3. Накопление глюкозы в процессе осахаривания в зависимости от дозировки глюкоамилазы при температуре 60 °C и pH 4,5 ед ГлС на г крахмала: 1 – 4,0; 2 – 5,0; 3 – 6,0; 4 – контроль.

При применении мультиэнзимного комплекса наблюдается увеличение количества глюкозы на 34,7 %, по сравнению с контролем. Степень гидролиза крахмала увеличивается, так как он становится более доступным для действия осахаривающих ферментов за счет гидролиза белковых веществ и оболочек зерна ячменя, содержащих гемицеллю-

лозы. Из рис. 3 очевидно, что применение мультиэнзимной композиции позволяет сократить расход глюкоамилазы до 4,0 ед ГлС на г крахмала вместо 6,0 ед ГлС на г крахмала в контроле.

**Список литературы:**

1. Северин С.Е. Биологическая химия [Текст] / С.Е. Северин, Т.Л. Алейникова, Е.В. Осипов, С.А. Силаева. – М: МИА, 2015.

2. Яковлев, А.Н. Влияние ферментного комплекса на процесс водно-тепловой обработки ячменя [Текст] / А.Н. Яковлев, Г.В. Агафонов, Т.С. Ковалева, С.Ф. Яковleva. – Ж. «Актуальная биотехнология». – №3 (14) – 2015.

УДК633.854.54:631.524

**ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО***Лучкина Т.Н.,**кандидат сельскохозяйственных наук**Картамышева Е.В.,**кандидат сельскохозяйственных наук**Збраилова Л.П.,**научный сотрудник**Лобунская И.А.,**аналитик**T.N. Luchkina, candidate of agricultural Sciences**E.V. Kartamysheva, candidate of agricultural Sciences**L.P. Zbrailova, researcher**I.A. Lobunskaia, analyst*

*Don experimental station-branch of Federal state budgetary scientific institution "Federal scientific center All-Russian research Institute of oilseeds named by V.S. Pustovoyt" 346754 Rostov region, Azov district, village*

*Oporny, Zhdanov str., 2 E-mail: gnudos@mail.ru*

*DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.13-17*

Донская опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»

Лен масличный является ценной культурой, площади посева которой широко распространены в России. Увеличение производства растительного масла является немаловажной задачей, решение которой способствует увеличение площадей льна масличного. Лен нашел свое широкое применение во многих отраслях промышленности. Наряду с реализацией экстенсивной составляющей роста валового производства культуры необходимо уделять особое внимание подбору сортов. Цель работы заключалась в определении наиболее значимых параметров пластичности льна масличного, выявление корреляционных связей основных признаков с урожайностью. Проведенные исследования позволили проанализировать в контрастных условиях реакцию сортов льна масличного разных групп спелости по основным хозяйственно ценным признакам. Наибольшее варьирование отмечено по урожайности семян, незначительная изменчивость наблюдается по масличности и средняя – по вегетационному периоду и высоте растений. Установлена тесная зависимость между урожаем семян и вегетационным периодом у сорта ВНИИМК 620 и средняя у сорта Небесный. Урожайность семян сорта Небесный в значительной степени зависит от годового ГТК и ГТК периода вегетации. Высота растений обеих сортов коррелирует с ГТК года и периода вегетации, но более тесная связь проявляется у сорта ВНИИМК 620.

**Ключевые слова:** лен масличный, урожайность, масличность, коэффициент вариации, корреляция

**Keywords:** oil flax, yield, oil content, coefficient of variation, correlation

Oilseed flax is a valuable crop, the acreage of which is widespread in Russia. Increasing the production of vegetable oil is an important task, the solution of which contributes to the increase in the area of oilseed flax. Flax has found its wide application in many industries. Along with the implementation of the extensive component of the growth of gross crop production, it is necessary to pay special attention to the selection of varieties. The aim of the work was to determine the most significant parameters of the oilseed flax plasticity, to identify the correlation of the main features with the yield. The conducted research has allowed to analyze the contrasting conditions of the reaction of flax varieties of different ripeness groups according to the main economically valuable traits. The greatest variation was observed in seed yield, slight

variability was observed in oil content and the average – in the vegetation period and plant height. A close relationship between the seed yield and the growing period in VNIIMK 620 and the average in the heavenly variety was established. The yield of seeds of the heavenly variety largely depends on the annual SCC and SCC vegetation period. The height of plants of both varieties correlates with the SCC of the year and the growing season, but a closer relationship is manifested in the variety VNIIMK 620.

**Введение**

Увеличение производства растительного масла является в настоящее время актуальной проблемой, решению которой может способствовать расширение посевов льна для производства масла

[1, с. 143]. Лен масличный (*Linum usitatissimum L*) является одной из перспективных сельскохозяйственных культур и представляет собой уникальную по своей многогранности культуру, потенциал которой необычайно велик для многих отраслей промышленности. В семенах современных сортов льна масличного содержится около 50 % высыхающего масла, и до 33 % белка [2, с. 62]. Краски и лаки, полученные на льняной олифе, являются эталоном долговечности и надежности. Льняное масло употребляется в пищу. Оно обладает уникальными диетическими и лечебно-профилактическими средствами за счет высокого суммарного содержания полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой незаменимых в рационе человека. Его используют для лечения и профилактики многих болезней. Льняное масло широко применяется в полиграфической, кожевенно-обувной, текстильной, лакокрасочной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и многих других отраслях промышленности. Семена льна – богатейший источник лигнанов – веществ, являющихся мощными антиоксидантами и обладающими антиаллергенным, антибактериальным и антимикробным свойствами [2, с. 62].

Отходы маслобойного производства (жмых и шроты) представляют ценный высокобелковый концентрированный корм для животных. По содержанию незаменимых аминокислот и питательности они не уступают жмыхам подсолнечника и сои [3, с. 131-139].

В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов льна составляют 2,5-3,2 млн. га, а валовый сбор семян достигает 1,9-2,7 млн. т. Основными странами – производителями семян льна являются Индия, Китай, Канада, Аргентина и США. Посевы льна масличного в странах СНГ занимают около 7-10 % общемировых. В общей структуре посевов льна в мире преобладают масличные формы – они занимают около 84 % всех площадей [4, с. 55-64].

С 2005 по 2009 гг. площади посева льна в России увеличились почти в 5 раз и составили 145,9 тыс. га, а в 2016 превысили 700 тыс. га. Популярность культуры объясняется ее особенностями. Лен считается наиболее урожайной ранней яровой масличной культурой с высоким потенциалом урожайности (до 2,5 т/га). В настоящее время лен масличный возделывается в тридцати трех субъектах Российской Федерации. Практически 70 % посевных площадей сосредоточилось в Ростовской, Волгоградской, Воронежской, Саратовской областях, Ставропольском и Алтайском краях. Ростовская область занимает лидирующее место в стране по показателю валового сбора семян. При этом потенциальный резерв его производства в стране составляет более 2,2 млн. га или 1,8 млн. т товарной продукции [5, с. 52]. Следует учесть, что наряду с реализацией экстенсивной составляющей роста валового производства культуры необходимо уделять особое внимание подбору сортов.

**Цель исследований** – определить наиболее значимые параметры пластичности льна масличного, выявить корреляционные связи основных признаков с урожайностью.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили на территории Донской опытной станции – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур» (ДОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), Ростовская область, Азовский район, пос. Опорный. По климатическим условиям эту зону характеризует недостаточное и неустойчивое увлажнение в течение года. Среднегодовое количество осадков составляет 430-460 мм при неравномерном их распределении. Наибольшее количество приходится на осенне-зимний период. Почва экспериментального поля – предкавказский карбонатный чернозем. В слое 0-40 см содержание гумуса составляет 3,8 %. В пахотном слое подвижных форм фосфора 1,25-1,40 мг, азота 10-12 мг, калия 26,5-28,0 мг на 100 г почвы.

**Объекты исследования.** Два сорта льна масличного ВНИИМК 620 и Небесный. Данные сорта созданы в Южном федеральном округе и занимают здесь основные площади посева культуры. Сорт ВНИИМК 620 – раннеспелый, с периодом вегетации 80-85 суток. Растения средней высоты. Семена коричневые, масличность до 50 %. Масса 1000 семян 6,5-7,5 г. Сорт отличается выравненностью растений, пользуется спросом у потребителей. Регионы допуска – Северо-Кавказский, Средневолжский, Волго-Вятский, Уральский. Сорт Небесный – среднеспелый, с периодом вегетации 85-90 суток. Растения выше среднего. Семена коричневые, масличность 48-50 %. Масса 1000 семян 7-8 г. Сорт допущен к использованию по Северо-Кавказскому и Волго-Вятскому регионам России. Оба сорта устойчивы к фузариозу, потенциальная урожайность семян составляет 2,5 т/га.

Опыты закладывали в 4-кратной повторности на делянках с учетной площадью 25 м<sup>2</sup> и защитными рядами. Ширина междурядий составила 15 см, норма высева семян – 6 млн. шт./га. Исследования проводили в течение 10 лет (2009-2018 гг.). Статистическую обработку полученных данных проводили в Excel и по программе Statistica 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Погодные условия исследуемого периода отличались сильным варьированием, что позволило оценить потенциал продуктивности и реакцию сортов на различные условия влагообеспеченности (табл. 1).

Наибольшая изменчивость признака ( $V = 64,8$  и 70,4 %) отслежена по количеству осадков с апреля по май (до начала цветения) и с июня по июль (период формирования и налива семян). Отмечены благоприятные по влагообеспеченности годы (2015-2017 гг.) с высоким гидротермическим коэффициентом ( $\Gamma\text{ТК} = 1,07-1,33$ ) и засушливые годы (2009, 2010, 2013, 2018 гг.) с  $\Gamma\text{ТК}$  0,19-0,49, а также относительно благоприятные 2011, 2012, 2014 гг. с

ГТК 0,62-0,78 в сравнении со средними многолетними данными за последние 50 лет. Использование многолетних данных состояния элементов погоды

дает возможность выявить потенциальный урожай сельскохозяйственных культур в конкретных условиях [6, с. 23-27].

Таблица 1. Характеристика погодных условий, 2009-2018 гг.

Показатель	Средняя арифметическая X(ср.)	Дисперсия, SS	Коэффициент вариации, V, %	Изменчивость признака
Количество осадков апрель-май, мм	65,8	1821,6	64,8	значительная
Количество осадков июнь-июль, мм	72,3	2587,0	70,4	значительная
Сумма активных температур за вегетационный период	187,8	242,6	8,3	незначительная
Коэффициент увлажнения за вегетационный период	1,4	0,2	34,3	значительная
Относительная влажность воздуха за апрель-май, %	65,5	43,9	10,1	средняя
Относительная влажность воздуха за июнь-июль, %	56,7	61,8	13,9	средняя
Количество осадков за вегетационный период, мм	138,1	3812,9	44,7	значительная
ГТК за вегетационный период	0,77	0,14	48,1	значительная
ГТК за год	0,68	0,05	31,7	значительная
Количество осадков за год, мм	501,3	10283,6	20,2	значительная

Анализ основных признаков сортов льна масличного различных групп спелости, созданных в контрастных эколого-географических зонах (ВНИИМК 620 – г. Краснодар – зона неустойчивого увлажнения, Небесный – Ростовская область – зона недостаточного увлажнения) позволил выявить их реакцию на изменение условий выращивания и определить реакцию на критические периоды раз-

вития растений и формирования элементов продуктивности. В таблице 2 представлены результаты анализа основных признаков и их изменчивости в контрастных условиях сортов льна масличного. Наибольшее варьирование отмечено по урожайности семян, незначительная изменчивость наблюдается по масличности и средняя – по вегетационному периоду и высоте растений.

Таблица 2. Статистические параметры основных признаков сортов льна

Показатель	Урожайность семян, т/га	Вегетационный период, сутки	Масличность семян, %	Высота растений, см
ВНИИМК 620				
Средняя арифметическая X(ср.)	1,10	78,1	47,7	45,7
Дисперсия, SS	0,17	75,21	1,40	58,46
Коэффициент вариации, V, %	37,11	11,10	2,48	16,73
Изменчивость признака	значительная	средняя	незначительная	средняя
Небесный				
Средняя арифметическая X(ср.)	1,06	81,9	46,0	50,02
Дисперсия, SS	0,21	69,21	3,67	76,62
Коэффициент вариации, V, %	43,44	10,16	4,16	17,44
Изменчивость признака	значительная	средняя	незначительная	средняя

Практика показывает, что урожайность культуры проявляет наибольшую зависимость от условий выращивания. Определение коэффициентов корреляции между основными хозяйствственно цennыми признаками и условиями вегетации позво-

ляет выявить параметры, смоделировать оптимальные условия для сорта и подобрать наиболее подходящие сорта в конкретных условиях. Построение корреляционных матриц показывает несовпадение по сортам различных взаимосвязей (табл. 3, 4).

Таблица 3. Корреляционные связи сорта ВНИИМК 620

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Количество осадков до цветения (апрель-май)	-	0,272	0,607	0,598	0,664	0,510	0,716	0,775	0,699
2. Количество осадков цветение-созревание	-	-	0,259	0,222	0,188	0,279	0,222	- 0,010	0,018
3. Сумма температур за вегетационный период, $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	0,230	0,485	-0,050	0,175	0,162	0,036
4. Вегетационный период, сутки	-	-	-	-	0,825	-0,078	0,291	0,376	0,143
5. Урожайность семян, т/га	-	-	-	-	-	-0,136	0,350	0,187	0,067
6. Масличность семян, %	-	-	-	-	-	-	0,760	0,744	0,889
7. Высота растений, см	-	-	-	-	-	-	-	0,715	0,815
8. ГТК за вегетационный период	-	-	-	-	-	-	-	-	0,924
9. ГТК за год	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Так количество осадков до начала цветения оказывают значительное влияние на период вегетации сорта ВНИИМК 620, а вегетационный период

сорта Небесный теснее связан с количеством осадков во время цветения-созревания.

Таблица 4. Корреляционные связи сорта Небесный

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Количество осадков до цветения (апрель-май)	-	0,010	0,42	0,119	0,501	0,565	0,806	0,444	0,619
2. Количество осадков цветение-созревание	-	-	0,338	0,719	0,290	- 0,098	0,183	0,322	0,450
3. Сумма температур за вегетационный период, $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	0,712	0,234	0,751	0,145	- 0,176	0,097
4. Вегетационный период, сутки	-	-	-	-	0,465	0,297	- 0,129	0,125	0,306
5. Урожайность семян, т/га	-	-	-	-	-	0,336	0,346	0,726	0,781
6. Масличность семян, %	-	-	-	-	-	-	0,283	0,079	0,255
7. Высота растений, см	-	-	-	-	-	-	-	0,465	0,597
8. ГТК за вегетационный период	-	-	-	-	-	-	-	-	0,954
9. ГТК за год	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Вместе с тем урожайность, масличность и высота растений обеих сортов тесно связана с количеством осадков до цветения, хотя степень их различна. Установлена тесная зависимость у сорта ВНИИМК 620 между урожаем семян и вегетационным периодом ( $r = 0,825$ ) и накопления масла от ГТК периода вегетации ( $r = 0,889$ ). Урожайность семян сорта Небесный имеет среднюю связь с периодом вегетации ( $r = 0,465$ ) и в значительной степени зависит от годового ГТК и ГТК периода вегетации ( $r = 0,781$  и  $0,726$  соответственно); накопление масла проявляет большую зависимость от температурного режима ( $r = 0,751$ ). Высота растений обеих сортов коррелирует с ГТК года и периода вегетации, но более тесная связь проявляется у сорта ВНИИМК 620. Выявленная отрицательная корреляция урожайности и масличности семян у сорта ВНИИМК 620 свидетельствует о сложности проведения улучшающих отборов на совместные признаки в данной популяции. У сорта Небесный слабая положительная связь дает возможность проведения таких отборов.

### Выводы

Проведенные исследования позволили проанализировать в контрастных условиях реакцию сортов льна масличного разных групп спелости по основным хозяйственно ценным признакам. Наибольшее варьирование отмечено по урожайности семян, незначительная изменчивость наблюдается по масличности и средняя – по вегетационному периоду и высоте растений.

Установлена тесная зависимость между урожаем семян и вегетационным периодом у сорта ВНИИМК 620 и средняя у сорта Небесный. Урожайность семян сорта Небесный в значительной степени зависит от годового ГТК и ГТК периода вегетации. Высота растений обеих сортов коррелирует с ГТК года и периода вегетации, но более тесная связь проявляется у сорта ВНИИМК 620.

### Список литературы

- Лучкина Т.Н. Разнообразие льна масличного коллекции ВИР // Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни. Тезисы докладов. Санкт-Петербург. 2014. – С. 143.

2. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков Н.М.. Лен масличный – культура перспективная // Приложение к журналу Защита и карантин растений. № 2. 2013. – С. 62.
3. Лучкина Т.Н., Лучкин Н.С., Картамышева Е.В., Горбаченко Ф.И. Лен масличный – динамика растущая культура в России // Генетика и селекция на Дону (сборник статей) четвертый выпуск. Ростов-на-Дону. Издательство Южного федерального университета. 2015. – С. 131-139.
4. Бушнев А.С., Горбаченко Ф.И., Картамышева Е.В., Лучкина Т.Н., Подлесный С.П., Лошкомайников И.А., Минжасова А.К. Продуктивность посева льна масличного при совершенствовании элементов адаптивной технологии // Масличные культуры научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Выпуск 3 (171). Краснодар. 2017. – С. 55-64.
5. Бушнев А.С., Подлесный С.П., Мамырко Ю.В., Лучкина Т.Н. Гербициды в посевах льна масличного // АгроснабФорум. Эффективное растениеводство. №8. Краснодар. 2018. – С. 52.
6. Алаубашев А.В., Янковский Н.Г., Овсянникова Г.В., Попов А.С., Сухарев А.А. Анализ погодных условий в южной зоне Ростовской области за 1930-2015 годы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 23-27.

## ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА НА ОЗЕРАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*И.С.Мухачев*

*доктор биологических наук, профессор ГАУ Северного Зауралья, ТюмГУ  
г.Тюмень, РФ  
E-mail: Fishmisi.ru*

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены возможности пастбищного озерного рыбоводства в товарных рыбхозах Тюменской области, систематически осваивающих и внедряющих прогрессивные технологии выращивания экологически чистой рыбы, соответствующей регламенту органической продукции за счёт использования самовозобновляемой естественной кормовой базы растительного и животного происхождения. Показана прогрессивная работа Казанского озерного рыбхоза и Сладковского рыбоводческого товарного хозяйства, выращивающих рыбы методами интенсификации. Для ускорения прогресса товарного рыболовства необходимо включить в поликультуру растительноядных рыб.

**Ключевые слова:** пастбищная поликультура, стимулирование самовозобновляемой кормовой базы озер, белый амур, белый толстолобик повышение рыбопродуктивности, производство органической рыболовной продукции.

Проблема прогрессивного развития товарного рыболовства давно представляет интерес для многих тюменцев. Одним из первых рыболовцов Тюменской области проявил инициативу П.Н. Загвяздин - начальник Сибрыбпрома, который в 1961 году при поддержке Министерства рыбного хозяйства и област-

ной администрации пригласил Московский институт Гидрорыбпроект к масштабному исследованию озерного фонда области.

Специалисты Гидрорыбпроекта работали почти три года и итогом масштабного труда стали данные о фонде озер Тюменской области с уточнением для каждого района (табл.1).

Таблица 1. Озерный фонд Тюменской области (по материалам института «Гидрорыбпроект», 1963 г.)

Административный район	Количество озер	Общая площадь озер, га
Абатский	85	3140
Армизонский	235	52250
Аромашевский	4	154
Бердюжский	262	30937
Вагайский	265	42925
Викуловский	64	3730
Гольшмановский	41	1693
Заводуковский	32	1040
Исетский	24	1000
Ишимский	86	7450
Казанский	292	10832
Нижнетавдинский	85	8465
Омутинский	4	156
Сладковский	134	19430
Сорокинский	4	53
Тобольский	361	56365
Тюменский	88	10360
Уватский	506	48615
Упоровский	60	2760
Юргинский	13	1279
Ялуторовский	95	6055
Ярковский	161	14765
<b>Всего</b>	<b>2901</b>	<b>295559</b>

Одновременно для обеспечения прогресса рыбного хозяйства всей Тюменской области на научной основе в 1963 г. был создан зональный институт СибНИИРХ, теперь – Госрыбцентр. Предпринятые тогда совместные действия Сибрыбпрома (при поддержке МРХ РСФСР и СССР) и Тюменской областной администрации в 1968 г. позволили создать первый в нашей стране Казанский ОТРХ, а затем и многие другие районные озерные рыбхозы [1, с. 11], [2, с.12-13].

Внедрение прогрессивных технологий пастбищного озерного рыбоводства в Тюменской области началось с организации Казанского ОТРХ – озерного товарного рыбоводного хозяйства. Коллектив Казанского ОТРХ совместно со специалистами рыбоводческой науки в короткие сроки показали, что к улову самовозобновляемых популяций карасей в местных озерах в количестве 20-40

кг/га в год, можно дополнительно выращивать ценную быстрорастущую рыбу (карп, сиговые и др.) по 70-80 и более кг/га в год. Положительная практика пастбищного товарного рыбоводства на основе эффективного использования самовозобновляемой кормовой базы, напоминающую идею «перpetум мобиле» и, благодаря планомерным мелиорациям и рыбоводству, обеспечивает стабильное производство наиболее экономичной пищевой рыбы для населения [3, с.62-75], соответствующую регламенту органической продукции.

Современный рыбхоз – ЗАО «Казанская рыба» продолжает эту традицию и совершенствует технологии на основе мелиорации озер и выращивания в поликультуре сиговых и карпа (табл.2) методом двухлетнего нагула.

Таблица 2. Современные показатели улова рыбы ЗАО «Казанская рыба»

Объект улова	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
всего, т	226	313	555	1157	1184
в том числе:					
пелядь	175	240	151	659	556
Карп	10	-	-	16	354
щука	-	-	4	19	43
карась	-	-	4	444	212
окунь	-	-	4	17	17,5
другие рыбы	41	73	-	2	1,5

Для районов Тюменской области зональной наукой в качестве первого этапа производственных

показателей был определен эколого-рыбохозяйственный потенциал местных водоёмов (табл. 3).

Таблица 3. Потенциал местных водоёмов для производства товарной рыбы в муниципальных районах Тюменской области (первый этап освоения)

Район	Потенциальные уловы выращиваемой рыбы, т	
	в озерах	в прудах
Абатский	200	240
Армизонский	1200	-
Аромашевский	-	600
Бердюжский	600	-
Вагайский	1300	-
Викуловский	300	210
Голышмановский	-	340
Заводоуковский	200	700
Исетский	300	400
Ишимский	300	600
Казанский	1300	480
Нижнетавдинский	700	300
Омутинский	-	600
Сладковский	1300	-
Сорокинский	-	100
Тобольский	2500	-
Тюменский	800	800
Уватский	1700	-
Упоровский	200	800
Юргинский	-	200
Ялуторовский	500	360
Ярковский	1600	400
<b>Всего</b>	<b>15000</b>	<b>7130</b>

Примеры эффективного использования естественного потенциала имеющихся в Тюменской области озер характерны практике современного СТРХ – Сладковского товарного рыбоводческого хозяйства, стабильно производящего ежегодно по 1 тыс. т товарной рыбы. По нашей рекомендации к восстановлению рыбхоза приступили в 2008 г. Весь годовой улов местной рыбы — серебряного и золотого карася на 11 тыс. га озер заморного типа составил всего 70 т. Спустя 7 лет — в 2014 г. общий улов выращиваемой рыбы (сиговые, карп, судак, щука, растительноядные) превысил 1,1 тыс. т, или в среднем 100 кг/га, а включая карася — 120 кг/га. Современные показатели улова выращиваемой рыбы на мелиорируемых озерах достигают 170-240 кг/га в год.

Используя научные рекомендации Сладковский рыбхоз построил мелио-ративные комплексы на пяти озерах [4, с.84-111], состоящие из водоема-спутника с глубиной 7-7,5 м и 2-3-х выростных прудов, благодаря которым диапазон рыболовных мероприятий расширен, а качество товарной рыбы улучшилось. В итоге – рентабельность практики внедрения комплексных мелиораций становится положительной. Водоём-спутник, оборудованный турбоэратором, эксплуатируется с ноября по март для сохранения растущей рыбы, не достигшей товарной массы, и отлова рыбы, предназначенный для реализации. Выростные пруды эксплуатируются в мае-августе для выращивания жизнестойкой молоди культивируемых ценных рыб для вселения в нагульное озеро. Глубокий водоём-спутник при необходимости используют для установки садков на понтонах для выращивания рыбы либо её временного содержания-хранения в живом виде.

Настойчивость и компетентность специалистов СТРХ позволила мелио-ративными методами бывшее «безрыбное» озеро Таволжан превратить в продуктивный нагульный водоём, в котором, например в 2018 г. вырастили методом однолетнего нагула 300 т товарных сиговых рыб (пелядь, пельчир) с нормативным выходом 10 т от 1 млн. личинок.

Аналогичное и ещё более масштабное развитие товарного озерного рыболовства можно получить в Армизонском районе, имеющем 50 тыс. га продуктивных озер, но пока слабо осваиваемых методами мелиорации и рыболовства. Специалисты ГАУСЗ предлагают в качестве «пионерного» объекта комплексной эколого-рыбохозяйственной мелиорации использовать оз. Черное с акваторией, превышающей 20 тыс. га, на базе которого в Армизонском районе создали высокорентабельное производство по выращиванию более 1,5-2 тыс. т ценной рыбы ежегодно. Для ускорения преобразования оз. Чёрное в акваторию для пастбищной поликультуре из сиговых, карпа и растительноядных рыб, целесообразно на водоёме организовать заготовку песка для строительных целей Армизонского района, благодаря чему строители помогут ускорить процесс экологической реабилитации и преобразованию оз. Чёрное в высокопродуктивный рыболовный водоём.

Подобные мелиорации необходимо осуществить на оз. Большой Уват (18 тыс. га) Вагайского района и Камкульско-Андреевской группе озер на севере Тобольского района (более 14 тыс. га), поскольку в 70-90 гг. эти озера уже использовали для выращивания пеляди и других рыб.

Для увеличения производства товарной рыбы по *пастбищной технологии* необходимо оптимизировать следующие факторы:

1. Увеличить количество озерных хозяйств, планомерно повышающих рыбопродуктивность эксплуатируемых водоёмов методами комплексной мелиорации и рыболовства;

2. Внедрить в практику всех хозяйств выращивание продуктивной поликультуры рыб, способной эффективно использовать самовозобновляемую естественную кормовую базу озер растительного и животного происхождения и обеспечивать рост рыбопродуктивности каждого озерного гектара до оптимально возможных показателей соответствующей зоны (лесостепной, подтаёжной);

3. Создать условия для обеспечения всех товарных нагульных хозяйств жизне-стойким и продуктивным рыбопосадочным материалом непосредственно из рыбопитомников Тюменской области.

Решение первой задачи связано с необходимостью повышения рыбопродуктивности на всех водоёмах области, используемых для выращивания товарной рыбы до зональной нормы производства, как это происходит в рыбхозах «СТРХ», «Казанская рыба», «Пышма-96», ежегодно обеспечивающих производство товарной рыбы более 90%, от годового задания области, а остальные пользователи медленно осваивают интенсивные технологии рыболовства.

Для эффективного использования самовозобновляемой кормовой базы большинства озер области необходимо ежегодно зарыблять нагульные озера нормированной поликультурой: сиговые, карп, растительноядные, и при необходимости: жизнестойкой молодью добавочных объектов – щука, судак, линь, гибрид «карпокарась» и др.

Третья задача может быть решена восстановлением маточных стад белого амура и белого толстолобика в Костылевском прудовом рыбопитомнике Сибрыброма и осуществить аналогичную работу в Боровлянском рыбопитомнике Голышмановского района. В СТРХ также завершить создание маточного стада растительноядных рыб с целью обеспечения своих потребностей и оказания помощи нуждающимся соседним рыбозам.

Важно учитывать, что наличие жизнестойкой молоди растительноядных рыб в озерной поликультуре стабилизирует производство товарной рыбы на уровне среднего показателя - **300 кг/га**. Следовательно, участие большинства озерных товарных хозяйств Тюменской области в работе по внедрению растительноядных в поликультуру позволит, как минимум, удвоить уловы в целом на используемой акватории для товарного рыболовства. Белый амур и белый толсто-лобик при оптимальной для

них температуре воды потребляют большое количество растительной пищи, кормовой коэффициент которой составляет от 30 до 40 [5, с.161-185].

Таблица 4. Расчеты возможной продукции растительноядных рыб (Б.Т. – белый толстолобик; Б.А. – белый амур) за счет потребления фитомассы в озерах лесостепи Тюменской области.

Фитопланктон (водоросли)				Макрофиты				
биомасса, г/м <sup>3</sup>	продукция, г/м <sup>3</sup> (П/Б=72)	продукция Б.Т., г/м <sup>3</sup> при КК=30	возможный улов, кг/га	% зарастания	биомасса, г/м <sup>2</sup>	продукция, г/м <sup>2</sup> (П/Б=1,25)	продукция Б.А., г/м <sup>2</sup> при КК=30	возможный улов, кг/га
8,0	576,0	7,7	<b>28</b>	2	350,0	437,5	5,8	<b>3,0</b>
20,0	1440,0	19,2	<b>76</b>	10	1850,0	2331,5	30,8	<b>19,5</b>
38,0	2776,0	37,0	<b>140</b>	30	4930,0	6837,0	105,7	<b>65,5</b>

Таким образом, повышение технологического качества мелиоративных и рыбоводных работ на местных водоемах, достижение всеми участниками зональных показателей производства, создаст условия для выращивания 20-25 тыс. т качественной пищевой рыбы.

Пастбищное товарное рыбоводство, использующее на рост рыбы и её массонакопление естественные биокорма растительного и животного происхождения местных водоёмов, позволяет выращивать без использования минеральных удобрений и пестицидов наиболее рентабельную рыбу и в масштабах, соизмеримых с прудовым и индустриальным направлениям современной аквакультуры. Оно, как и другие сегменты товарного рыбоводства России, включены в «Стратегию развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 г.» [7, с.3-4], предусматривающую, как минимум, выращивать по 600 тыс. тонн товарной рыбы в рыбхозах нашей страны ежегодно.

Рыба, выращенная в озерах Зауралья на самовозобновляемой естественной кормовой базе потенциально полностью соответствует положению Закона РФ «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законо-дательные акты Российской Федерации», вступающему в силу с 1 января 2020 года.

В перспективе очередной задачей тюменского рыбоводства является создание Центра племенного рыбоводства, способного осуществлять воспроизводство продуктивного племенного рыбопосадочного материала современных промышленных пород карпа, растительноядных рыб (белого амура и белого толстолобика), пеляди, муксуна, стерляди и др. объектов товарной аквакультуры. Промедление с организацией воспроизводственных комплексов и центров племенного рыбоводства, способствую-

щих интенсификации товарного рыбо-водства в составе АПК регионов и всей России, – будет тормозить прогресс в товарном рыбоводстве на внутренних водоёмах страны [8].

#### Список использованной литературы:

- 1.Загваздин П.Н. Доклад генерального директора Сибирского рыбопромышленного объединения // Рыбное хозяйство.-1976.-№ 9.-С.11-12.
- 2.Кныш В.Ф. Доклад первого секретаря Казанского райкома КПСС Тюменской области // Рыбное хозяйство.-1976.-№ 9.-С.12-13.
- 3.Мухачев И.С., Бурдиян Б.Г., Кугаевская Л.В. Опыт товарного рыбоводства в озерах Тюменской и соседних областей.-М. Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ, серия /Рыбхоз. использ. внутр. водоёмов, 1977.-Вып.3. -100 с.
- 4.Слинкин Н.П. Новые методы интенсификации озерного рыболовства и рыбоводства.-Тюмень: ТГСХА, 2009.-151 с.
- 5.Багров А.М., Богерук А.К., Веригин Б.В., Виноградов В.К., Гепецкий Н.Е., Ерохина Л.В., Золотова З.К., калмыков Л.В., Кривцов В.Ф., Макеева А.П., Мельченков Е.А., Савин Г.И., Панов Д.А., Чертихин В.Г. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. М.: ВНИИПРХ, 2000.-211с.
6. Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области / Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Попов Н.Я., Размашкин Д.А., Бабушкин А.А./. Тюмень: ООО «Тюменский дом печати», 2005.-240 с.
7. [7. http://fishnews.ru/news/33182](http://fishnews.ru/news/33182).
- 8.Шаляпин Г.П. Власть и бизнес – общие задачи «симбиоза» в рамках программного принципа развития рыбного хозяйства России // Рыбоводство и рыбное хозяйство.-2014.-№ 1.-С.3-11.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕНАЖА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Пестерева Елена Семеновна,

кандидат сельскохозяйственных наук,

доцент по специальности,

старший научный сотрудник

лаборатории кормопроизводства ФГБНУ ЯНИИСХ,

г. Якутск

Павлова Сахаяна Афанасьевна,

доцент по специальности,

кандидат сельскохозяйственных наук,

ведущий научный сотрудник,

лаборатории кормопроизводства ФГБНУ ЯНИИСХ,

г. Якутск

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.21-23](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.21-23)

### АННОТАЦИЯ

Основой увеличения производства продукции животноводства служит прочная кормовая база. Поэтому важно увеличить производство и улучшать качество всех видов кормов, прежде всего за счет расширения смешанных посевов, совершенствования технологии их возделывания и уборки.

Целью исследований является сравнительная продуктивность и питательная ценность однолетних кормовых культур для производства сенажа в условиях Центральной Якутии.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- провести подбор перспективных однолетних культур для производства сенажа;
- установить оптимальные сроки посева однолетних культур и их смесей на сенаж;
- изучить особенности роста, развития и формирования урожайности и питательной ценности однолетних культур.

По результатам исследований по урожайности зеленой массы кормовых культур выделились в 1 сроке посева двухкомпонентные варианты – вико-овсяная и горохо-овсяная смеси (19,9 – 19,0 т/га).

### ABSTRACT

The basis for increasing livestock production is a solid food base. Therefore, it is important to increase production and improve the quality of all types of feed, primarily by expanding mixed crops, improving the technology of their cultivation and harvesting.

The aim of the research is the comparative productivity and nutritional value of annual forage crops for the production of haylage in Central Yakutia.

In this regard, the following tasks were set:

- to carry out the selection of promising annual crops for the production of haylage;
- to establish the optimum time of sowing of annual crops and their mixtures on silage;
- to study the features of growth, development and formation of yield and nutritional value of annual crops.

According to the results of studies on the yield of green mass of forage crops were allocated in 1 sowing period two – component options-Vico-oat and pea – oat mixture (19.9-19.0 t/ha).

**Ключевые слова:** посев, однолетние культуры, урожайность, корм, сенаж.

**Key words:** sowing, annual crops, yield, fodder, haylage.

**Введение.** Для развития основной отрасли сельского хозяйства Якутии – животноводства одним из актуальных проблем также является обеспеченность кормами [3]. Сенаж – высокопитательный корм, приготовленный из кормовых культур, убранных в ранние фазы вегетации, проявленных до влажности 45-55% и сохраненный в анаэробных условиях.

Один из важнейших приемов интенсификации кормопроизводства – широкое применение смешанных посевов кормовых культур. Важнейшая роль в интенсификации животноводства Якутии принадлежит кормовой базе и сбалансированности рационов по необходимым элементам питания. В условиях современного кормопроизводства трудно поставить под сомнение целесообразность смешанных посевов [1].

В последние годы в Якутии начинает внедряться новая технология производства сенажа в «упаковке», который может заменить часть силоса, сена в рационе животных. Применяемая передовая технология сенаж в «упаковке» значительно отличается от традиционно существующей не только по технологии приготовления сенажа, но и по выходу кормовых единиц и сырого протеина с единицы площади, энергетической питательности получаемых кормов, а также по себестоимости и затратам труда на ее производство.

В 2016-2017 гг. впервые в условиях Центральной Якутии нами проводятся исследования по подбору чистых и смешанных посевов однолетних злаковых и бобовых кормовых культур и их сроков посева для производства сенажа.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Центральной Якутии на основании полевого экспериментального изучения подобраны однолетние злаковые и бобовые травы на сенаж в условиях мерзлотных лугово-черноземных суглинистых почв.

**Методика исследований.** Исследования проводились в 2016-2017 гг. на научном стационаре лаборатории кормопроизводства ФГБНУ Якутского НИИСХ на второй надпойменной террасе долины р. Лена, в Приленском агроландшафте. Почва – мерзлотная лугово – черноземная суглинистая.

Вегетационный период за 2016-2017 гг. сложился благоприятным, что обусловило оптимальный климат произрастания растений.

Испытывались варианты овса, вики с овсом, гороха с овсом, и горохо-овсяно-ячменной смесей. Для посева кормовых культур использовались семена районированных сортов: горох (Ямал), овес (Покровский), ячмень (Тамми). Также в опытах использовался новый перспективный сорт вики яровой-Ленская 13.

Посевы вики, гороха, овса, ячменя и их смесей проведены по трем срокам сейлкой СЗ-3,6 с нормой высева овса – 5,0, горох+овес – 0,8: 2,5, вика+овес – 1,5:2,5, горох+овес+ячмень - 0,8 : 1,2 : 1,2 млн. шт. семян на 1 га.

Посев проведен в 3 срока: 1 срок - 24 мая; 2 срок - 12 июня; 3 срок – 2 июля. Агротехника кормовых культур проводилась по рекомендациям Якутского НИИСХ [5]. Внесение удобрений (нитроаммофоска N – 16%; P – 16%; K – 16%) проведено вручную – вразброс в III декаде мая в дозе (NPK)<sub>60</sub> с последующей заделкой удобрения предпосевной обработкой почвы.

Уборку провели по мере наступления фаз молочно-восковой спелости у злаковых и начало цветения – плодообразования у бобовых культур: 1

срок – 2 августа, 2 срок - 25 августа, 3 срок – 10 сентября.

Наблюдения и учеты проведены по методическим указаниям ВНИИ кормов [2].

**Результаты исследований.** Всходы злаковых культур появились на 8-13, бобовых 11-18 дни. Основные фазы развития бобово - злаковых смесей за годы исследований сильно не отличались, соответствовали их биологическим особенностям [4].

Динамика высоты роста однолетних кормовых культур в фазе молочно-восковой спелости у злаковых и в фазе плодообразования - у бобовых составило: овес – 94,0 – 97,0 см, двухкомпонентная смесь: овес – 97,1 – 100,5 см, вика – 64,8 – 69,5 см, трехкомпонентная смесь: горох – 80,2 – 84,6 см, овес – 98,1- 102,3 см, ячмень – 68,0 – 69,3 см, двухкомпонентная смесь: горох – 87,0 -91,5 см, овес – 105,1 - 108,4 см.

Так, от всходов до фазы бутонизации суточный прирост в сутки у изучаемых культур составил 0,4 – 1,5 см, от фазы цветения до молочной спелости соответственно от 0,1 – 1,1 см.

По данным двух лет по всем 3 срокам посева самым высоким травостоем характеризуется вариант третьего срока посева горох+овес (91,5 – 108,4 см) в фазе молочно-восковой спелости- злаковых и плодообразования- бобовых.

По 1 сроку посева наименьший урожай зеленой массы наблюдается у овса в чистом виде (12,2 т/га). Наибольший урожай получен от горохо-овсяной смеси – 19,9 т/га (табл. 1).

По 2 сроку посева наименьший урожай наблюдается у овса в чистом виде (15,4 т/га). По остальным вариантам по урожайности зеленой массы нет существенной разницы, и получены стабильные урожаи кормовых культур (18,3-20,7 т/га).

По 3 сроку посева кормосмеси обеспечили высокий урожай кормовых культур. Наибольшим урожаем зеленой массы выделился двухкомпонентная смесь горох+овес – 26,4 т/га.

Таким образом, по урожайности зеленой массы кормовых культур выделились в 1 сроке посева двухкомпонентные варианты – вико-овсяная и горохо-овсяная смеси (19,9 – 19,0 т/га).

По 2 сроку посева стабильный урожай кормовых культур получен от двухкомпонентной горохово-овсяной смеси (20,7 т/га). Овес в чистом виде обеспечил максимальную урожайность в 20,0 т/га в 3 сроке посева. Высокую урожайность зеленой массы обеспечили кормовые культуры 3 срока посева (10 сентября). Максимальная урожайность зеленой массы получена от горохово-овсяной смеси 3 срока посева (26,4 т/га).

Таблица 1

## Продуктивность однолетних кормовых культур по 3 срокам посева (2016-2017 гг.)

№	Культура, смесь	Сроки посева	Зеленая масса т/га	Сухая масса т/га	Корм. един. ц/га	Перевар Протеин ц/га	ПП на 1 корм.един. в гр
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Овес	24 мая	12,2	2,5	10,5	2,5	159,6
2	Вика+овес		19,0	5,1	34,8	6,8	195,3
3	Горох+овес		19,9	5,5	33,9	4,68	137,9
4	Горох+овес+ячмень		17,5	3,8	23,4	3,50	149,5
	HCP <sub>05</sub>		1,4	0,3			
1	Овес	12 июня	15,4	3,5	16,7	1,95	116,9
2	Вика+овес		18,3	5,1	33,3	5,84	175,7
3	Горох+овес		20,7	5,9	49,1	5,62	114,5
4	Горох+овес+ячмень		19,5	5,6	38,9	5,49	141,2
	HCP <sub>05</sub>		2,6	0,6			
1	Овес	2 июля	20,0	6,1	38,9	2,46	63,3
2	Вика+овес		24,1	7,4	41,8	8,21	196,1
3	Горох+овес		26,4	9,7	73,1	5,78	79,1
4	Горох+овес+ячмень		23,8	8,5	54,0	6,23	115,2
	HCP <sub>05</sub>		2,9	0,7			

Установлено, что продуктивность кормовых культур во многом зависит от погодных условий вегетационных периодов, а также от соотношений компонентов в составе смесей. Сбор кормовых единиц зависит от урожайности зеленой массы и содержания питательных веществ в получаемом корме.

Результаты химических анализов показали, что по 1 сроку наибольший сбор корм. ед. получен с вико-овсяной смеси – 34,8 ц/га. По 2 и 3 срокам посева преобладает горохо-овсяная смесь – до 49,1-73,1 ц/га.

Содержание переваримого протеина в зеленой массе различается. По всем 3 срокам посева высокое содержание наблюдается у вико-овсяной смеси (5,84-8,21 ц/га), низкое у овса в чистом виде (1,95 – 2,50 ц/га).

По обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином выделился 1 срок посева, у овса в чистом виде (237,6 г), во 2 и 3 сроках посева больше содержится у вико-овсяной смеси – 195,3; 175,7 и 196,1 г, соответственно (табл. 1).

### Выводы

1. За годы исследований по продуктивности и питательности среди смешанных посевов по всем 3 срокам посева (1 срок посева – 24 мая, 2 срок – 12 июня, 3 срок – 2 июля) выделились двухкомпонентные смеси: горохо-овсяная, урожайность которого составила, в среднем, 19,9-26,4 т/га, выход кормовых единиц – 33,9-73,1 ц/га, переваримого проте-

ина – 4,68-5,78 ц/га и вико-овсяная смесь, урожайность зеленой массы составляет 18,3-24,1 т/га, выход кормовых единиц – 33,3-41,8 ц/га, переваримого протеина – 4,68-5,78 ц/га.

2. Лучшими сроками посева овса, вико-овсяной, горохо-овсяной и горохо-овсяно-ячменной смесей на сенаж оказались 2 и 3 сроки посева ( II декада июня - I декада июля).

3. Для производства сенажа в «упаковке» в условиях Центральной Якутии на опытном участке наилучшими вариантами оказались двухкомпонентные смеси – вико-овсяная и горохо-овсяная как по продуктивности зеленой массы, так и по питательной ценности корма.

### Список литературы:

- Бенц В.А. Смешанные посевы в полевом кормопроизводстве Западной Сибири. – Новосибирск: ГРПО СО РАСХН, 1999. – С. 70.
- Новоселов Ю.К., и др. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: РПО ВНИИ кормов, 1997. – 60с.
- Попов Н.Т., Полевое кормопроизводство Якутии и пути его интенсификации. – Якутск: кн. изд-во, 1987.- 118с.
- Попов Н.Т., Пестерева Е.С. и др. «Производство сенажа в упаковке Центральной Якутии»: методическое пособие / Сиб. отд-ние Рос. акад. с.-х. наук, Якутский НИИСХ. – Якутск, 2007. - 36 с.
- Рекомендации по возделыванию кормовых культур в Центральной Якутии. – Якутск: кн. изд-во, 1977. -36с.

## СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *VICIA FABA* В ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

*Куркина Юлия Николаевна доцент,  
Кандидат сельскохозяйственных наук.*

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет,  
город Белгород.*

*Зеленкова Виктория Николаевна  
Аспирант,*

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет,  
город Белгород.*

### **АННОТАЦИЯ**

Между крупносемянностью и высокой продуктивностью растений существуют не генетические, а селективные корреляции, то есть повторяемость известных сочетаний признаков – крупносемянности и урожайности – вытекает не из генетических связей между ними, а из процесса отбора, продукты которого обладают определенным сочетанием признаков, имеющих в данных условиях одинаковую приспособительную ценность. Сравнили вес 1-го семени в генерациях 2015 и 2016 гг. разных сортов. Видно, что стабильностью данного признака отличался лишь сорт Русские черные, тогда как значительно колебался вес семян у сортообразца из Ирака и сорта Кармазин. В пределах ошибки средней были значения и у сорта Белорусские.

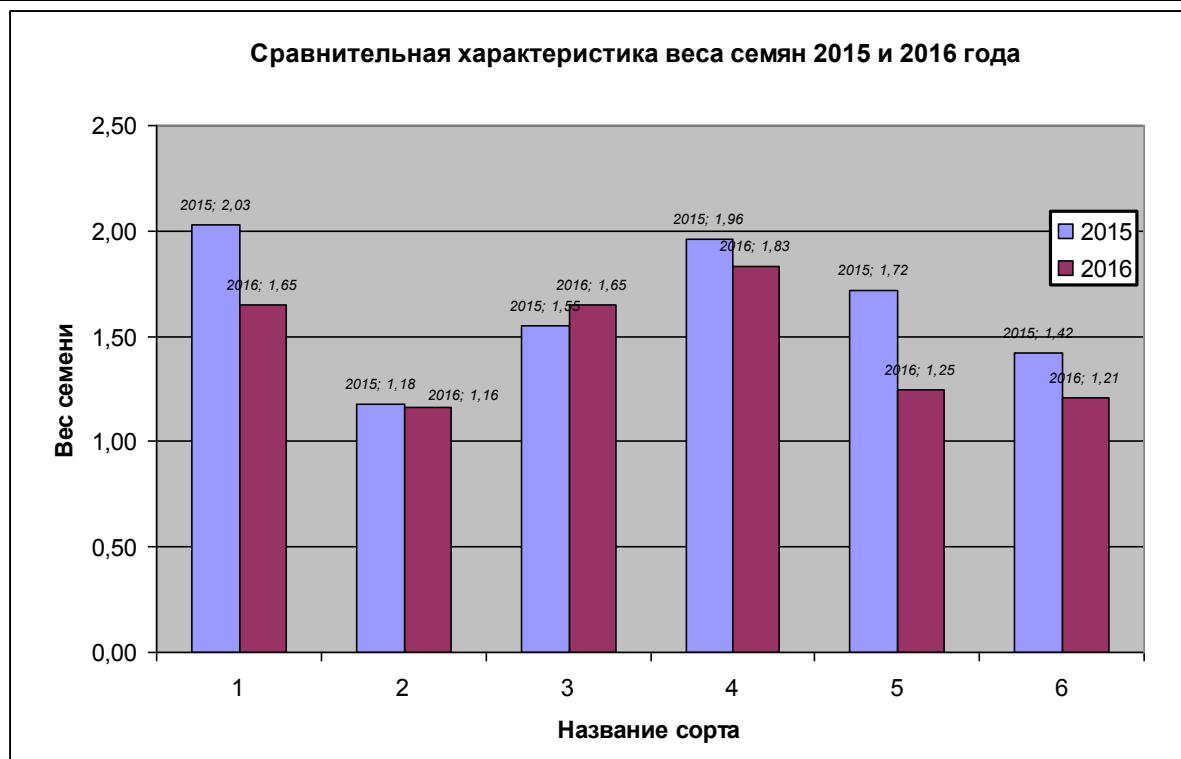
**Ключевые слова:** вес семян, крупноплодность, корреляция, овощные бобы.

Семя *Vicia faba* классифицируется как «семя боба». Семена крупные (*magnum*), по форме, большей частью, округлые (*orbiculatum*) и уплощенные (*applanatum*). Поверхность семян гладкая (*leve*), голая (*glabrum*). Семенной рубчик большой (*magnum*), линейный (*lineare*). Семенной шов – длинный (*longa*), узкий(*angusta*) [Куркина, 2008].

Выявлено, что крупные семена образуются в средней части соцветия у средних по продуктивности растений, поэтому необходима чеканка высокопродуктивных растений. Отбор семян на крупность ведет лишь к выравниванию посевного материала, но не обязательно влечет за собой отбор наиболее высокопродуктивных. Между крупносемянностью и высокой продуктивностью растений существуют

не генетические, а селективные корреляции, то есть повторяемость известных сочетаний признаков – крупносемянности и урожайности – вытекает не из генетических связей между ними, а из процесса отбора, продукты которого обладают определенным сочетанием признаков, имеющих в данных условиях одинаковую приспособительную ценность [Куркина, 2008].

Сравнили вес 1-го семени в генерациях 2015 и 2016 гг. (см. диаграмму) разных сортов. Видно, что стабильностью данного признака отличался лишь сорт Русские черные, тогда как значительно колебался вес семян у сортообразца из Ирака и сорта Кармазин. В пределах ошибки средней были значения и у сорта Белорусские.



Примечание: название сортов бобов

1 - сорт из Ирака, 2 - Русские черные, 3 – Белорусские, 4 - Украина, 5 - Карамзин, 6 - Трижды белые.



Сравнивая между собой сорта овощных бобов, по индивидуальной продуктивности в 2016 году, можно сделать вывод, что наибольшее количество семян мы получили с растений интродуцированных из Ирака : 170,1 г/раст. Продуктивными показали себя такие сорта, как Трижды белые, Украина,

Белорусские, которые отличались также крупносемянностью.

#### **Список используемой литературы:**

1 Куркина Ю.Н. Комплексный подход в селекции бобов: Монография / Ю.Н. Куркина. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРА», 2008. – 256 с.

## MONITORING AGRICULTURAL CROPS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES

*Trubitsin N.V.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
Cand. tech. Science, Sector Manager*

*Tarkivskiy V.E.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
Cand. tech. Science, head of laboratory*

*Belik M.A.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
scientific worker*

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.26-31](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.26-31)

### **МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОСЕВОВ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Трубицын Н.В.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
канд. техн. наук, зав. сектором*

*Таркивский В.Е.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
канд. техн. наук, зав. лабораторией*

*Белик М.А.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
научный сотрудник*

#### **ANNOTATION.**

The results of the use of unmanned aerial vehicles for monitoring the condition of crops are presented.

#### **АННОТАЦИЯ.**

Представлены результаты использования беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур.

**Keywords:** UAVs, aerial photography, monitoring of farmland, winter wheat, corn, sunflower, phenological phases

**Ключевые слова:** БПЛА, аэрофотосъемка, мониторинг сельхозугодий, озимая пшеница, кукуруза, подсолнечник, фенологические фазы

#### **Постановка проблемы.**

На урожайность сельскохозяйственных культур большое влияние оказывает качество проведения полевых работ, своевременная подкормка растений, поэтому сельскохозяйственные посевы требуют оперативного мониторинга. Использовать для этих целей большую авиацию дорого и не всегда возможно. Космические снимки не всегда актуальны и имеют малую разрешающую способность.

В небольших хозяйствах могут осуществлять контроль и вручную, но площади посевных полей не всегда позволяют это сделать оперативно. Большинство оценок, производимых в таких случаях, делаются наземным путем при помощи выезда на поля экспертовной группы, но при этом экспертная группа, затрачивая большое время на мониторинг, может не получить всей картины состояния посевов в целом.<sup>[1]</sup> Для ускорения этого процесса необходимо

димо использовать аэрофотосъемку в том числе летающих роботов – беспилотные летательные аппараты.

Удаленный мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет оперативно, без лишних расходов, получать информацию о состоянии посевов и реализовывать технологии точного земледелия [2,3].

#### **Цель исследований.**

Проведение исследований и разработка методики применения агрономами хозяйств беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур и качества выполнения технологических операций.

#### **Материалы и методы исследований.**

Процесс развития растительности имеет несколько стадий, и необходимо понимать, на каком

именно этапе целесообразно использовать аэро-съемку. Достаточно ли произвести разовую съемку для оценки всхожести сельскохозяйственных культур или же нужно выполнять ее периодически. БПЛА позволяют гораздо быстрее собирать и обрабатывать большее количество информации, что позитивно отражается на урожайности и прибыльности сельскохозяйственных культур [5-7].

Мониторинг сельхозугодий при помощи БПЛА можно провести в течение нескольких часов, он потребует наименьших материальных и людских затрат. Данные, полученные БПЛА, позволят планировать необходимые работы. После их проведения можно проводить дальнейшие наблюдения для оценки качества выполнения этих работ и фиксации изменений состояния посевных культур [4].

### **Результаты исследований.**

На валидационном полигоне КубНИИТиМ проводился мониторинг полей с посевами сельскохозяйственных культур, с помощью аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата Phantom 4 фирмы DJI. Видеокамера интегрирована

в БПЛА, имеет встроенную стабилизацию изображения. Это позволяет получать фотографии и проводить видеозапись с высоким разрешением.

Исследования проводились на различных сельскохозяйственных культурах и в разный период их развития.

#### *Осенне-зимний период.*

В осенне-зимний период основными вредителями на полях озимой пшеницы являются мыши полёвки. Интенсивное размножение популяций мышевидных грызунов может привести к серьезным потерям всходов озимых зерновых. Самая высокая их численность наблюдается на полях, где предшественниками были - подсолнечник и кукуруза на зерно.

В ситуации, когда идет активное размножение и расселение грызунов, для быстрого принятия решения по обработке можно обойтись облетом полей посевов озимой пшеницы с помощью БПЛА и определить численность мышевидных грызунов в течении одного дня. При этом учитывают живые по виду норы и колонии, которые определяются по свежим выбросам земли и свежими натоптанными тропами (рисунок 1).



*Рисунок 1 – Поле озимой пшеницы с колониями мышевидных грызунов по предшественнику кукуруза на зерно*

При мониторинге полей с помощью БПЛА, главный агроном хозяйства может не только контролировать популяцию мышевидных вредителей, но и легко обнаруживать нарушение выполнения технологического процесса.[10] На рисунке 2 видно, что при развороте посевного агрегата не были отключены высевающие аппараты, из-за

этого семена частично высевались по всей полуокружности движения сеялки на поворотной полосе. Это привело к значительному расходу семенного материала, увеличению густоты посевов и, как следствие, значительным экономическим потерям.[9]



Рисунок 2 – Разворотная полоса

#### *Весенний период.*

После проведения весеннего сева и появления всходов на посевах подсолнечника и кукурузы на зерно, БПЛА использовались для определения участков посевов поврежденных проволочником (рисунки 3 и 4 проплещины в рядах посевов). При повторном проведении мониторинга посевов были

выявлены участки с сорной растительностью и участки с отставанием в развитии растений.

Это позволило своевременно провести между-рядную культивацию посевов пропашных культур от сорной растительности и мероприятия по борьбе с проволочником.



Рисунок 3 – Посевы подсолнечника, поврежденные проволочником



Рисунок 4 – Посевы кукурузы поврежденные проволочником

*В летний период.*

Процесс цветения нельзя строго отграничить от плодообразования. В период массового цветения корневая система уже хорошо развита и идет беспрерывное увеличение вегетативной массы. Это позволяет растениям образовывать большое количество ассимиляントов, расходуемых на рост, цветение, формирование семян. В этот период на полях с

высокостебельными сельскохозяйственными культурами невозможно произвести визуальный мониторинг развития растений, т.к. высота растений возделываемых культур превышает 1м. С наступление фазы цветения подсолнечника в одном из вариантов опытов, с помощью БПЛА, была выявлена задержка с началом цветения на 10-12 дней, а следовательно и затяжной период цветения (рисунок 5).



Рисунок 5 – Неоднородное цветение растений подсолнечника

Проведенные исследования выявили, что перед посевом семена подсолнечника были обработаны препаратом «АгроВерм», с предпосевной и двукратной листовой подкормкой, что привело к задержке периода цветения культуры. Трехкратная обработка препаратом негативно повлияла на урожайность (уменьшение на 7,5 ц/га от базовой 39,1 ц/га).[8]

Еще одна важная задача, с которой могут успешно справляться БПЛА – выявление наличия и развития болезней растений, и появление вредителей в массиве сельскохозяйственных культур.

Наиболее благоприятными условиями для заражения растений, а для многих болезней и для

всего патологического процесса являются дожди, которые обеспечивают наличие на растениях влаги на длительный период — частые осадки, туман при оптимальных для патогена температурах.

На полях, которые плохо пропускаются ветром, загущенные, засорены сорняками, интенсивность поражения гнилями, пиренофорозом, мучнистой росой значительно больше, чем на других полях.

Обследование посевов озимой пшеницы позволили выявить пораженные посевы пьявицей и желто-коричневой пятнистостью листьев (рисунок 6-7), а также проследить за работой агрегата при обработке растений от вредителей и болезней.



Рисунок 6 - Растения озимой пшеницы пораженные пьявицей



Рисунок 7 - Растения озимой пшеницы пораженные желто-коричневой пятнистостью листьев (пиренофорозом)

**Выводы.**

С помощью беспилотных летательных аппаратов агрономы имеют возможность оперативно и относительно недорого получать данные о развитии растений от посева до уборки.

Тем не менее, следует помнить, что БПЛА - лишь инструмент, средство получения данных. Он не способен заменить агронома, но может существенно увеличить производительность его труда и обеспечить актуальной информацией о посевах.

**Список использованной литературы**

1 Дроны для контроля сельскохозяйственных угодий / Интернет ресурс / dronomania.ru/professionalnye/drony-dlya-kontrolyaselskoxozyajstvennyx-ugodij-i-polej.html

2 И. М. Михайленко, И.М., Точное земледелие и животноводство – новейшие технологии производства сельскохозяйственной продукции на основе применения информационных технологий / И. М. Михайленко Беспилотная малая авиация в сельском хозяйстве // Агрофизика 2015 № 2

3 Шумилов Ю. В., Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологии точного земледелия /Шумилов Ю. В., Данилов Р. Ю., Костенко И. А., Данилова А. В., Семочкин К. В., Пачкин А. А./ Молодой ученый. — 2015. — №9.2. — С. 146-147.

4 Прокофьев. Н., С высоты полета //Агробизнес №3 2016 С.108-111

5 Зеленин А.Н., О преподавании новых технологий в сельском хозяйстве с использованием БПЛА / Зеленин А.Н., Юсупов М.Л./ Педагогические науки. Современные методы преподавания Уральский государственный аграрный университет

6 Семков А., Беспилотники на страже урожая. Французский опыт / Семков А. // Белорусское сельское хозяйство №4 (156), апрель

7 Хорт, Д.О. Опыт и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в точном земледелии /Д.О. Хорт, к. с.-х. н., Г.И. Личман, д. т. н., Р.А. Филиппов, к. с.-х. н., (ВИМ); А.И. Беленков, д. с.-х. н. (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)// "Нивы России" №5 (138) июнь 2016

8 Использование БПЛА при мониторинге состояния посевов высокостебельных культур: В.Н. Трубицын конструктор, М.А. Белик инженер 1 категории // Техника и оборудование для села № 3-2018. - С.30-32.

9 Беспилотная аэрофотосъемка для мониторинга сельскохозяйственных угодий: В.Н. Трубицын конструктор, М.А. Белик инженер 1 категории // Агроснабфорум февраль 2018. - С. 58-60.

10 Мониторинг посевов озимой пшеницы с применением БПЛА: В.Н. Трубицын конструктор, М.А. Белик инженер 1 категории // АгроВестник Кубани № 11-2018. - С. 53-55.

## CALCULATION OF OPERATIONAL-TECHNOLOGICAL EVALUATION OF VEHICLES AND LOADERS

**Shebeda I.A.**

For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
software engineer

**Popelova I.G.**

For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
software engineer

**Trubitsin N.V.**

For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
Cand. tech. Science, Sector Manager

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.31-38](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.31-38)

## РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПОГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ

**И.А. Шебеда**

Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
инженер-программист

**И.Г. Попелова**

Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
инженер-программист

**Н.В. Трубицын**

Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
канд. техн. наук, зав. сектором

**ANNOTATION.**

Methods and the computer program for determination of operational and technological assessment of vehicles and loading means according to GOST 24059-2017 are presented, calculation of the control example for the t-150K+PS-12 vehicle is presented.

## АННОТАЦИЯ.

Представлены методы и компьютерная программа для определения эксплуатационно-технологической оценки транспортных и погрузочных средств по ГОСТ 24059-2017, расчет контрольного примера для транспортного средства Т-150К+ПС-12.

**Keywords:** transport and loading means, operational and technological assessment, operational and technological indicators, tests, methods, performance, fuel consumption.

**Ключевые слова:** транспортные и погрузочные средства, эксплуатационно-технологическая оценка, эксплуатационно-технологические показатели, испытания, методы, производительность, расход топлива.

## Постановка проблемы.

Во исполнение «Программы разработки межгосударственных (ГОСТ) и международных (ИСО) стандартов на методы испытаний сельскохозяйственной техники на 2014-2020 гг.» утвержденной Департаментом научно-технологической политики и образования Минсельхоза России в Новокубанском филиале ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) проводится разработка межгосударственных стандартов, национальных стандартов (ГОСТ Р) и стандартов Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (СТО АИСТ).

В 2017 году был разработан ГОСТ 24059-2017 «Техника сельскохозяйственная. Транспортные и погрузочные средства. Методы эксплуатационно-технологической оценки». Расчеты по алгоритмам стандарта вручную требуют много времени и усилий. Упростить процедуру расчета эксплуатационно-технологических показателей позволит использование компьютерной программы, которая сократит время и затраты труда на расчеты, обеспечит точность и достоверность при статистической обработке результатов испытаний и определении требуемых оценочных показателей, соблюдение единства алгоритмов расчетов.

## Анализ последних исследований и публикаций.

По мере развития системы испытаний сельскохозяйственной техники развивалась и совершенствовалась эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственной техники.

Основой для разработки ГОСТ 24059-2017 «Техника сельскохозяйственная. Транспортные и погрузочные средства. Методы эксплуатационно-технологической оценки» стали ГОСТ 24059-88 «Методы эксплуатационно-технологической оценки транспортных средств» и новый ГОСТ 24055-2016 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки». [1]

При разработке нового стандарта учтены изменения в метрологическом обеспечении методов испытаний, актуализированы нормативные ссылки, проведено согласование первых и окончательных

редакций с членами технического комитета ТК-284 (Тракторы и машины сельскохозяйственные) и заинтересованными организациями.

## Цель разработки.

Создание программного обеспечения для определения показателей эксплуатационно-технологической оценки транспортных и погрузочных средств.

## Основной материал.

Эксплуатационно-технологическую оценку опытных и серийных образцов транспортных средств проводят в сельскохозяйственной зоне на основных видах работ, составляющих не менее 70 % от всех видов работ, для которых они предназначены, согласно техническому заданию, техническим условиям и руководству по эксплуатации.

Эксплуатационно-технологическая оценка включает в себя проведение контрольных смен. На каждом виде работ проводят не менее трех контрольных смен, минимальная продолжительность каждой контрольной смены – 8 ч сменного времени.

Регистрацию всех элементов времени смены проводят методом сплошной хронографии или поэлементного хронометражка. Данные хронометража регистрируют в наблюдательном листе.

По окончании проведения контрольной смены, данные хронометража, обрабатывают для определения суммарных и средних элементов времени, на основании которых определяются эксплуатационно-технологические показатели. Проведение этих работ вручную очень трудоемко и не оперативно. Наряду с разработкой новых стандартов, отделом математического и программного обеспечения разрабатываются компьютерные программы для обработки и анализа результатов испытаний сельскохозяйственной техники и технологий [2]. Примером такой программы является «ЭТО Транспортные и погрузочные средства». Основная задача данной программы – вычисление эксплуатационно-технологических показателей в соответствии с действующим стандартом. Вид главного окна программы приведен на рисунке 1.

*Рисунок 1 – Вид главного окна программы*

При эксплуатационно-технологической оценке транспортных и погрузочных средств исходной информацией по результатам i-той контрольной смены являются [3]:

- производительность за 1 ч основного времени;
  - производительность за 1 ч технологического и сменного времени;
  - производительность за 1 ч эксплуатационного времени;
  - удельный расход топлива за сменное время;
  - число обслуживающего персонала;
  - коэффициенты технологического обслуживания, надежности технологического процесса, использования технологического времени, использования сменного времени;
  - скорость движения с грузом;
  - скорость движения без груза;
  - среднюю техническую скорость;
  - коэффициент использования номинальной грузоподъемности.

#### **Формулы для расчета основных показателей**

*i*-й контрольной смены  $W_{0_i}$ , т/ч (т·км/ч), вычисляют по формуле:

$$W_{o_i} = \frac{F_i}{T_{\phi 1_i}},$$

где  $F_i$  – объем работы за  $i$ -ю контрольную смену, т (т·км);

$T_{\phi 1_i}$  – фактическое основное время за  $i$ -ю контрольную смену, ч.

Производительность за 1 ч технологического времени  $W_{\text{тех}}$ , т/ч (т·км/ч), вычисляют по формуле:

$$W_{\text{tex}} = W_0 K_{\text{tex}},$$

где  $K_{\text{тех}}$  – коэффициент использования технологического времени за период контрольных смен.

Производительность за 1 ч эксплуатационного времени  $W_{\text{эк}}$ , т/ч (т·км/ч), вычисляют по формуле:

$$W_{\mathfrak{E}\kappa} = W_0 \left( \frac{1}{K_{\text{cm}}} + \frac{1}{K_{\Gamma}} - 1 \right)^{-1},$$

где  $K_g$  – коэффициент готовности;

$K_{\text{см}}$  – коэффициент использования сменного времени за период контрольных смен

Удельный расход топлива за сменное время вычисляют по формулам:

- на единицу перевезенного груза в тоннах,

$$q_{\text{tG}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{\text{tG}_i}$$

- на единицу объема работ в тонно-километрах,  $q_{tl}$ , кг/т·км

$$q_{\text{tl}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{\text{tl}_i}$$

Коэффициент технологического обслуживания за  $i$ -ю контрольную смену  $K_{23_i}$  вычисляют по формуле:

$$K_{23_i} = \frac{T_{\text{н1}_i}}{T_{\text{н1}_i} + T_{\text{н23}_i} + T_{\text{н33}_i}},$$

где  $T_{\text{н1}_i}$  – основное время, приведенное к нормативной продолжительности смены за  $i$ -ю контрольную смену, ч;

$T_{\text{н23}_i}$  – время на погрузочно-разгрузочные работы (погрузку, погрузку на ходу, переезды при погрузке, разгрузке, маневрирование), приведенное к нормативной продолжительности смены за  $i$ -ю контрольную смену, ч;

$T_{\text{н33}_i}$  – время на проведения наладки и регулирования, приведенное к нормативной продолжительности смены за  $i$ -ю контрольную смену, ч.

Коэффициент надежности технологического процесса за  $i$ -ю контрольную смену  $K_{41_i}$  вычисляют по формуле:

$$K_{41_i} = \frac{T_{\text{н1}_i}}{T_{\text{н1}_i} + T_{\text{н41}_i}},$$

где  $T_{\text{н41}_i}$  – время устранения технологического процесса, приведенное к нормативной продолжительности смены за  $i$ -ю контрольную смену, ч.

Коэффициент использования технологического времени за  $i$ -ю контрольную смену  $K_{\text{тех}_i}$  вычисляют по формуле:

$$K_{\text{тех}_i} = \frac{T_{\text{н1}_i}}{T_{\text{н.тех}_i}},$$

где  $T_{\text{н.тех}_i}$  – технологическое время за  $i$ -ю контрольную смену, приведенное к нормативной продолжительности смены, ч.

Коэффициент использования сменного времени за  $i$ -ю контрольную смену  $K_{\text{см}_i}$  вычисляют по формуле:

$$K_{\text{см}_i} = \frac{T_{\text{н1}_i}}{T_{\text{н.см}}},$$

где  $T_{\text{н.см}}$  – продолжительность нормативной смены, ч.

Среднюю техническую скорость на каждом виде транспортной работы  $\bar{v}_{\text{т}}$ , км/ч, вычисляют по формуле:

$$\bar{v}_{\text{т}_i} = \sum_{i=1}^{n'} \frac{2 v_{\text{с.г}} v_{\text{б.г}}}{v_{\text{с.г}} + v_{\text{б.г}}},$$

где  $v_{\text{с.г}}$  – скорость транспортного средства с грузом, км/ч;

$v_{\text{б.г}}$  – скорость транспортного средства без груза, км/ч;

$n'$  – число измерений скорости с грузом и без груза (не менее трех измерений).

Коэффициент использования номинальной грузоподъемности  $K_{\text{ном}}$  на каждом виде работ вычисляют по формуле:

$$K_{\text{ном}} = \frac{G}{gn''},$$

где  $G$  – объем работы за период наблюдения, т (т·км);

$g$  – номинальная грузоподъемность, т;

$n''$  – число поездок с грузом.

В главном окне программы необходимо ввести исходные данные для проведения расчета и сохранить их, нажав кнопку «Сохранить изменения». Для получения расчетных показателей на экран монитора или на принтер можно вывести следующие табличные формы:

- Сводные ЭТП;
- Сводный баланс времени;
- Расчет ЭТП по виду работы;
- Баланс времени по виду работы.

Пример таблицы «Сводный баланс времени» представлен на рисунке 2.

**Баланс времени смены при нормативной продолжительности**

T-150К+ПС-12

Наименование элемента времени	Значение элемента времени по видам работ					
	1		2		3	
	ч	%	ч	%	ч	%
Основное время	2,86	35,75				
Время на переезд от одного обслуживаемого агрегата к другому, Т21	0,286	3,58				
Время на холостой переезд (без груза) от места разгрузки до места погрузки, Т22	2,145	26,81				
Время на погрузочно-разгрузочные работы (погрузка, погрузка на	0,858	10,72				
Время на взвешивание, оформление документов, взятие проб и др. Т24	0,858	10,72				
Время на проведение ежесменного технического обслуживания (ETO), заправку	0,4	5				
Время на перевод в рабочее или транспортное положение, Т321	0	0				
Время на проведение наладки и регулирования, Т33	0,143	1,79				
Время агрегатирования транспортного средства с энергосредством, Т34	0,025	0,31				
Время на устранение нарушения технологического процесса, Т41	0,172	2,15				
Время на отдых, Т5	0,25	3,12				
Итого: сменное время	8	100				

*Рисунок 2 – Таблица «Сводный баланс времени»*

В соответствии с разработанной программой «ЭТО Транспортные и погрузочные средства» были проведены расчёты по результатам наблюдательного листа агрегата Т-150К+ПС-12. Исходная

информация по результатам i- той контрольной смены приведена в таблицах 1-4.

Таблица 1 – Исходная информация по результатам  $i$ -ой контрольной смены (наблюдательного листа) по Т-150К+ПС-12

Наименование показателя	Условное обозначение	Значение показателя $i$ -ой контрольной смены, ч		
		1	2	3
Фактическое основное время $i$ -ой контрольной смены, ч:				
- время движения с грузом от места погрузки (окончания погрузки) до мест разгрузки	$T_{\delta 11_i}$	5		
- время на разбрасывание удобрений или др. по полю *	$T_{\delta 12_i}$			
<i>Время на переход от одного обслуживающего агрегата к другому</i>	$T_{21}$	0,5		
Время на холостой переход (без груза) от места разгрузки до места погрузки	$T_{22}$	3,75		
Время на погрузочно-разгрузочные работы (погрузка, погрузка на ходу, переходы при погрузке, разгрузка, маневрирование)	$T_{23}$	1,5		
Время на взвешивание, оформление документов, взятие проб и др.	$T_{24}$	1,5		
Фактическое время на проведение наладки и регулирования $i$ -й контрольной смены, ч;	$T_{\phi 33_i}$	0,25		
Фактическое время устранения нарушения технологического процесса $i$ -й контрольной смены;	$T_{\phi 41_i}$	0,3		
Номинальная грузоподъемность, т	$Q$	12		
Расстояние транспортирования груза, км	$l_{\text{общ}}$	6		
Масса перевезенного груза за $i$ -ю контрольную смену, т	$G_i$	93,4		
Расход топлива за время $i$ -ой контрольной смены, кг	$Q_i$	122,4		
Число рейсов		15		
Количество контрольных смен	$n$	1		
Количество обслуживающего персонала, чел.	$z$	1		

\*) Время движения с грузом от места погрузки (окончания погрузки) до мест разгрузки

Для погрузчиков периодического действия включает время, затрачиваемое на отделение и захват материала, возврат погрузчика в исходное по-

ложение перед новым отделением и захватом материала. Для погрузчиков непрерывного действия к основному времени относят непосредственное время погрузки.

Таблица 2 – Регламентированные внутрисменные элементы времени по Т-150К+ПС-12

Наименование показателя	Условное обозначение	Значение показателя
Время на ежесменное техническое обслуживание агрегата (машины и энергосредства), заправку топливом, ч;	$T_{31}$	0,4
Время перевода машины в рабочее и транспортное положение, ч;	$T_{32}$	-
Время агрегатирования сельскохозяйственной машины с энергосредством, ч;	$T_{34}$	0,25
Период (время) от агрегатирования до очередного агрегатирования, ч	$\Pi_{\text{агр}}$	10
Расстояние транспортирования груза, км	$l_{\text{общ}}$	6

Таблица 3 – Нормативно-справочная информация по Т-150К+ПС-12

Наименование показателя	Условное обозначение	Значение показателя
Продолжительность нормативной смены, ч	$T_{\text{н.см}}$	8
Нормативное время на отдых во время смены, ч	$T_{\text{н5}}$	0,25

Таблица 4 – Информация для заполнения результатов эксплуатационно-технологической оценки

Наименование показателя	Значение показателя по		
	НД	Данным испытаний по виду работ	
Период проведения оценки		Август 2009	
Место проведения		КубНИИТиМ	
Культура		Зеленая масса	
Технологическая операция		Транспортировка	
Состав агрегата		T-150К+ПС-12	

В результате проведённых расчётов получены следующие эксплуатационно-технологические показатели, приведенные в таблицах 5-6.

Таблица 5 – Эксплуатационно-технологические показатели по Т-150К+ПС-12

Наименование показателя	Значение показателя по			
	НД	данным испытаний по виду работ		
		1	2	3
Период проведения оценки		август 2009		
Место проведения		КубНИИТиМ		
Состав агрегата		T-150К+ПС-12		
Вид работы		Транспортировка		
Вид и состояние груза				
Производительность за 1 ч времени, т/ч, (т·км/ч):				
- основного		18,68 (112,08)		
- технологического		7,304 (43,823)		
- сменного		6,669 (40,013)		
- эксплуатационного		0,043 (0,007)		
Удельный расход топлива, за сменное время, кг/т (кг/т·км)				
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:				
- технологического обслуживания		0,741		
- надежности технологического процесса		0,943		
- использования технологического времени		0,391		
- использования сменного времени		0,357		
Число обслуживающего персонала, чел.		1		

Таблица 6 – Баланс времени смены при нормативной продолжительности

Наименование элемента времени	Значение элемента времени					
	вид работы					
	1		2		3	
	ч	%	ч	%	ч	%
Основное время	2,86	35,75				
Время на переезд от одного обслуживаемого агрегата к другому	0,286	3,58				
Время на холостой переезд (без 37РУза) от места разгрузки до места погрузки	2,145	26,8				
Время на погрузочно-разгрузочные работы (погрузка, погрузка на ходу, переезды при погрузке, разгрузке, маневрирование)	0,858	10,72				

Время на взвешивание, оформление документов, взятие проб и др.	0,858	10,72				
Время на проведение ежесменного технического обслуживания (ETO), заправку топливом	0,4	5				
Время на перевод в рабочее или транспортное положение	0	0				
Время на проведение наладки и регулирования	0,143	1,79				
Время агрегатирования транспортного средства с энергосредством	0,025	00,31				
Время на устранение нарушения технологического процесса	0,172	2,15				
Время на отдых	0,25	3,12				
Итого: сменное время	8 (7,997)	100 (99,94)		100		100

Для проверки достоверности полученных результатов был составлен контрольный пример, учитывающий все возможные варианты исходных данных и просчитанный вручную с использованием формул из ГОСТ 24059.

#### Выводы.

Проверка показала, что программа «ETO Транспортные и погрузочные средства» обеспечивает достоверность и качество выполняемых вычислений, позволяет сократить использование ручного труда и избавиться от ошибок при обработке результатов испытаний.

Программа «ETO Транспортные и погрузочные средства», может быть применима при исследованиях и испытаниях сельскохозяйственной техники и технологий в МИС Минсельхоза России, аграрных ВУЗах, НИИ.

#### Список использованной литературы.

- Проведение исследований и разработка нормативно-методических документов для испытаний современных агротехнологий и высокотехнологичных машин (во исполнение программы национальной стандартизации на 2017 г., утвержденной Приказом Росстандарта от 27.10.2019 №1634): отчет о НИР /Новокубанский филиал Росинформагротех (КубНИИТиМ); рук. В.Е. Таркивский, исполн. И.Г. Попелова, И.А. Шебеда [и др.]. – Новокубанск, 2017. – 4 с.
- Программное обеспечение к стандартам на методы испытаний: науч. докл. / ФГБНУ «Росинформагротех»; исполн. И.А. Шебеда, И.Г. Попелова. пос. Правдинский, 2018. С. 187.
- ГОСТ 24059 «Техника сельскохозяйственная. Транспортные и погрузочные средства. Методы эксплуатационно-технологической оценки» [Текст]. – Введ. 01.06.2019. – М.: Стандартинформ, 2019, IV, 28 с.

## ВЫБОР УСЛОВИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ИНФИЦИРОВАННОЙ СОСУДИСТЫМ БАКТЕРИОЗОМ

Путилина Людмила Николаевна  
кандидат с/х наук, ВНИИСС, г. Воронеж

Кульнева Надежда Григорьевна  
доктор техн. наук, профессор ВГУИТ, г. Воронеж  
[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.38-41](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.38-41)

#### АННОТАЦИЯ

Целью исследований являлось определение условий химической обработки сахарной свеклы, пораженной сосудистым бактериозом, перед закладкой на хранение. Для подавления фитопатогенной микрофлоры в процессе хранения такого свекловичного сырья предлагается применять в качестве бактерицидного препарата бензойную кислоту. С использованием математических методов планирования эксперимента установлено, что обработка корнеплодов со слабо выраженным симптомами сосудистого бактериоза раствором бензойной кислоты концентрацией 0,1 % при расходе рабочего раствора 1,6 % к массе свеклы обеспечивает более высокую степень сохранности технологического качества сырья.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, сосудистый бактериоз, бактерицидная обработка, хранение, технологическое качество.

#### ABSTRACT

Aim of the studies was to determine conditions of chemical treatment for sugar beet affected by vascular bacteriosis before storage. To suppress phytopathogenic microflora during the process of such beet row material storage, benzoic acid is suggested to use as a bactericide. Using mathematical methods of the experiment planning, it was revealed that treatment of beet roots slightly expressing vascular bacteriosis symptoms with benzoic acid solution (0.1 % concentration, consumption being 1.6 % of beet mass) provided more high degree of raw material quality safety.

**Key words:** sugar beet, vascular bacteriosis, bactericide treatment, storage, technological quality.

Снижение технологического качества корнеплодов сахарной свеклы во многом обусловлено болезнями, развивающимися в процессе вегетации (фузариозом, сосудистым бактериозом, склероцизом, некрозом сосудистых пучков и т.д.). Причинами массового развития указанных болезней корневой системы являются снижение плодородия и возрастание инфекционного фона почвы из-за нарушения агротехники возделывания, преобладание восприимчивых к местным патогенам зарубежных гибридов в сортаменте сахарной свеклы в сочетании с неблагоприятными погодными условиями [1].

В последние годы широкое распространение получил сосудистый бактериоз (бактериальное увядание), возбудителем которого является комплекс бактерий, развивающихся в сосудисто-проводящей системе корнеплодов. Особенностью этой болезни является скрытый характер её развития при благоприятных погодных условиях, когда нет видимых признаков поражения, кроме увядания листьев и потери тurgора корнеплода без его загнивания. Свекловичное сырьё со слабо выраженным симптомами сосудистого бактериоза попадает на переработку как здоровое, что может являться одной из главных причин снижения выхода сахара на заводе [5]. В процессе хранения такие корнеплоды интенсивно поражаются аэробной микрофлорой и загнивают. Решением данной проблемы является обработка сахарной свеклы перед закладкой на хранение химическими препаратами.

Для подавления фитопатогенной микрофлоры в процессе хранения известны препараты консервирующего, антисептического и ростингирующего действия (известковая суспензия, пиракатехин, Фалтан, Текто, Фитоспорин-М и другие) [2]. Экспериментально подтверждена эффективность бензойной кислоты, используемой для обработки свекловичной стружки перед экстрагированием в качестве препарата, проявляющего угнетающее действие на дрожжи, бактерии и плесневые грибы, подавляющего в клетках активность ферментов, отвечающих за окислительно-восстановительные реакции, а также ферментов, расщепляющих сахара [4]. В связи с этим, целью исследований являлось изучение влияния бензойной кислоты на сохранность инфицированных сосудистым бактериозом корнеплодов сахарной свеклы и определение рациональных параметров их обработки данным бактерицидным препаратом перед закладкой на хранение, обеспечивающих минимальное изменение качества сырья.

Исследования проводились в лаборатории хранения и переработки сырья ФГБНУ «ВНИИСС им.

А.Л. Мазлумова» и на кафедре технологии бродильных и сахаристых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ» с использованием общепринятых методов оценки свёклы [3].

Объектом исследования являлись корнеплоды сахарной свеклы со слабо выраженными симптомами сосудистого бактериоза. Степень развития болезни у таких корнеплодов соответствовала 1-3 баллам согласно пятибалльной шкале пораженности сахарной свеклы [5]:

1 балл – хвостовая часть корнеплода изгибается без обламывания;

2 балл – нижняя часть корнеплода (15 %) имеет ослабленный тургор, на разрезе изменений сосудистых пучков не обнаруживается;

3 балла – нижняя часть корнеплода (30 %) имеет ослабленный тургор, на разрезе видны изменения цвета сосудистых пучков, может наблюдаться незначительное загнивание хвостовой части.

Корнеплоды перед закладкой на хранение обрабатывали раствором бензойной кислоты разной концентрации (0,03; 0,05; 0,10; 0,15; 0,17 %) и с разным расходом исследуемого раствора (1,6; 2,0; 3,0; 4,0; 4,4 % к массе свеклы) в соответствии с матрицей планирования эксперимента. Контролем служил вариант без обработки. Критериями оценки влияния исследуемых факторов на эффективность бактерицидной обработки свеклы перед закладкой на хранение были выбраны следующие технологические показатели:  $Y_1$  – содержание белковых соединений в свёкле, мг/см<sup>3</sup>;  $Y_2$  – содержание редуцирующих веществ в свёкле, мг/см<sup>3</sup>;  $Y_3$  – чистота диффузионного сока, %;  $Y_4$  – чистота очищенного сока, %.

После бактерицидной обработки корнеплоды хранили 30 дней в корнехранилище ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» при температуре 2-4 °C и относительной влажности воздуха 85-90 %. По истечении срока хранения определяли качественные показатели свеклы.

Визуальное наблюдение за изменением состояния сахарной свёклы показало, что наиболее интенсивно развитие микрофлоры происходило у корнеплодов, не прошедших бактерицидную обработку, что отрицательно отразилось на качестве сырья.

В результате статистической обработки экспериментальных матричных данных при помощи программного комплекса SGWIN были получены уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние исследуемых факторов  $X_1$  и  $X_2$  на эффективность бактерицидной обработки свеклы перед хранением:

$$Y_1 = 4,595 \cdot 10^{-1} + 5,088 \cdot 10^{-3} X_1 - 5,203 \cdot 10^{-2} X_2 - 0,012 X_1 X_2 - 1,374 \cdot 10^{-2} X_1^2 - 6,247 \cdot 10^{-3} X_2^2$$

$$Y_2 = 4,201 \cdot 10^{-2} - 9,228 \cdot 10^{-4} X_1 + 1,166 \cdot 10^{-2} X_2 + 0,003 X_1 X_2 + 4,437 \cdot 10^{-3} X_1^2 + 3,937 \cdot 10^{-3} X_2^2$$

$$Y_3 = 82,549 + 1,712 \cdot 10^{-1} X_1 - 2,345 X_2 - 0,751 X_1 X_2 - 6,625 \cdot 10^{-1} X_1^2 - 4,624 \cdot 10^{-1} X_2^2$$

$$Y_4 = 87,499 + 3,889 \cdot 10^{-1} X_1 - 1,307 X_2 - 0,451 X_1 X_2 - 8,749 \cdot 10^{-2} X_1^2 - 1,875 \cdot 10^{-1} X_2^2$$

Для оценки степени влияния входных параметров  $X_i$  на выходные  $Y_i$  приведена графическая интерпретация уравнений регрессии, позволяющая определить рациональные параметры бактерицидной обработки корнеплодов раствором бензойной кислоты (рисунки 1-2).

Экспериментально установлено снижение содержания белковых соединений в свекле при увеличении расхода бактерицидного препарата, что, возможно, обусловлено их разложением в результате повышенной активности протеолитических ферментов микробного происхождения, содержащихся в корнеплодах. При расходе раствора 1,6 и 2,0 % к массе наибольшее значение данного параметра отмечено при концентрации бензойной кислоты 0,15 % (соответственно, 0,54 и 0,52 мг/см<sup>3</sup>);

при расходе 3,0-4,4 % к массе свеклы максимум количества белковых соединений (0,37-0,46 мг/см<sup>3</sup>) наблюдался при концентрации бактерицидного реагента 0,1 % (рисунок 1а).

При концентрации раствора бензойной кислоты 0,15 % и расходе раствора бактерицидного препарата 1,6 и 2,0 % к массе свеклы, наоборот, отмечено наименьшее количество редуцирующих веществ в свекле 0,030-0,032 мг/см<sup>3</sup>, тогда как при расходе 3,0-4,4 % к массе свеклы наблюдалось повышенное количество данного показателя 0,044-0,075 мг/см<sup>3</sup>. Увеличение содержания редуцирующих веществ в сахарной свекле свидетельствует о процессе распада сахарозы в связи с наличием бактериального инфицирования (рисунок 1 б).

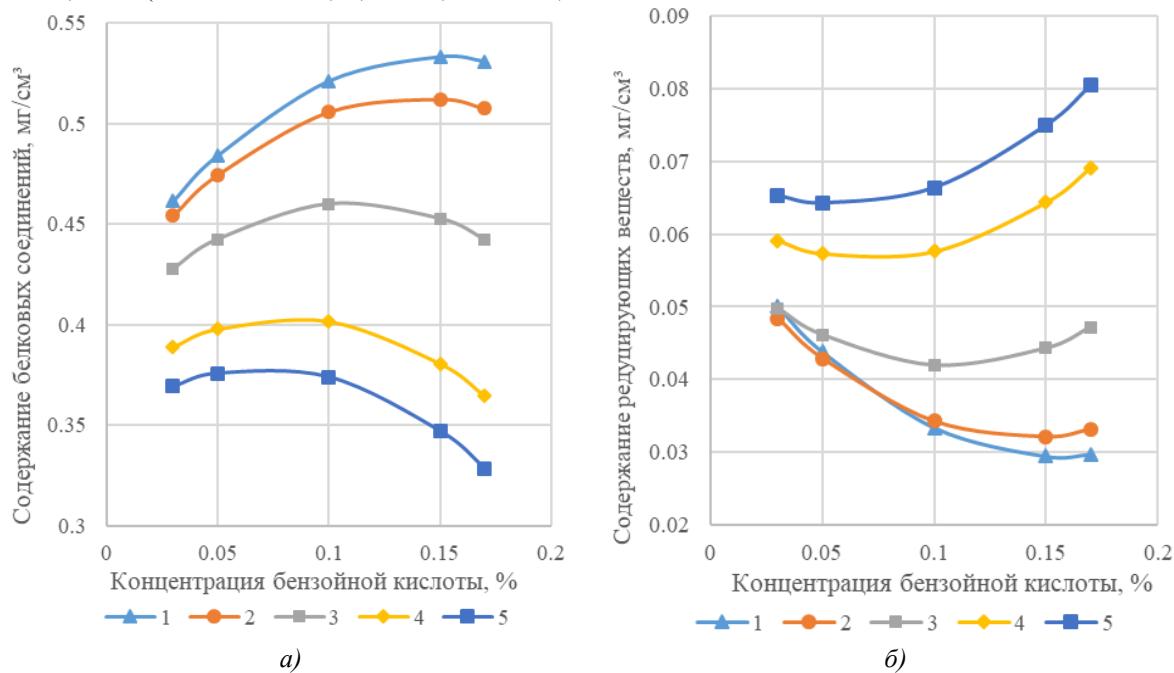


Рисунок 1. Зависимость содержания в свекле белковых соединений (а) и редуцирующих веществ (б) от концентрации раствора бензойной кислоты при расходе раствора бензойной кислоты, % к массе свеклы:  
1 – 1,6; 2 – 2,0; 3 – 3,0; 4 – 4,0; 5 – 4,4

По истечении срока хранения из свеклы получали и анализировали диффузионный и очищенный соки. Диффузию проводили в течение 60 мин при температуре 70-72 °C при перемешивании с последующим разделением обессахаренной стружки и диффузионного сока. Далее диффузионный сок подвергали физико-химической очистке. В полученном диффузионном и очищенном соках определяли чистоту.

Наилучшие показатели чистоты диффузионного и очищенного сока наблюдались при расходе раствора бензойной кислоты 1,6 % к массе свёклы. При концентрации бензойной кислоты в растворе до 0,1 % чистота соков повышалась (до 84,9 и 89,4 % соответственно), а с увеличением значения данного параметра анализируемые показатели, наоборот, уменьшалась во все вариантах опыта (рисунок 2).

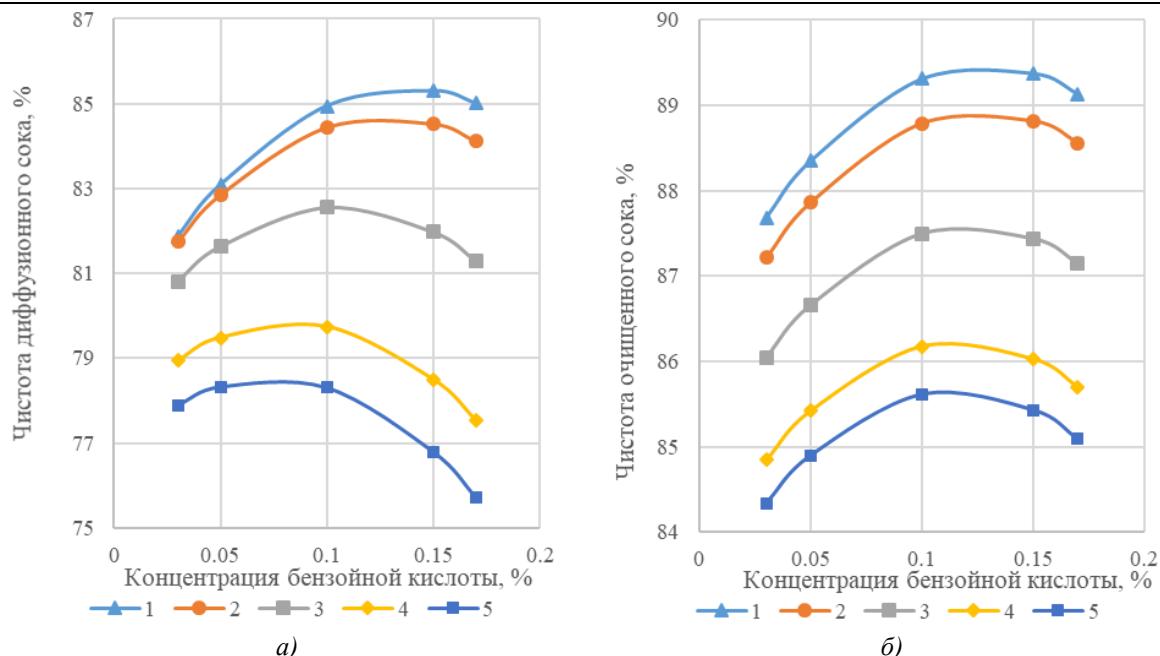


Рисунок 2. Чистота диффузионного (а) и очищенного (б) сока при различной концентрации раствора бензойной кислоты и его расходе:  
1 – 1,6; 2 – 2,0; 3 – 3,0; 4 – 4,0; 5 – 4,4 % к массе свеклы

Анализируя полученные результаты, можно сделать заключение о целесообразности проведения обработки бензойной кислотой корнеплодов сахарной свеклы, в слабой степени инфицированных сосудистым бактериозом, при следующих оптимальных параметрах: концентрация бензойной кислоты – 0,1 %, расход рабочего раствора препарата – 1,6 % к массе свеклы. Это соответствует максимальному содержанию после хранения белковых соединений в свёкле – 0,54 мг/см<sup>3</sup>, что на 74,2 % выше контрольного варианта без обработки (0,31 мг/см<sup>3</sup>); наименьшему количеству редуцирующих веществ – 0,034 мг/см<sup>3</sup>, что на 63,0 % выше контроля (0,092 мг/см<sup>3</sup>). Отмечаются наибольшие значения чистоты диффузионного сока – 84,9 % и очищенного сока – 89,1 %, что соответственно на 9,3 % абс. и 6,5 % абс. выше варианта без обработки (75,6 и 82,6 % соответственно).

Таким образом, обработка бензойной кислотой (концентрация 0,1 %, расход раствора 1,6 % к массе свеклы) сахарной свеклы, со слабо выраженным симптомами сосудистого бактериоза, перед закладкой на хранение позволит снизить разложение белковых веществ, образование редуцирующих веществ, что обеспечит повышение качественных показателей диффузионного и очищенного соков, в сравнении с корнеплодами, заложенными на хранение без обработки.

#### Список литературы:

1. Апасов И.В., Путилина Л.Н., Селиванова Г.А. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы, пораженных сосудистым бактериозом. Сахар. – 2014. – № 9. – С. 35-38.
2. Кульниева Н.Г., Селезнева И.Г., Свешников И.Ю., Казакевич С.Ю. Контроль показателей сахарной свёклы различного качества при хранении. Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 4. – С. 32-34.
3. Лосева В.А., Ефремов А.А., Квитко И.В. Методы исследования свойств сырья и готовой продукции (теория и практика). Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2008. – 247 с.
4. Пат. 2640845 РФ, С1 МПК C13B 10/00. Способ получения диффузионного сока / Путилина Л.Н., Селезнева И.Г., Свешников И.Ю., Кульниева Н.Г. – № 2016143518; Заявлено 07.11.2016; Опубл. 12.01.2018. – Бюл. № 2.
5. Путилина Л.Н., Кульниева Н.Г., Селиванова Г.А., Землянухина О.А. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 3. – С. 239-2473.

## ОЦЕНКА ЗАЩИТЫ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Тимофеев Вячеслав Николаевич,

к.с.-х.н., главный научный сотрудник

Выюшина Ольга Анатольевна,

научный сотрудник

НИИСХ СЗ – филиал Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.42-45](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.42-45)

**АННОТАЦИЯ:** В условиях региона проведены исследования по защите сортов ячменя от вредителей и оценка технологий защиты по хозяйственной и биологической оценке. В результате исследований определена некоторая устойчивость сортов ячменя Абалак, Ача к поражению листогрызущими и внутристеблевыми вредителями. Выделены сорта которые активно реагировали на уровень применяемой защиты прибавкой урожайности и те у которых заложена более высокая природно генетически заложенная продуктивность.

**ABSTRACT:** in the conditions of the region researches on protection of barley varieties from pests and assessment of protection technologies on economic and biological assessment were carried out. As a result of researches some stability of varieties of barley Abalak, Acha to defeat by leaf-eating and intra-stem pests is defined. The varieties that actively reacted to the level of applied protection by increasing the yield and those that have a higher naturally genetically inherent productivity are identified.

**Ключевые слова:** Вредители растений, ячмень, урожайность, инсектициды.

**Key words:** plant Pests, barley, yield, insecticides.

В России ежегодно засевают ячменем более 10 млн. гектаров пашни или второе место после пшеницы (22,2%) [4, с.80].

Одним из главных вопросов современного сельскохозяйственного производства является стабилизация производства зерна вне зависимости от погодных условий, что определяется путем создания пластичных, скороспелых сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам [8, с.126].

При посеве лучших районированных сортов урожайность зерна повышается на 15-20 % по сравнению с нерайонированными или старыми [3].

В повышении эффективности производства высококачественного зерна ячменя как фуражного, так и пивоваренного назначения большую роль играет оптимизация фитосанитарного состояния посевов. Современные сорта этой культуры, районированные в Сибири, как правило, частично устойчивы и толерантны к отдельным видам вредных организмов [1, с.30].

Эту культуру в руководствах по защите растений отдельно не выделяют, а включается она в общую систему защиты зерновых колосовых на том основании, что многие виды вредителей являются общими для пшеницы и ячменя [2].

Урожай высококачественных семян ярового ячменя в значительной мере определяются уровнем организации и проведением комплекса мероприятий по защите посевов от вредителей [7, с. 41., 6. с.152].

Разработка дифференцированной сортовой агротехники для районированных в Западной Сибири сортов ячменя в настоящее время затрудняется тем, что мало изучены их фитосанитарные и посевные особенности, значимые для оптимизации технологии посева. Эти технологии должны быть ориентированы на повышение качества семян и обеспечение условий реализации их биологического потенциала с обязательным учетом сортовых особенностей.

Цель наших исследований: Провести сравнительную оценку сортов ярового ячменя по устойчивости к вредителям и эффективности методов защиты в условиях Тюменской области.

В задачи исследований входило

1. Определить устойчивые сорта к вредителям.
2. Выделить наиболее оптимальный прием защиты сортов ячменя от вредных организмов по биологической и хозяйственной эффективности.

В условиях Северного Зауралья ячмень повреждается многочисленными вредителями, наиболее опасными являются проволочники (личинки жуков-щелкунов), шведская муха, хлебная полосатая и стеблевая блошки.

Основные вредители в Тюменской области повреждающие растения ячменя: Обыкновенная пьявица (*Oulema melanopus*), Хлебная полосатая блошка (*Phyllotreta vittula* Redt.), Стеблевая блошка (*Chaetocnema aridula*), ячменная злаковая тля (*Brachycolus noxius*), пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), ячменная шведская муха (*Oscinella pusilla*), Гессенская муха (*Mayetiola destructor*), Зеленоглазка (*Chlorops pumilionis*) [5].

В полевом опыте изучались сорта зернового направления Ача, Зенит, Зауральский 1, Абалак с включением защитных мероприятий предполагающих обработку семян системным инсектицидным протравителем, обработку инсектицидом на основе имидоклоприда в фазу кущения совместно с гербицидом и вариант без обработки от вредителей.

Все учеты и наблюдения проводятся согласно методике Государственного сортиспытания:

- фенологические наблюдения
- анализ растительных проб на наличие внутристеблевых вредителей;
- учет урожайности проводится методом сплошного обмолота с приведением урожая к 100 % чистоте и 14 % влажности;
- анализ элементов структуры урожайности проводится по сноповому образцу;
- обработка полученных данных проводится

дисперсионным методом по Б.А. Доспехову (1985 г.).

Исследования проводились на опытном поле НИИСХ СЗ – филиал ТюмНЦ СО РАН на темно-серых лесных почвах, предшественник – яровая пшеница, агротехника возделывания – общепринятая.

По данным мониторинга ФГБУ Россельхозцентр заселенность вредителями ячменя в большей степени внутристеблевыми вредителями - злаковые мухи – 87%, хлебная полосатая блошка – 93% и листоеды пьявица обыкновенная – 69%.

В 2014 г. при наблюдении за энтомофауной сортов ячменя получены данные влияния сорта и технологического приема на динамику численности вредителей.

Хлебная полосатая блошка (*Phyllotreta vittula* Redt.). Заселенность вредителем сортов ячменя 21,3-25,8 шт./м<sup>2</sup> значительных достоверных колебаний между сортами не наблюдалось, разница между сортами составляла 1,1-4,5 экземпляра. Наибольшая заселенность сортов ячменя была у сорта Зенит, Зауральский 1 соответственно 24,4-25,8 шт./м<sup>2</sup> или (+ 3,1-4,4 шт./м<sup>2</sup>) заселенность данных сортов вредителем в большей степени зависит от их морфологических особенностей и развитием в первые фазы онтогенеза. Сниженное количество хлебной полосатой блошки в 2014 году менее экономического порога вредоносности (ЭПВ) который равен 30-40 жуков/м<sup>2</sup> в большей степени оказывается влияние неблагоприятных условий погоды для развития вредителя. По данным ученых наибольшее влияние на заселенность культуры хлебной полосатой блошкой способствуют условия года 0,76% и взаимодействие факторов год и культура составляет 99%.

Применение приемов ограничивающих заселение культуры вредными организмами снижало количество до экономически неощутимого уровня.

Таблица 1.  
Заселенность сортов ячменя хлебной блошкой

Вариант	Сорт	Экз./м <sup>2</sup>	Б.эф.%	Экз./м <sup>2</sup>	Б.эф.%	Экз./м <sup>2</sup>	Б.эф.%
		2014		2015		среднее	
Контроль	Ача (st)	21,3	-	37,7	-	29,5	-
	Зенит	24,4	+14,5	42,4	+12,46	33,4	+13,2
	Зауральский 1	25,8	+21,12	44,3	+17,5	35,05	+18,8
	Абалак	22,4	+5,1	36,0	-4,5	29,2	-1,02
Инсектицидный протравитель	Ача (st)	0,8	99,9	5,6	85,1	3,2	89,1
	Зенит	2,1	91,4	7,6	82,1	4,8	85,6
	Зауральский 1	2,6	89,9	7,2	83,7	4,9	86,0
	Абалак	0,9	95,9	5,1	85,8	3,0	89,7
Инсектицид по вегетации	Ача (st)	3,9	81,7	9,6	74,5	6,7	77,3
	Зенит	5,8	76,2	12,5	70,5	9,1	72,7
	Зауральский 1	6,7	74,04	13,0	70,6	9,8	72,0
	Абалак	4,6	79,47	8,9	75,3	6,7	77,1

ЭПВ 30-40 экз. / м<sup>2</sup>, Б.Эф.% - биологическая эффективность

Группа внутристеблевых вредителей на яровых зерновых в наших условиях представлена, в основном, яровой мухой (*Phorbia genitalis* Sch), шведскими мухами (*Oscinella frit* L, и *O.pussila* Meig),

Обработка семян инсектицидным протравителем снизило количество хлебной блошки до 0,8-2,6 шт./м<sup>2</sup> на 89,9-99,0%, высокая эффективность приема проявилась по сортам Ача, Абалак. Применение инсектицида в фазу кущения снизило количество вредителя до 3,9-6,7 шт./м<sup>2</sup> или на 74,0-81,7%. На фоне применения фунгицида количество вредителя было снижено но незначительно 18,9-21,8 экз., или на 7,0-20,7%.

В 2015 году заселенность сортов ячменя в связи с жарким и достаточным количеством влаги ионем количество хлебной блошки возросло. Количество вредителя превышало порог вредоносности в 7-14 экземпляров на метр. В условиях года также отмечается увеличение вредителя по сортам Зенит, Зауральский 1 соответственно 42,4-44,3 шт./м<sup>2</sup> (+4,7-6,6 экз.). Наименьшее заселение наблюдалось на сорте Абалак - 36,0 экз.

Применение инсектицидного протравителя снизило количество вредителя на 82,1-85,8%, где количество вредителя составляло 5,1-7,6 шт./м<sup>2</sup> большая эффективность приемов на сортах Ача, Абалак, где проявляется еще и биологическая устойчивость самого сорта к вредному объекту. Применение инсектицида в период вегетации снизило количество хлебной блошки на 70,5-75,3% при учете вредителя в количестве 8,9-13,0 шт./м<sup>2</sup>.

В среднем за 2 года меньшее поражение хлебной полосатой блошкой наблюдалось на сортах Ача, Абалак (29,5-29,2 экз.м<sup>2</sup>), что ниже на 4-6 экз. чем на сортах Зенит, Зауральский 1. Наиболее высокая биологическая эффективность при применении инсектицидного протравителя – 85,6-89,7%, немного ниже при опрыскивании посевов в фазу кущения инсектицидом – 72,0-77,3%. Применение приемов защиты также более высокое действие оказывало по более устойчивым сортам Ача, Абалак (табл.1).

стеблевыми блошками (*Chaetocnema aridula* Redt и *Ch. Hortensis* L.).

В основном большее присутствие личинок вредителя наблюдалось на вариантах без применения

средств защиты культуры. По данным исследователей основным фактором влияния на численность вредителя являются условия года, обработка почвы и культура.

Таблица 2.

Поврежденность внутристеблевыми вредителями (2014-2015 гг.)

Вариант	% поражения			Биологическая эффективность, %
	главных стеблей	придаточных стеблей		
<b>Контроль (без обработки)</b>				
1 Ача (st)	2,5	13,75		-
2 Зенит	2,0	17,1		-24,3
3 Зауральский 1	4,0	24,83		-80,5
4 Абалак	1,5	12,20		+11,2
<b>(инсектицидный протравитель)</b>				
1 Ача (st)	0	2,37		+82,7
2 Зенит	0	1,86		+89,1
3 Зауральский 1	0	2,25		+90,9
4 Абалак	0	1,65		+86,5
<b>(инсектицид по вегетации)</b>				
1 Ача (st)	1,0	6,41		+53,4
2 Зенит	1,0	7,99		+53,3
3 Зауральский 1	2,0	8,88		+64,2
4 Абалак	0	5,19		+57,4

В большей степени сортообразцы ячменя были повреждены личинками шведской мухи 7-15 личинок / 100 растений, стеблевая блошка, яровая муха 2-4 личинок / 100 растений.

В условиях 2014 года количество поврежденных придаточных стеблей 20-36 стеблей / 100 растений, пораженность составляла 11,2-23,2%. Наибольшая поврежденность наблюдается на сорте Зауральский 1 - 23,2% превышение стандарта на 9,3%, минимальное на сортах Ача, Абалак – 13,9-11,2% соответственно при ЭПВ 5-10% поврежденных стеблей.

По вариантам применения химической защиты пониженное количество вредителя соответственно на фоне применения инсектицидного протравителя 1,6-2,3% при наименьшем количестве на сортах Зенит, Абалак – 1,6-1,7%, эффективность приема составила 84,0-90,5% при большей эффективности на более поражаемых сортах Зенит, Зауральский 1. Обработка по вегетации инсектицидом снизила поврежденность культуры до 5,22-10,5%, здесь меньшее поражение по сортам Ача, Абалак - 5,2-6,9% стеблей, а эффективность приема составила 46,4-54,8% и в большей мере на сортах Абалак, Зауральский 1 – 53,4-54,8%.

В условиях 2015 года степень поражения стеблей вредителями составила 13,2-26,4%, при количестве поврежденных стеблей 29-52 шт., сорта Ача, Абалак были поражены на одном более низком уровне 13,2-13,5%. Сорт Зауральский 1 имел поврежденность стеблей на 13% выше по сравнению с сортами Ача, Абалак.

При обследовании ячменя выделены наиболее поврежденные, и заселенные внутристеблевыми вредителями варианты со степенью поражения 1,6 – 24,8% (табл.2).

Применение инсектицидного протравителя снизило поврежденность растений на 81,5-91,6%, при степени поражения (1,71-2,51%), при меньшем поражении сорта Абалак – 1,71%, обработка инсектицидами снизила повреждаемость сортов ячменя на 56,7-72,5% при поражении 5,1-7,2%, где наименьшее повреждение имели сорта Ача, Абалак – 5,1-5,8%.

Биологическая эффективность приемов выше на более повреждаемом сорте Зауральский 1 - 40,5-91,6%.

В среднем за 2 года наблюдений поражение внутристеблевыми вредителями составило 12,2-24,8% придаточных стеблей, 1,5-4,0% главных стеблей. Наиболее поражаемый сорт Зауральский 1 – 24,8%, менее повреждаемые сорта Абалак – 12,2%, Ача – 13,75%.

Применение инсектицидного протравителя снизило повреждаемость на 82,7-90,9%, инсектицида в период вегетации – 53,3-64,2%. Высокая эффективность приемов отмечается на более повреждаемом сорте Зауральский 1 – 36,3-90,9%.

Формирование высокой урожайности возделываемых сортов обеспечивается за счет сочетания структурных элементов применительно к конкретным условиям возделывания.

Урожайность варьировала по годам, так в 2014 году урожай составил на контроле 4,37-4,92 т/га, по применению средств защиты 5,22-5,36 т/га, а в 2015 году погодные условия способствовали повышению урожайности до 5,18-6,74 т/га на контроле и на фоне средств защиты растений 5,94-6,84 т/га (табл.3).

Таблица 3. Урожайность, т/га

Вариант	Сорт	т/га	+- к контролю	
			т/га	%
Контроль	Ача (St)	5,24	-	-
	Зенит	5,09	-0,15	-2,86
	Зауральский 1	4,78	-0,47	-
	Абалак	5,33	0,09	1,72
Инсектицидный проправитель	Ача (St)	<b>6,00</b>	0,76	14,41
	Зенит	5,93	0,84	16,40
	Зауральский 1	5,60	<b>0,82</b>	<b>17,28</b>
	Абалак	<b>6,10</b>	0,77	14,45
Инсектицид по вегетации	Ача (St)	5,95	0,71	13,55
	Зенит	5,87	0,78	15,32
	Зауральский 1	5,65	<b>0,88</b>	<b>18,32</b>
	Абалак	<b>6,06</b>	0,73	13,60
HCP <sub>05</sub>		0,29		

В среднем за годы исследований высокой урожайностью отличался сорт Абалак – 5,33 т/га (+0,09 т/га) к стандарту, и более низкая урожайность у сорта Зауральский 1 – 4,78 т/га. На фоне применения средств защиты растений высокая урожайность у сорта Ача (5,95-6,04 т/га) с прибавкой 0,7-0,8 т/га, сорта Абалак (6,06-6,1 т/га) с прибавкой 0,73-0,77 т/га. Урожайность сорта Зенит повышалась на фоне применения инсектицидов до 5,84-5,93 т/га с прибавкой 0,78-0,84 т/га. Наиболее высокая прибавка в (0,82-0,88 т/га) от применяемых приемов защиты у сорта Зауральский 1 при урожайности 5,6 т/га за счет снижения вредных объектов.

В итоге сниженное поражение хлебной полосатой блошкой (*Phyllotreta vittula* Redt) на 4-6 экз., наблюдалось на сортах Ача, Абалак. Биологическая эффективность применения инсектицидного проправителя – 85,6-89,7%, инсектицида – 72,0-77,3%. Внутристеблевыми вредителями в большей степени поражались сорт Зауральский 1 – 24,8%, и менее сорт Ача – 13,75%. Инсектицидный проправитель снизил повреждаемость на 82,7-90,9%, инсектицид в период вегетации – 53,3-64,2%. Высокая урожайность на сортах Абалак, Ача – 5,33 т/га, с увеличением на фоне защиты до 5,95-6,06 т/га с прибавкой 0,7-0,8 т/га.

1. Власенко Н.Г., Садохина Т.П. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя / Н.Г. Власенко, Т.П. Садохина // Земледелие. – 2010. - №6. – С. 30-31.

2. Вредители сельскохозяйственных культур. Том I. Вредители зерновых культур (справочное и учебно-методическое пособие). Под. Общ. Редакцией К.С. Артохина. М.: ООО «Печатный город», 2013. – 520 с.

3. Выдрин В.В. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2014 год / В.В. Выдрин, Т.К. Федорук. – Тюмень, 2014. – 94 с.

4. Лоскутов И.Г., Кобылянский В.Д., Ковалева О.Н. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи, ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции , 2007, т.164, с. 80-101.

5. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Тюменской области в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году / МСХ РФ, ФГБУ Россельхозцентр.- Тюмень: Тюменский издательский дом, 2014.- 111 с.

6. Садохина Т.П. Фитосанитарная оптимизация посевов ячменя в условиях лесостепи Западной Сибири / Т.П. Садохина, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких; РасХН. СО. СибНИИЗиХ; под общ. Ред. А.Н. Власенко. - Новосибирск, 2011. – 192 с.

7. Семенова А.Г., Орлов С.Ю. Причины проявления выносливости сортов ячменя при повреждении овсяной шведской мухой // Известия СПбГАУ, №20, 2010, с. 41-46.

8. Щенникова И.Н. Значение и перспективы селекции ярового ячменя в регионе / И.Н. Щенникова // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения. Материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья». – Тюмень, 2015. – С. 126-130.

# SYSTEM FOR MEASURING THE DEPTH OF STROKE OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES

*Trubitsin N.V.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
Cand. tech. Science, Sector Manager*

*Tarkivskiy V.E.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
Cand. tech. Science, head of laboratory*

*Trubitsin V.N.*

*For Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotech" - KubNIITiM  
designer*

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.46-49](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.46-49)

## СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ ХОДА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

*Трубицын Н.В.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
канд. техн. наук, зав. сектором*

*Таркивский В.Е.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
канд. техн. наук, зав. лабораторией*

*Трубицын В.Н.*

*Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» КубНИИТиМ  
конструктор*

### **ANNOTATION.**

The results of the analysis of existing methods and means of determining the depth of the course of the working bodies of the tillage machines are given. A description of the new system for measuring and fixing the depth of stroke of the working bodies of tillage machines is presented.

**АННОТАЦИЯ.** Приведены результаты анализа существующих методов и средств определения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин. Представлено описание новой системы для измерения и фиксации глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин.

**Ключевые слова:** глубина хода, почвообрабатывающие машины, измерительная система, метод.

**Key words:** stroke depth, tillage machines, measuring system, method.

### **Постановка проблемы**

В постановлении Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 №740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования»[1] одним из важных показателей является глубина хода рабочих органов почвообрабатывающих машин и агрегатов. Это не-преложное условие для подготовки почвы под посев, внесение удобрений, развития всходов, уничтожения сорняков и получения высоких урожаев. При меньшей глубине обработки почвы нарушаются условия для развития растений и соответственно снижается урожайность. При чрезмерном заглублении рабочих органов увеличивается расход топлива.

### **Цель исследований.**

Проведение исследований и разработка метода и технического средства для агротехнической оценки качества выполнения работ по обработке почвы для создания и внедрения конкурентоспособных почвообрабатывающих технологий, машин и орудий.

### **Материалы и методы исследования.**

Измерения глубины обработки почвы при испытании почвообрабатывающих машин и орудий осуществляются разными методами и техническими средствами [2-7]:

- ручной метод измерения глубины обработки путем погружения измерительных средств в почву;

- динамический метод измерения относительного положения движущегося по поверхности почвы устройства и основания почвообрабатывающего орудия.

При ручном методе измерения глубины обработки согласно действующим стандартам [3, 6] используются средства, включающие в себя линейку, щуп (глубиномер), бороздомер, рейку или рулетку. Измерения глубины обработки почвы проводят по следу каждого рабочего органа с интервалом не менее 0,5м по ходу движения почвообрабатывающей машины, орудия. Число измерений составляет не менее 25 по каждому рабочему органу в каждой повторности, это требует больших трудозатрат.

При динамическом методе измерения используются средства, состав конструкций которых включает в себя различные измерители величины заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающей машины. Ими служат всевозможные

электронные датчики и дальномеры: датчики реостатного типа, электромагнитные счетчики-указатели, датчики угла поворота (вращения или угла наклона), датчики с переменным резистором, индуктивные датчики перемещения и положения, оптические, импульсные датчики пройденного расстояния, герконовые датчики, лазеры, вращающиеся трансформаторы, ультразвуковые датчики, радиолокационные устройства для исследования поверхности почвы и специальные трансформаторы-частотомеры.[8]

### Результаты исследований.

После анализа существующих методов и средств измерения специалисты КубНИИТиМ разработали и изготовили опытный образец измерительной системы ИП-296. Новая измерительная система позволяет производить измерение заглубления в почву рабочих органов почвообрабатывающих орудий и, с помощью датчика пройденного пути, интервал перемещения между производимыми измерениями. Полученные данные обрабатываются с помощью микроконтроллера STM32F405RGT, который представляет собой микроконтроллер нового поколения, имеющий малое энергопотребление, большое быстродействие, большой объем памяти и широкий выбор встроенных интерфейсов. Использование микроконтроллера STM32F405 позволило создать принципиально новую структуру электронного регистратора.[9]

Система ИП-296 имеет несколько режимов работы:

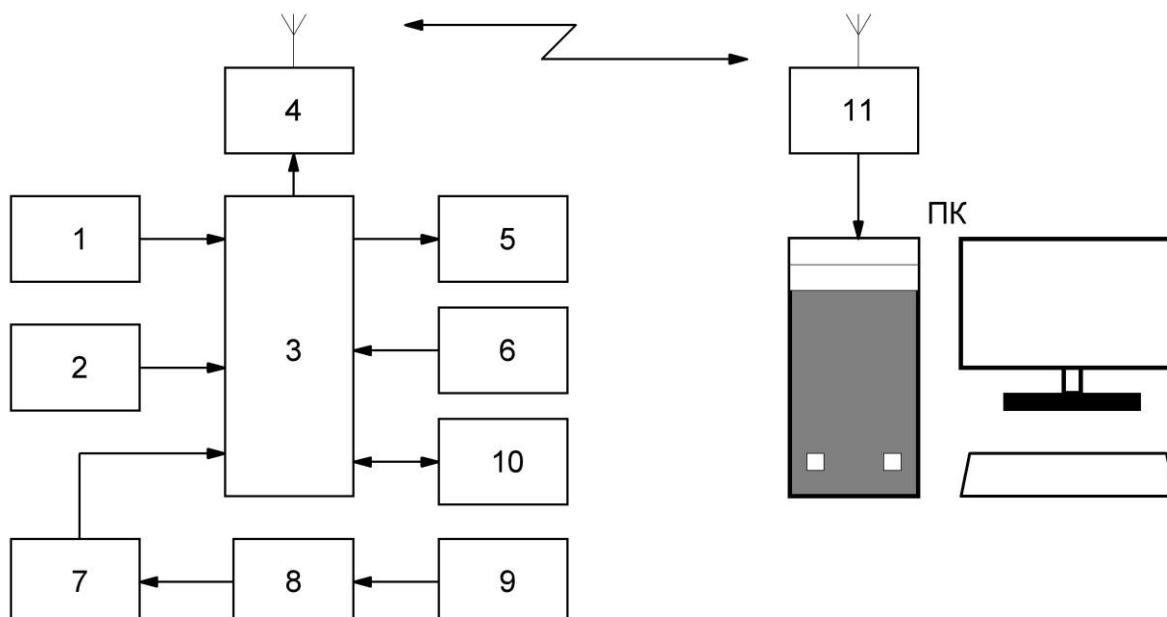
- автономный;
- с модулем индикации;
- расширенный.

При работе в автономном режиме после начала опыта контроллер начинает опрашивать датчик пройденного пути и через заданный интервал, данные полученные с датчика глубины хода рабочих органов, записываются в энергонезависимую память системы. По окончании опыта данные, записанные в энергонезависимую память, можно передать на ПК по каналу радиосвязи или через кабель USB для дальнейшей статистической обработки.

Режим работы совместно с модулем индикации, который размещается в кабине энергосредства, аналогичен автономному режиму. Главное отличие заключается в том, что полученные данные по радиоканалу передаются на модуль индикации и механизатор может в реальном времени контролировать глубину хода рабочих органов почвообрабатывающего орудия.

Расширенный режим работы позволяет одновременно с передачей данных на модуль индикации, передавать данные проводимого опыта на ноутбук инженера испытателя, снабженного радиомодулем ИП-295. Это позволяет повысить оперативность получения данных проводимых испытаний и сократить время на их обработку.

Структурная схема измерительного средства ИП-296 приведена на рис. 1.



1- датчик пройденного пути, 2-датчик глубины хода рабочих органов, 3-микроконтроллер STM32F405, 4-радиомодуль, 5-индикаторный модуль, 6-клавиатура, 7-Li-Ion аккумуляторная батарея 3,7В, 8-модуль контроля

заряда батареи, 9-модуль питания от бортовой сети 12÷24В,

10-микросхема энергонезависимой памяти 1Мбайт, 11-радиомодуль для ПК ИП-295.

Рисунок 1 – Структурная схема беспроводной системы ИП-296



*Рисунок 2 - Установка ИП-296 на раме культиватора КПС-4*

Лабораторные испытания проверки метода определения глубины погружения рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий с применением разработанной беспроводной системы передачи данных проводились на ровной площадке с использованием

различных неровностей в виде брусков имитирующих неровности почвы, высота которых измерялась штангенциркулем.

Испытания проводились при температуре окружающего воздуха + 24°C и относительной влажности 43 %.

Таблица 1 – Результаты измерений высоты препятствий, расположенных на линии передвижения разработанной измерительной системы ИП-296

№ п/п	Наименование показателя	Значение высоты препятствий измеренных системой ИП-296, мм		
		повторность		
		1	2	3
	Высота препятствий, мм			
1	9	9	9	9
2	13	13	13	14
3	11	11	11	11
4	15	15	16	15
5	21	21	21	20
6	17	17	17	16
7	10	10	10	10
8	8	8	8	8
9	14	14	13	14
10	18	18	18	18
11	16	16	16	16
12	12	12	12	12
13	10	10	10	10
14	12	12	12	12
15	20	21	20	20

### **Выводы.**

1. Разработанная измерительная система позволяет проводить измерения глубины хода рабочих органов с большой точностью и может сохранять данные произведенных измерений в энергонезависимой памяти.

2. Большая емкость энергонезависимой памяти (1Мбит) позволяет сохранять данные большого количества опытов. Это, при использовании в хозяй-

ственных условиях, дает возможность главному агроному контролировать качество производственного процесса.

3. Гибкие настройки системы с помощью встроенного программного обеспечения позволяют подстроится под разные режимы работы.

4. Способность системы получить большой массив данных проводимых измерений позволит провести анализ качества выполнения почвообра-

батывающих работ. Эти данные помогут в разработке новых методов и методик при проведении испытаний сельскохозяйственной техники.

#### **Список использованной литературы**

1 Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования: постановление Правительства от 01.08.2016 № 740 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2016. - № 32. – Ст. 5120

2. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 20915-75; введ. 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2013. – III, 23 с.

3. ГОСТ 33736-2016. Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – III, 35 с.

4. ГОСТ 33687-2015. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – IV, 41 с.

5. ГОСТ 33677-2015. Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы

испытаний [Текст]. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – IV, 42 с.

6. СТО АИСТ 4.4-2010. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для обработки почвы в садах, виноградниках, хмельниках и ягодниках. Методы оценки функциональных показателей [Текст]. – Взамен СТО АИСТ 4.4-2004; введ. 2011-09-15. – КубНИИТиМ, 2013. – III, 39 с.

7. СТО АИСТ 4.6-2010. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины почвообрабатывающие. Показатели назначения. Общие требования [Текст]. – Взамен СТО АИСТ 10 4.6-2003; введ. 2011-04-15. – КубНИИТиМ, 2010. – III, 19 с.

8. Трубицын Н.В., Таркивский В.Е., Подольская Е.Е., Критерии оценки эффективности сельскохозяйственных тракторов и нормативные документы на методы их получение // Техника и оборудование для села. 2018. №5. С. 10-13.

9. Использование современных микроконтроллеров для регистрации глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин : науч. докл. / ФГБНУ «Росинформагротех»; Трубицын В.Н., 2018. 5 с.

---

## **СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ФАЛЬСИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

---

**Фомичева Мария Алексеевна**

студентка III курса Санкт-Петербургского  
политехнического университета Петра Великого  
направления «Технология продукции и  
организация общественного питания», г. Санкт-Петербург

**Быченкова Валерия Владимировна**  
к.т.н., доц., СПбПУ Петра Великого, г. Санкт-Петербург

**АННОТАЦИЯ:** В данной статье рассматриваются способы контроля качества органических продуктов в Европейских странах, а также способы ее фальсификации.

**ABSTRACT:** This article discusses ways to control the quality of organic products in European countries and how to falsify it.

**Ключевые слова:** органические продукты, сельское хозяйство, ГМО, пестициды, гормоны роста, антибиотики.

**Keywords:** organic products, agriculture, GMOs, pesticides, growth hormones, antibiotics.

Согласно исследованиям, безопасность и здоровье людей стали двумя самыми распространеными атрибутами, которые влияют на решения потребителей о приобретении той или иной продукции. Поэтому сейчас в мире наблюдается высокий интерес к органическим продуктам. Пока в Европе рынок органической продукции процветает, в России данное понятие только вводится. Как следствие, производство органической продукции не регулируется на федеральном уровне, хотя закон «О производстве и обороте органической продукции (продукции органического производства)» войдет в силу с 1 января 2020 года. Несмотря на это, на прилавках все равно можно встретить надписи «organic» или «bio». Известно, что органическими являются продукты, при производстве которых был исключен ряд вредных обработок, который включает в себя: использование ГМО, пестицидов, анти-

биотиков и гормонов роста, а также обработку химическими удобрениями. В данной статье будет рассмотрен перечень критериев, по которым продукция считается органической, методы их определения в Европейских странах, а также фальсификация биопродуктов.

Основной проблемой в органическом сельском хозяйстве является ГМО. В Европе продукты не требуют специальной маркировки, если содержание ГМО больше 1%. В настоящее время в Европе используются два метода: иммуноферментный анализ, связанный с ферментом (ELISA), который идентифицирует белки и метод ПЦР (полимеразной цепной реакции). Так как белки разрушаются с увеличением срока хранения и при обработке продукта, первый метод можно использовать только на свежие плоды и овощи. Второй используемый метод ПЦР - идентифицирует последовательности ДНК, которые были вставлены в ГИО (генетически

измененный организм). В то время, как ELISA специализируется на нахождении белка для одного вида ГМО, один тест ПЦР может выделить много белков, которые будут интегрировать один и тот же промотор или терминатор в конструкции.

Полимеразная цепная реакция или ПЦР представляет собой метод амплификации гена *in vitro*. Это позволяет получить из сложного и скучного образца большие количества данного фрагмента ДНК определенной длины. Принцип состоит в том, чтобы выполнить последовательность реакций репликации двухцепочечной ДНК-матрицы. Каждая реакция использует два олигонуклеотидных праймера, которые затем определяют амплифицированную последовательность. Результат данного анализа позволяет обнаружить сорт генетически модифицированного растения, который был использован при производстве исследуемого продукта и, как следствие, понять, является ли продукт генномодифицированным. Метод ПЦР также был введен в России в 2000 году и был утвержден Минздравом РФ как основной метод определения ГМО в продуктах растительного происхождения. [1]

Пестициды широко применяются для предотвращения нежелательных вредителей от нападения на сельскохозяйственные культуры и домашний скот. Однако чрезмерное использование пестицидов в окружающей среде вызывают серьезные пагубные последствия для здоровья человека и всех других живых организмов. Основными методами выявления остатков пестицидов в продукте являются: капиллярная газовая хроматография (ГХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и иммунохимический анализ, включающий себя метод анализа множественного остатка. Так как в мире существует большое количество пестицидов, то метод множественных остатков, способен анализировать большее количество пестицидов за один прогон, и в европейских странах является наиболее распространенным и наиболее эффективным подходом. Таким образом, сейчас, для выявления пестицидов в продукте растительного происхождения, введены два аналитических метода множественных остатков, основанные на газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС) и жидкостной хроматографии в сочетании с tandemной масс-спектрометрией (ЖХ-МС). Масс-спектрометр генерирует несколько ионов из исследуемого образца, после - отделяет их в соответствии с их удельным отношением массы к заряду, а затем регистрирует количество каждого ионного типа. [2]

Помимо ГМО и пестицидов, которые используются при выращивании продуктов растительного происхождения, существуют антибиотики и гормоны роста, которые очень часто применяются в животноводстве. Данные ветеринарные препараты используются для борьбы с болезнями и стимулирования роста животных, что при производстве органической продукции недопустимо. При анализе продуктов животного происхождения на гормоны и антибиотики используется метод высокоэффектив-

ной жидкостной хроматографии. Образцы специально подготовленного продукта, вводят в колонку ВЭЖХ, при этом колонка заполнена крошечными частицами  $\text{SiO}_2$  и, например, растворителем является неполярный гексан. Полярные соединения в смеси, проходящей через колонку, будут «прилипать» к полярному диоксиду кремния дольше, чем неполярные. Поэтому неполярные соединения будут проходить через аппарат быстрее. [3]

Кроме вышеперечисленных факторов, к вредным технологиям, которые применяются в традиционном сельском хозяйстве относятся минеральные удобрения. Казалось бы, что плохого могут нести в себе удобрения, которые направлены на повышение в почве элементов питания для растения, и, как итог, повышение урожайности? Дело в токсичности входящих в состав элементов. Из всего разнообразия веществ, которые входят в их состав, наиболее опасными являются фтор, фосфор и азот. При внесении в почву данного вида удобрений в количестве, превышающем потребность растений, технология не только не приносит пользу, а даже наоборот – губит ее. Из-за этого можно наблюдать загрязнение почвы, грунтовых вод, водоемов и атмосферы, а при использовании азотных удобрений, в продуктах питания накапливаются нитраты и нитриты, что в дальнейшем негативно сказывается на здоровье населения, которое потребляет данный продукт. Именно поэтому минеральные удобрения запрещено использовать при производстве органически чистых продуктов. Однако недобросовестные производители все же это делают. Как определяют доброкачественность продукции и отсутствие в ней токсичных азотных соединений в странах, где органическое сельское хозяйство развито? Основным является фотометрический метод и для него используют реагент Грисса. Так называется раствор сульфаниловой кислоты и альфа-нафтотоламина в разбавленной уксусной кислоте. В присутствии азотистых соединений, данный реагент окрашивается в красный цвет, что пригодно для количественного колориметрического определения. Для этого из исследуемого объекта получают «водные вытяжки». Сначала пробу настаивают в воде, после чего раствор фильтруют до тех пор, пока вытяжка не станет прозрачной, далее пропускают через мембранный фильтр. Полученную вытяжку доводят до pH 7.0 и добавляют реагент Грисса. Чем интенсивнее окрас, тем больше нитритов находятся в продукте. С помощью спектрофотометра определяют количественную характеристику на длине волн 520 нм. [4,5]

В связи с высоким спросом на органическую продукцию в Европейских странах, США, а также России (где производство органической продукции не контролируется федеральными органами), недобросовестные производители без какой-либо сертификации могут продавать пищевые товары с маркировкой «био». В странах Европейского союза и США за подобные действия производителю взимается штраф в размере 11тыс. долларов за каждое нарушение. В России, в законе, вступающем в силу

с 2020 года «О производстве и обороте органической продукции (продукции органического производства)» какие-либо меры наказания подобных производителей полностью отсутствуют, хотя согласно кодексу об административных правонарушениях, юридические лица, продукция которых не соответствует ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» обязаны выплатить штраф, начиная от 100тыс.руб до 1 млн.рублей. Однако несмотря на штрафы, производители фальсифицированной продукции уже предъявляют поддельные сертификаты качества в соответствии с еще не вступившим в силу законом. [6]

Подводя итог, хочется отметить, что к выбору органической продукции нужно подходить более тщательно, например, читать отзывы потребителей или же выходить на интернет-сайты производителей и проверять наличие сертификатов (хотя, как упоминалось выше, даже наличие сертификатов и свидетельств не может гарантировать безопасность продукции). Но, несмотря на данный факт, шанс приобрести качественную органическую продукцию за рубежом намного выше, так как к производителям предъявляют жесткие требования, а выращенные продукты проходят тщательный отбор по результатам экспертизы.

**Список используемой литературы:**

1. Catherine Chauvin, Détection d'OGM dans un aliment, URL: <http://biotech.spip.ac-rouen.fr/spip.php?article146>
2. Susana Grimalt, Pieter Dehouck Review of analytical methods for the determination of pesticide residues in grapes, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967315018749>
3. Yasser Shahbazi, Determination of naturally occurring estrogenic hormones in cow's and river buffalo's meat by HPLC-FLD method, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949816300394>
4. Минеральные удобрения, URL: [http://www.medical-enc.ru/12/mineral\\_udobrenia.shtml](http://www.medical-enc.ru/12/mineral_udobrenia.shtml)
5. Реактив Грисса для определения нитритов и нитрит-ионов, URL: <https://pcgroup.ru/blog/reakтив-grissa-dlya-opredeleniya-nitritov-i-nitrit-ionov/>
6. Фомичева М.А., Быченкова В.В. / Органические продукты. «За» или «против»? / Актуальные вопросы в науке и практике: материалы международной научно-практической конференции, 2017. – 195с.
7. Эйзлер А. Европейское исследование: БАДы, витамины, ГМО, биопродукты. Как сделать правильный шаг к здоровому долголетию – Москва: Издательство «Э», 2016. – 432с.

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

### OPTIMIZATION OF QUERY IN RELATIONAL DATABASES

*Ирина Львовна Куценко,*

*кандидат физико-математических наук, доцент математического института имени С.М. Никольского (РУДН).*

*Irina Lvovna Kutsenko,  
candidate of physical and mathematical science, associate professor, Nikol'skii Mathematical Institute of  
Peoples' Friendship University of Russia (PFUR)*

*E-mail: i.kutsenko@mail.ru*

*Научная специальность: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации*

*Scientific specialty: 05.13.01 – System analysis, management and information processing*

*[DOI: /10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.52-58](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.52-58)*

В данной статье рассматриваются два метода оптимизации запросов реляционных баз данных: статистический и алгебраический. Приведены способы преобразования текущего запроса в заранее более эффективную форму с помощью эвристических правил, а также алгоритм, с помощью которого проверяется возможность вывода текущего запроса из буфера.

This article considers two methods for optimizing the query of relational databases: statistical and algebraic. Methods for converting the current query into a more efficient form using heuristic rules are presented, as well as an algorithm that verifies the possibility of outputting the current request from the buffer.

**Ключевые слова:** База данных, оптимизация запросов, эвристические правила, дерево запроса, операции реляционной алгебры, каноническое дерево запроса, запросы из буфера,

Существуют два основных подхода к оптимизации запросов – статистический и алгебраический. Статистический метод основан на применении различных эвристик, с помощью которых можно сузить пространство поиска и выбирать оптимальный план выполнения запроса. Алгебраический метод основан на применении к запросу операций реляционной алгебры и математической логики, благодаря чему на выходе получается эквивалентный канонический запрос.

#### 1. Эвристические методы оптимизации запросов.

Рассмотрим задачу минимизации количества операций, необходимых для обработки запроса при заданных размерах таблиц базы данных:

$$N_z(n, a_1, a_2, \dots, a_m) \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

где  $N_z$  — количество операций в дереве реляционной алгебры,  $a_1, a_2, \dots, a_m > 0$  — заданные параметры, характеризующие информационные стоимости операций.

Для решения задачи (1.1) можно использовать необходимые и достаточные условия экстремума функции нескольких переменных [1]. Однако, стоит отметить, что в данном случае целесообразнее применять эвристические методы, которые заключаются в использовании правил преобразования выражений, написанных на языке реляционной алгебры в некоторую эквивалентную форму, обработка которой будет более понятной и эффективной. К примеру, эффективнее произвести операции выборки данных, удовлетворяющих заданному условию (условиям) из отношений прежде, чем

проводить связи между отношениями. Данные правила будут использоваться для реструктуризации канонического дерева реляционной алгебры. Рассмотрим правила преобразования операций реляционной алгебры более подробно.

- a) Операция выборки с конъюнктивным предикатом можно преобразовать в последовательность операций выборки по членам конъюнкции (и обратно).
- b) Правило коммутативности операций выборки.
- c) В последовательности операций проекции необходима только последняя из операций.
- d) Правило коммутативности операций выборки и проекции.
- e) Правило коммутативности операции тета-соединения и прямого произведения.
- f) Правило коммутативности операций выборки и тета-соединения или прямого произведения.
- g) Правило коммутативности операций проекции и тета-соединения.
- h) Правило коммутативности операций объединения и пересечения (но не разности множеств).
- i) Правило коммутативности операции выборки и операций над множествами ( $\cap$ ,  $\cup$ ,  $\setminus$ ).
- j) Правило коммутативности операций проекции и объединения.
- k) Правило ассоциативности операции тета-соединения.
- l) Правило ассоциативности операций объединения и пересечения [2].

Пусть имеются три отношения R1 – Гости, R2 – Бронирование, R3 - Отели, которые соответственно содержат информацию о гостях, операциях бронирования и информацию об отелях. Сформулируем запрос, который подыскивает для гостя определенного отеля с рейтингом = "4" и с максимальной ценой 150000.

Руководствуясь вышеперечисленными правилами трансформации выражений реляционной алгебры, рассмотрим запрос:

```
SELECT Отели.Н_отеля, Отели.Город
FROM Гости, Бронирование, Отели
WHERE Гости.ХочетТипОтеля='Отель' AND
Гости.ИН_Гостя=Бронирование.ИН_Гостя AND
Бронирование.Н_Отеля=Отели.Н_Отеля AND
```

Гости.ХочетТипОтеля=Отели.ТипОтеля AND  
Отели.Рейтинг="4" AND Гости.МаксЦена=150000

Перепишем данный SQL-запрос в терминах реляционной алгебры, выражение примет вид:

$\Pi_{O.H\_отеля, O.Город} \sigma_{Г.ХочетТипОтеля='Отель' \wedge Г.ИН\_Гостя=Б.ИН\_Гостя \wedge Б.Н\_Отеля=O.H\_Отеля \wedge Г.МаксЦена \geq 100000 \wedge Г.ХочетТипОтеля=O.ТипОтеля \wedge O.Рейтинг="4" ((ГxB)xO)}$

где где в дальнейшем будем обозначать в качестве  $\Gamma$  отношение R1,  $B$  отношение R2,  $O$  – отношение R3.

Дерево выполнения данного запроса имеет вид:

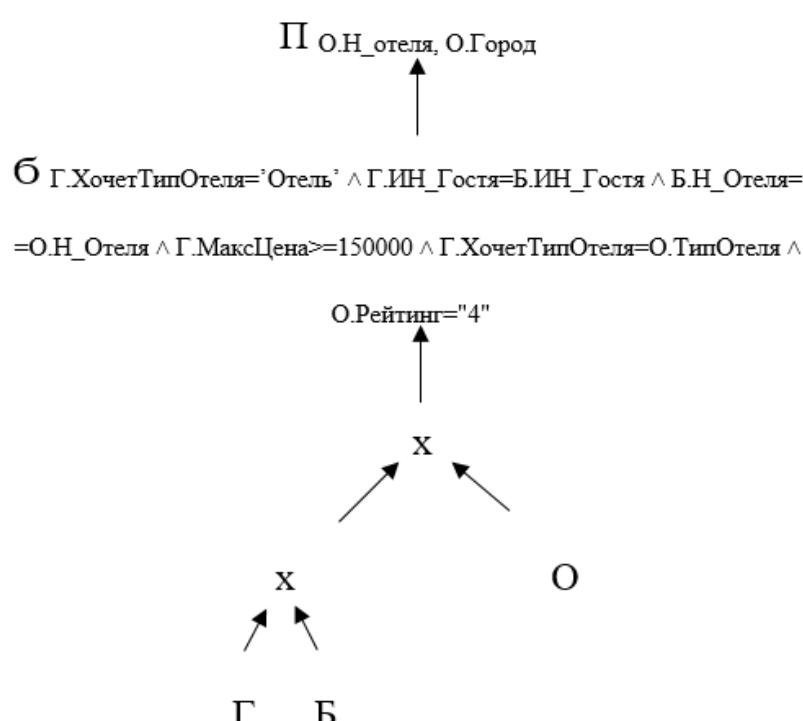


Рис. 1.1. Изначальное дерево реляционной алгебры.

Теперь, применяя правила преобразования выражений реляционной алгебры, покажем, как можно добиться повышения эффективности обработки запроса (его оптимизации).

Для начала воспользуемся правилом, а) - преобразовывающее операцию выборки по конъюнкции условий в последовательность операций вы-

борки по каждому отдельному условию, входящему в конъюнкцию. Далее применим б) и ф), т.е. изменим порядок последовательности операций выборки, а затем применим правило коммутативности к операциям выборки и декартова произведения.

Дерево примет вид:

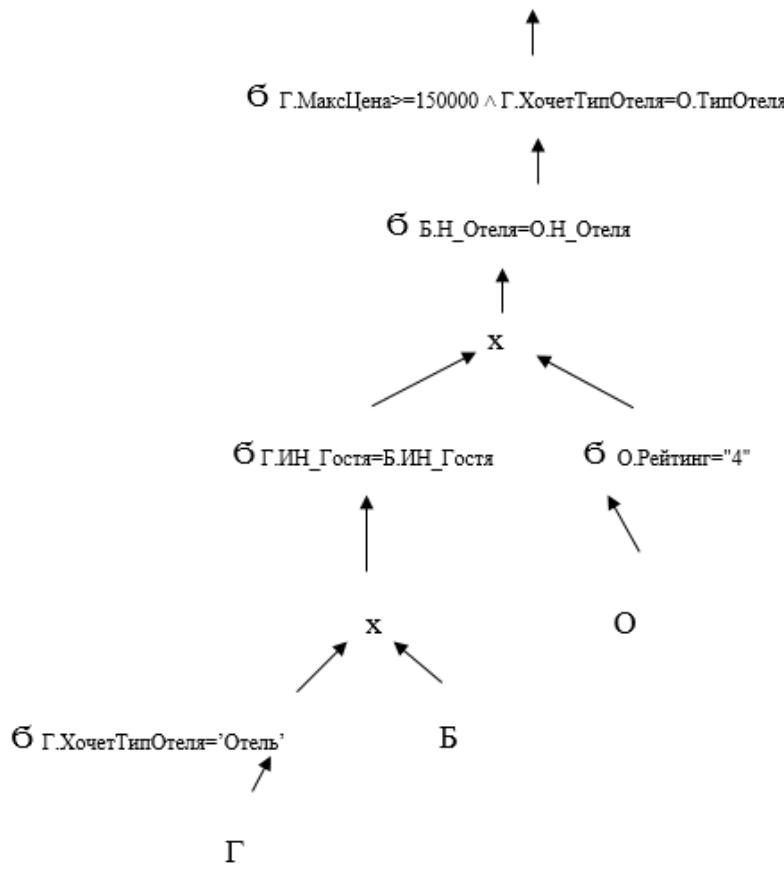


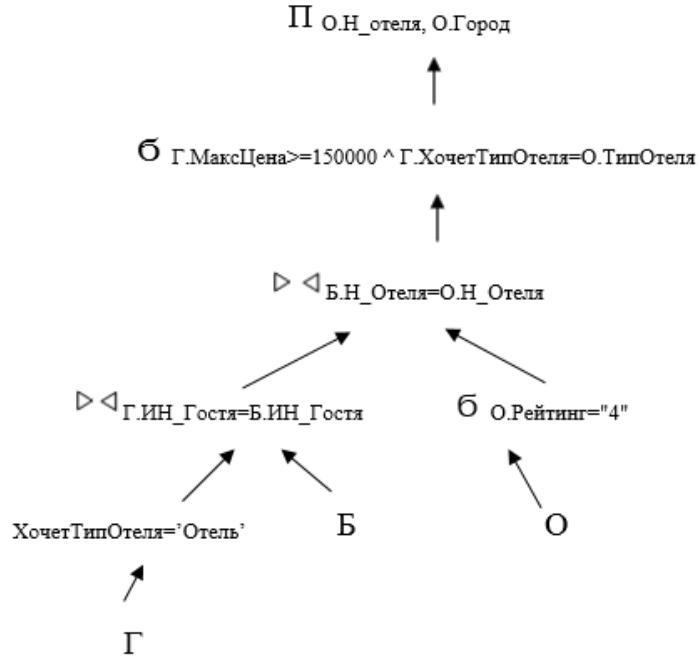
Рис 1.2. Упрощённое дерево запроса.

Воспользуемся правилом, по которому операции выборки по предикату, включающему соединение по эквивалентности и декартово произведение,

$$\sigma_{K,a=L,b} (Kx L) = K \triangleleft \triangleright_{K,a=L,b} L$$

В результате получается:

преобразуются в операцию соединения по эквивалентности:



*Рис. 1.3. Дальнейшее преобразование дерева запроса.*

С помощью *l*) преобразуем операцию соединения по эквивалентности так, чтобы выборка по

условию О.Рейтинг="4" запускалась вначале, получается:

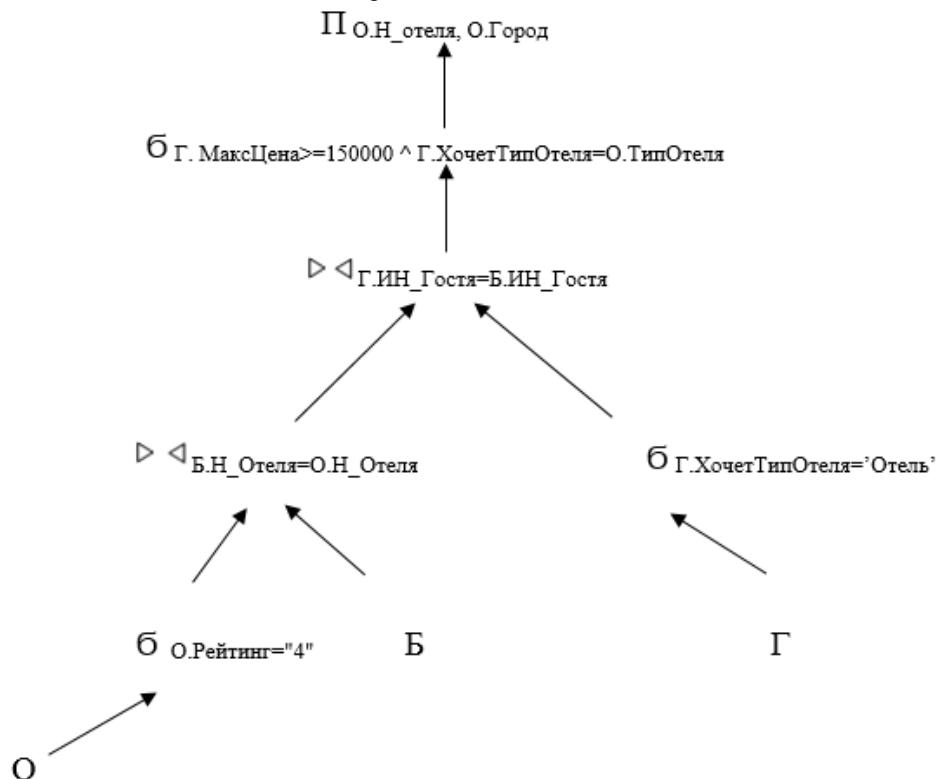


Рис. 1.4. Более эффективный план выполнения запроса.

Далее воспользуемся пунктами *d*) и *g*) чтобы операции проекции производились после выполнения операций соединения по эквивалентности. Затем можно ввести новые проекции.

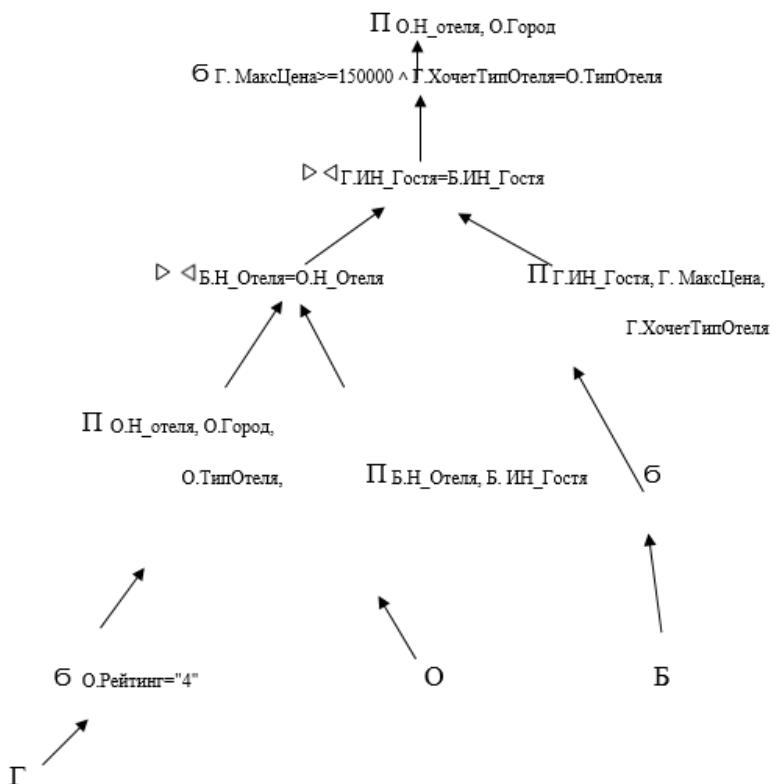


Рис. 1.5. Измененный план выполнения запроса.

На последнем шаге можно так же заменить условие выборки  $G.ХочетTipОтеля = O.TипОтеля$  на  $O.TипОтеля = 'Отель'$ .

Теперь, после того как были применены все возможные методы для оптимизации запроса, получаем следующий вид дерева оптимизированного запроса:

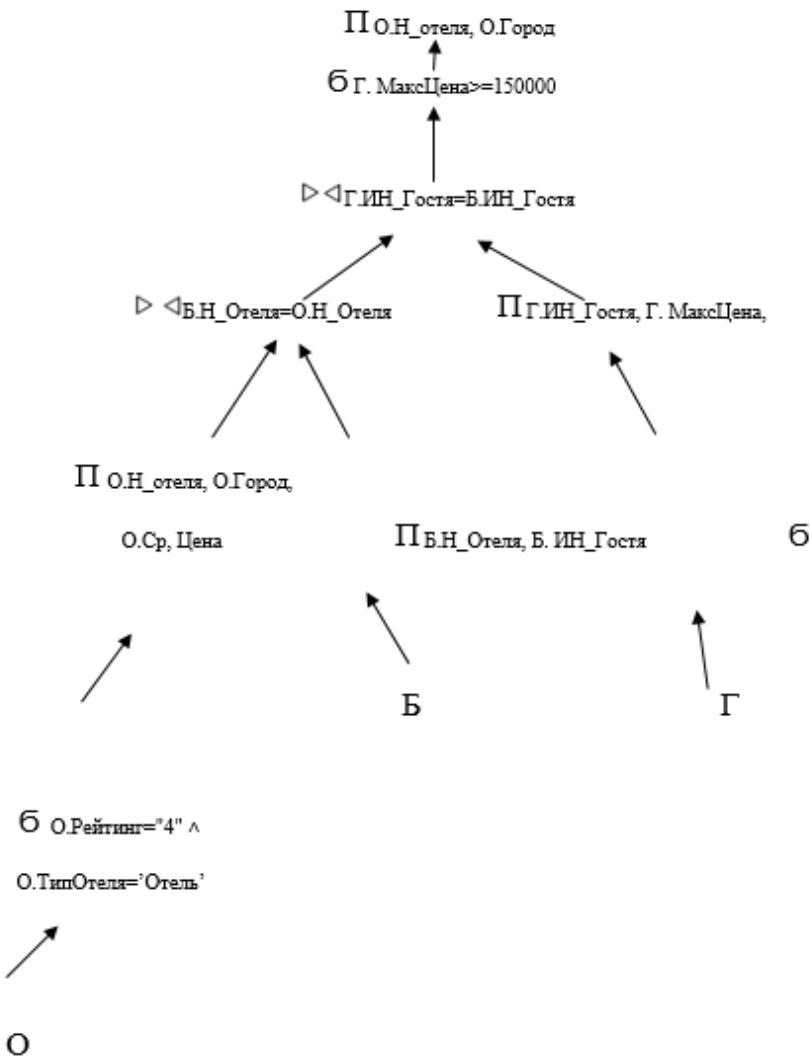


Рис. 1.6. Итоговое дерево данного запроса.

Выбирая стратегии эвристической обработки запросов в разных СУБД, применяются разные эвристические правила для выбора алгоритма обработки запросов. Но все же можно выделить несколько правил, которые позволяют упростить дерево запроса для оптимизации процесса обработки запросов.

1) Выборка должна выполняться на первом этапе обработки. Так как эта операция позволяет уменьшить мощность таблицы и сокращает время выполнения последующих операций обработки. То есть из наших 12 правил, сначала следует применить, *a*) далее *b*, *d*, *f*, *j*). Говоря на языке деревьев, операция выборки нужно поместить как можно ниже в дереве реляционной алгебры.

2) Следует также объединять в одну операцию соединения операции прямого (декартова) произведения и операции выборки, предикат которой представляет условие соединения.

3) Следует применять правила ассоциативности бинарных операций с целью изменения порядка

лист-узлов, чтобы лист-узлы с самыми ограничительными условиями выборки выполнялись в самом начале.

4) Необходимо также выполнить операции проекции на ранних этапах обработки. Эта операция, как и выборка уменьшает объем данных за счет снижения мощности отношения. Наиболее целесообразна такая комбинация применения эвристических правил: *c*), затем *d*, *g*, *k*). В итоге операции проекции переместятся, насколько это возможно, вниз по дереву реляционной алгебры.

5) Если одно выражение встречается в дереве реляционной алгебры несколько раз и результат его вычисление невелик, то эффективнее сохранить полученный результат после первого вычисления.

## 2. Алгоритм проверки выводимости запроса $Z$ из множества $Z'$ .

Далее полагаем, что будем проводить операцию оптимизации на основе запросов вида:

$$Z = \Pi_X (\sigma_F (P_1, P_2, \dots, P_n)) \quad (2.1)$$

Основные обозначения:

$Z$  – запрос на момент времени  $T$  к БД.  
 $F(Z)$  – логическое выражение в запросе  $Z$ .  
 $r = Z(\text{БД})$  – таблица (результат выполнения запроса).

$Z' = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$  – множество запросов, находящихся в системном буфере на момент времени  $T$ .

$r' = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  – множество таблиц, соответствующих запросам из множества  $Z'$ .

$P_n(A_1, \dots, A_n)$  – таблица (отношение) под номером  $n$  с атрибутами  $A_1, \dots, A_n$ .

Опр. 2.1. Пусть  $g$  – булев вектор, соответствующий запросу. Его формирование происходит следующим образом:  $g(i)=1$ , если в запросе  $Z$  при выполнении операции селекции накладывались какие-либо ограничения на

$i$ -й атрибут. Вектор  $g$  носит название характеристического вектора для запроса  $Z$ .

Опр. 2.2. Характеристическая матрица – прямоугольная матрица  $G$ , составленная из коэффициентов характеристических векторов.

Опр. 2.3. Пусть дана реляционная БД.  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – отношения в БД;

$Z = \Pi_X (\sigma_F (P_1 \bowtie P_2 \bowtie \dots \bowtie P_n))$  – некоторый запрос к БД;  $z = \sigma_F (P_1 \bowtie P_2 \bowtie \dots \bowtie P_n)$  – редуцированный запрос. Тогда расширенным характеристическим вектором запроса  $Z$  называется булев вектор  $eg$ , причем  $eg(n)=1$ , если в запросе  $z$  накладывались ограничения на  $i$ -й атрибут  $n$ -ой таблицы.

Опр. 2.4. Мaska запроса  $S$  – булев вектор  $mg$  размeрности  $n$ , построенный следующим образом:  $meg[i] = 1$ , если наложено условие хотя бы на один из атрибутов, входящих в состав  $i$ -ой таблицы. Иначе,  $meg[i] = 0$  [3].

В процессе обработки запроса решается следующая задача на условный экстремум:

$$\begin{aligned} \text{mes } Z'(T) &\rightarrow \min, \\ \text{mes } r_i &\geq a_i, i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Шаг 1:  $z = \sigma_F (P_1 \bowtie P_2 \bowtie \dots \bowtie P_n)$ . Производим поиск запросов среди множества  $z'$  (редуцированные запросы в буфере), для которых маска запроса идентична маске текущего запроса  $z$ .

Шаг 2. Если существует  $F_i$ , такое, что  $F_i \equiv F$ , то  $Z'' = \{Z_i\}$ . Конец работы алгоритма. Иначе – переходим к шагу 3.

Шаг 3. Рассматриваем вектор  $eg$ . Определяем, на каком месте стоит очередная единица. Пусть на месте  $m$  имеем  $eg(m) = 1$  (другими словами, на атрибут  $A_p$  накладывается условие в логическом выражении  $F^k(S)$ ).

Если непройденных единиц нет, переходим к шагу 6.

В противном случае ищем среди векторов множества  $eg'$  векторы

$eg_{i1}, \dots, eg_{im}$ , для которых  $g_{it}(p) = g(p) = 1, i = 1 \dots m$ .

Если найдется хотя бы один такой вектор, следует перейти к шагу 4, в противном случае переходим к следующей единице.

Шаг 4. Если строка матрицы  $G$ , соответствующая вектору  $g_{it}$  не помечена, то помечаем ее и копируем в нее соответствующую строку из матрицы  $G'$ .

Шаг 5. Проверяем справедливость  $F_{it}^k(p) \supseteq F(p), i=1 \dots m$ . Если условие выполняется, то для данного номера  $t$ , в матрицу  $G$  в строку  $t_i$ , столбец  $p$  ставим звездочку и возвращаемся к шагу 3.

Шаг 6. Вычеркиваем нулевые строчки в матрице  $G$ , не помеченные на шаге 4, – то есть мы избавляемся от запросов, на атрибуты которых не накладывались никакие условия во время выполнения операции селекции.

Вычеркиваем строки, в которых «1» стоят там, где у вектора  $eg$  стоят нули, таким образом мы избавляемся от запросов, в которых условия выборки осуществлялись по другим атрибутам, нежели в  $Z$ .

Шаг 7. Просматриваем полученную матрицу по строкам. Проверяем для каждой  $i$ -ой строки, есть ли строка, состоящая только из {0,1}: для любого  $p$   $G[i,p] \neq 1$ .

Если такие строки есть, то запрос  $Z$  выводим и  $Z'' = \{Z_i\}$ .

Конец алгоритма.

Например, дана БД «Детский оздоровительный лагерь», состоящая из отношений (таблиц)  $P_1, P_2, P_3, P_4$ , в которых хранится информация о всех детских лагерях Подмосковья, программах каждого лагеря и информация об отдыхающих там детях.

$P_1 = (\text{id\_лагерь}, \text{название\_лагеря}, \text{адрес\_лагеря})$ .

$P_2 = (\text{id\_программы}, \text{название\_программы}, \text{название\_лагеря}, \text{Директор лагеря})$ .

$P_3 = (\text{имя\_ребенка}, \text{адрес\_ребенка}, \text{id\_ребенка})$ .

$P_4 = (\text{id\_ребенка}, \text{id\_программы}, \text{дата\_заказа\_путевки}, \text{id\_путевки})$ .

Пронумеровав атрибуты, формально получим:

$P_1 = (A_1, A_2, A_3)$ ;

$P_2 = (A_4, A_5, A_2, A_6)$ ;

$P_3 = (A_7, A_8, A_9)$ ;

$P_4 = (A_9, A_4, A_{10}, A_{11})$ .

Запросу  $z = \sigma A2 = \text{«Робин Гуд»} \& A6 = \text{«Андреева»}$  ( $P_1 \bowtie P_2$ ) будет соответствовать вектор  $eg = (01000100000)$  и маска запроса  $mg = (1100)$ .

Запросу  $z = \sigma A2 = \text{«Дельфин»} \& A5 = \text{«Остров героев»} \& A6 = \text{«Смоленцев»} \& A9 = \text{«5»}$  ( $P_1 \bowtie P_2 \bowtie P_4$ ) соответствует булев вектор  $eg = (01001100100)$  и маска запроса  $mg = (1101)$ .

Пусть текущий запрос следующий:

$Z = \Pi A7 (\sigma A4 = \text{«П2»} \& A8 = \text{«Москва»} (P_2 \bowtie P_3))$ , соответствующая маска запроса  $meg = (0110)$ ;

То есть, хотим получить список имен всех детей из Москвы, которые поедут на программу «П1».

И предположим, что на данный момент в буфере хранятся следующие запросы:

$Z_1 = \text{ПА7} (\sigma A_4 = \langle\text{П3}\rangle \& A_8 = \langle\text{Москва}\rangle (P_2 \bowtie P_3))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_1$ :  $\text{meg} = (0110)$ ;

$Z_2 = \text{ПА5} (\sigma A_6 = \langle\text{Андреева}\rangle (P_2))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_2$ :  $\text{meg} = (0100)$ ;

$Z_3 = \text{ПА9} (\sigma A_6 = \langle\text{Смоленцева}\rangle \& A_8 = \langle\text{Видное}\rangle (P_2 \bowtie P_3))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_5$ :  $\text{meg} = (0110)$ ;

$Z_4 = \text{ПА9} (\sigma A_1 = \langle\text{Л2}\rangle \& A_{10} > \langle 01.05.2015 \rangle (P_1 \bowtie P_4))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_4$ :  $\text{meg} = (1001)$

$Z_5 = \text{ПА7} (\sigma A_4 = \langle\text{П2}\rangle \& A_8 \neq \langle\text{Видное}\rangle (P_2 \bowtie P_3))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_3$ :  $\text{meg} = (0110)$ ;

$Z_6 = \text{ПА7} (\sigma A_4 = \langle\text{П5}\rangle \& A_8 = \langle\text{Домодедово}\rangle \& A_9 > 4 (P_2 \bowtie P_3))$ , соответствующая маска редуцированного запроса  $z_6$ :  $\text{meg} = (0110)$ ;

Шаг 1. Для начала отбросим из дальнейшего рассмотрения все  $z_i$ , с масками запросами отличными от маски текущего запроса. Останутся запросы:  $z_1$ ,

$z_3, z_5, z_6$ . Множество характеристических векторов  $g' = \{g_1 = (00010001000), g_3 = (00000101000), g_5 = (00010001000), g_6 = (00010001100)\}$ .

Характеристическая матрица  $G'$ , составленная из этих векторов:

$$\begin{pmatrix} 00010001000 \\ 00000101000 \\ 00010001000 \\ 00010001100 \end{pmatrix}$$

Далее начинаем работать по алгоритму, начиная с Шага 3, т.к. в буфере нет запроса, который был бы абсолютно идентичен текущему. Но возможно существует запрос, в который текущий входит как подмножество множества результатов одного из запросов, хранящихся в буфере. Проверим, действительно ли в нашем буфере такой запрос существует.

Очередная единица стоит на 4 месте. Находим векторы  $g_1, g_5, g_6$ , у которых вторая координата равна «1».

Матрица примет вид:

$$\begin{pmatrix} 00010001000 \\ 000000000000 \\ 00010001000 \\ 00010001100 \end{pmatrix}$$

Приступаем к шагу 5.

$$F1(4) = \{A_4 = \langle\text{П3}\rangle\} \supseteq F(4);$$

$$F5(4) = \{A_4 = \langle\text{П2}\rangle\} \supseteq F(4);$$

$$F6(4) = \{A_4 = \langle\text{П5}\rangle\} \supseteq F(4).$$

Имеем матрицу G:

$$\begin{pmatrix} 00010001000 \\ 000000000000 \\ 000*0001000 \\ 00010001100 \end{pmatrix}$$

$$F1(8) = \{A_8 = \langle\text{Москва}\rangle\} \supseteq F(8);$$

$$F5(8) = \{A_8 \neq \langle\text{Видное}\rangle\} \supseteq F(8);$$

$$F6(8) = \{A_8 = \langle\text{Домодедово}\rangle\} \supseteq F(8). /$$

Имеем матрицу G:

$$\begin{pmatrix} 0001000*000 \\ 000000000000 \\ 000*000*000 \\ 00010001100 \end{pmatrix}$$

Больше не пройдённых единиц нет, вычеркиваем нулевые строчки и те строчки, в которых стоят единички в столбцах, отличных от №4 и №8.

Останется:

$$0001000*000$$

$$000*000*000$$

На последнем шаге получаем набор строк  $\{1,5\}$ . Стока, состоящая из булевого вектора  $g_5$  состоит только их  $\{0, *\}$ . Значит, из запроса 5 в буфере можно вывести текущий запрос.

Обещающие направления включают разработку запросов к реляционной базе данных с использованием эвристических методов, а также метода накопления оптимизированных ранее запросов с последующей проверкой выводимости текущего запроса из накопленных.

#### Список литературы.

1. О.Г. Алексеев. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. — М.: Наука, 2005.

2. Т.Коннолли, К.Бегг - Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. (3-е издание) - М.: Издательский дом "Вильямс", 2004.

3. О.Г. Алексеев. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. — М.: Наука, 2005.

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ

*Лобова Татьяна Жановна*

*Ассистент кафедры физики, МГУ им. адм. Г.И. Невельского,  
г. Владивосток*

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.59-62](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.59-62)

## **АННОТАЦИЯ**

Статья посвящена теоретическим проблемам расчета измерений, исследовательских, рыбопоисковых, гидроакустических приборов для подводных и надводных судов и подводных аппаратов. Специалистам приходится применять разные методики расчета для одной практической задачи – разработки оптимальной конструкции направленной системы. Как правило, анализ характеристик излучения антенн сводятся к решению волновых уравнений (уравнений Гельмгольца), которые при соответствующих граничных условиях позволяют привести их к устойчивым алгоритмам.

Предложен математический алгоритм, основанный на теории функций Грина, имеющих угловую зависимость. Эта угловая зависимость позволила выделить участки на границах, имеющих однородную структуру. Возможности алгоритма продемонстрированы на примере анализа поля антенной решетки, расположенной внутри морского клина. Предложенный алгоритм позволяет значительно расширить возможности по сокращению времени расчета на компьютере средней мощности.

Получены расчетные модели в криволинейной системе координат. Проведены численные эксперименты, показавшие применимость выведенной математической модели для практических расчетов. Погрешность расчетной модели не превышает 10%. Рассмотренные приближенные методы расчета позволяют проводить инженерные расчеты антенн, расположенных в мелком море. Ключевые слова: функции Грина, диаграмма направленности, погрешности, антenna решетка, математическая модель расчета, коэффициент отражения, плотность, скорость.

## **ABSTRACT**

The article is devoted to the theoretical problems of calculating measurements, research, fish searching, sonar instruments for underwater and surface vessels and underwater vehicles. Experts have to apply different calculation methods for one practical task - the development of an optimal design of a directional system. As a rule, the analysis of radiation characteristics of antennas reduces to solving wave equations (Helmholtz equations), which, under appropriate boundary conditions, allow them to be reduced to stable algorithms.

A mathematical algorithm based on the theory of Green functions with angular dependence is proposed. This angular dependence allowed us to distinguish areas on boundaries that have a uniform structure. The capabilities of the algorithm are demonstrated by the example of an analysis of the field of the antenna array located inside the sea wedge. The proposed algorithm can significantly expand the possibilities for reducing the calculation time on a computer of average power.

The calculated models in the curvilinear coordinate system are obtained. Numerical experiments were carried out, which showed the applicability of the derived mathematical model for practical calculations. The error of the calculated model does not exceed 10%. The considered approximate calculation methods allow engineering calculations of antennas located in the shallow sea.

**Keywords:** Green functions, radiation pattern, errors, antenna array, mathematical model of calculation, reflection coefficient, density, speed.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Расчет поля излучающих антенных решеток (анализ антенн), расположенных в морском клине, проводился с 1967 г. по 2000-е годы. Были рассмотрены различные типы вертикально и горизонтально ориентированных антенных решеток при идеальных и импедансных граничных условиях [1, 2]. При этом применялись численные, аналоговые и комбинированные методы расчета. Несмотря на то, что авторы работ применяли разные математические модели, для их расчета на мощных компьютерах требовалось длительное время (десятки минут). При этом использованные модели дают результаты, отличающиеся друг от друга на большую величину. Сравнение теорий с экспериментами также не всегда является достоверным из-за больших погрешностей измерения в реальных морских условиях.

Решение уравнения Гельмгольца  

$$\Delta P + \left( \frac{\omega}{c} \right) \cdot P = \delta(r - r_0)$$
 для давления с правой частью в виде дельта-функции Дирака в свободном пространстве представляет собой сферическую функцию [7]:

$$P(r) = P_0 \frac{e^{ikr}}{r}, \text{ при } r_0 = 0. \quad (1)$$

Задача анализа антенных решеток может быть сведена к суммированию функций Грина, а задачи синтеза – к определению колебательной скорости на элементах антенн по заданной диаграмме направленности. Для свободного полупространства эти задачи подробно рассмотрены в статьях по антенной технике [6, 8, 9].

Решение задач анализа и синтеза для антенн, расположенных в мелком море, с неоднородными по углу граничными условиями в классической постановке приводит к сложным математическим

проблемам и, соответственно, к большому увеличению времени расчета.

На практике антенны часто располагаются в среде, когда граничные условия по угловым координатам различны (дно, поверхность моря, свободное волноводное полупространство и т.д.).

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

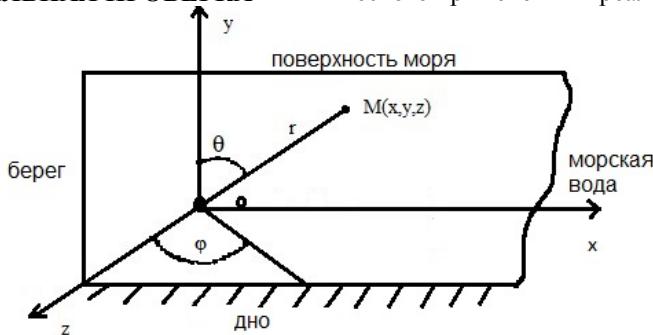


Рисунок 1. Геометрия задачи

Известны гидроакустические характеристики воздуха (плотность  $\rho$  и фазовая скорость  $c$ ), воды (плотность  $\rho$  и фазовая скорость  $c$ ), координаты элемента антенной решетки (рис. 1).

Вводится алгоритм, основанный на теории функций Грина [3,4,5]. Интервалы углов  $[U_{\min}; U_{\max}]$ , из них видны в геометрическом приближении, соответственно, верхняя и нижняя плоскости:

$$P(x) := \frac{i}{2 \cdot \pi} \cdot \left[ \left[ \left[ \int_{U_{\min}}^{U_{\max}} \frac{F(U)}{\sqrt{k^2 - U^2}} \cdot e^{i \cdot \left[ \left[ (x - xl) \cdot \sqrt{k^2 - U^2} \right] + (y(x) - y0) \cdot U \right]} dU \right] \right] + \\ + \int_{U_{\min}}^{U_{\max}} \left[ \frac{\frac{p1 \cdot c1}{\sqrt{1 - \left( \frac{U}{k} \right)^2}} - \frac{p2 \cdot c2}{\sqrt{1 - \left[ \left( \frac{c1}{cv} \right) \cdot \frac{U}{k} \right]^2}}}{\frac{p1 \cdot c1}{\sqrt{1 - \left( \frac{U}{k} \right)^2}} - \frac{p2 \cdot c2}{\sqrt{1 - \left[ \left( \frac{c1}{cv} \right) \cdot \frac{U}{k} \right]^2}}} \cdot \left[ \frac{F(U)}{\sqrt{k^2 - U^2}} \cdot e^{i \cdot \left[ \left[ (x - xl) \cdot \sqrt{k^2 - U^2} \right] + (y(x) - y0) \cdot U \right]} \right] dU \right] \right] \quad (2)$$

где: Р – давление,

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ – волновое число,}$$

$U$  – угловая обобщенная координата,

$$F(U) = \begin{cases} 1 & \text{if } U_{\min} \leq U \leq U_{\max} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Расчеты и построение графиков осуществлялись в программном пакете Mathcad.

Вводим выражение для функции Грина, учитывающий коэффициент отражения:

$$\left[ \frac{\frac{p1 \cdot c1}{\sqrt{1 - \left( \frac{U}{k} \right)^2}} - \frac{p2 \cdot c2}{\sqrt{1 - \left[ \left( \frac{c1}{cv} \right) \cdot \frac{U}{k} \right]^2}}}{\frac{p1 \cdot c1}{\sqrt{1 - \left( \frac{U}{k} \right)^2}} - \frac{p2 \cdot c2}{\sqrt{1 - \left[ \left( \frac{c1}{cv} \right) \cdot \frac{U}{k} \right]^2}}} \right] - \text{коэфи-}$$

циент отражения,

$F(U)$  – функция, характеризующая свойства направленных функций Грина.

Пределы интегрирования  $U_{\min}$  и  $U_{\max}$  учитывают существующие однородные волны.

Для примера рассмотрим функцию Грина для простейшей линейной антенной решетки.

### РЕЗУЛЬТАТ РАСЧЕТОВ

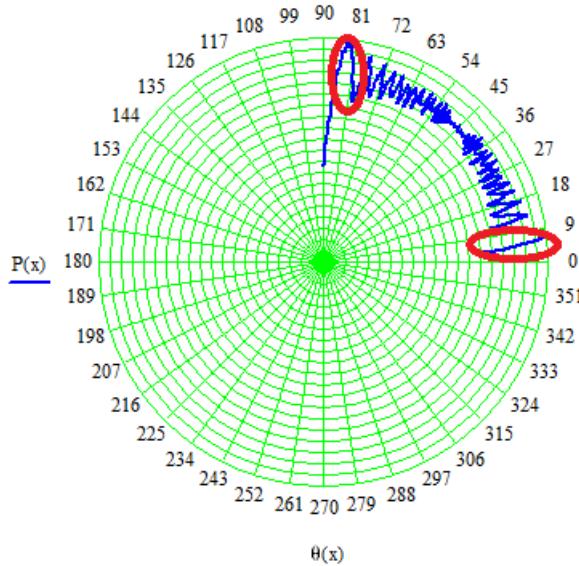


Рисунок 2. Направленная функция Грина

- Частота  $f=1000$  Гц;
- Точечный излучатель с координатами  $(0,1;0,1)$  метра;
- Длина волны  $\lambda=1.5$  метра;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воде  $1500$  м/с;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воздухе  $330$  м/с.

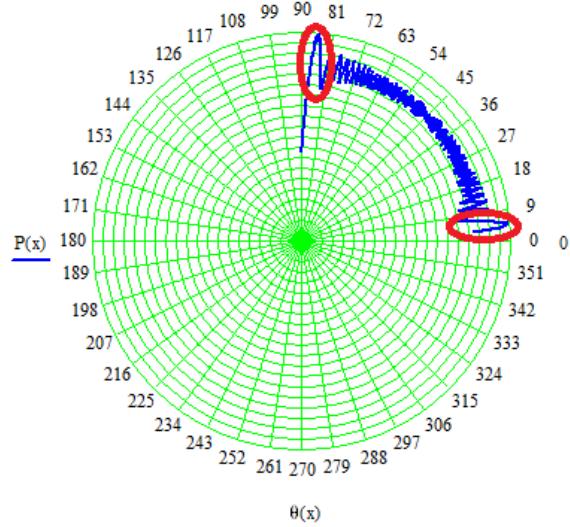


Рисунок 3. Направленная функция Грина

- Частота  $f=2000$  Гц;
- Точечный излучатель с координатами  $(0,1;0,1)$  метра;
- Длина волны  $\lambda=0.75$  метра;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воде  $1500$  м/с;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воздухе  $330$  м/с.

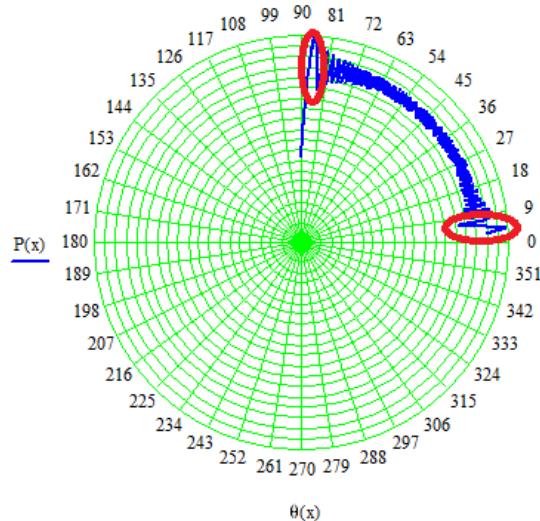


Рисунок 4. Направленная функция Грина

- Частота  $f=3000$  Гц;
- Точечный излучатель с координатами  $(0,1;0,1)$  метра;
- Длина волны  $\lambda=0.5$  метра;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воде 1500 м/с;
- Скорость распространения ультразвуковой волны в воздухе 330 м/с.

Анализ графиков на рис.2,3,4 показывает, что погрешность расчетной модели не превышает 10% в интервале углов  $[87^{\circ}-80^{\circ}], [0^{\circ}-3^{\circ}]$ .

#### ВЫВОДЫ

Разработанный алгоритм позволяет проводить анализ антенных решеток в замкнутых объемах. Время расчета одной функции Грина по алгоритму (2) не превышает 10–20 секунд.

Предложенный алгоритм можно использовать для анализа диаграмм направленности антенных решеток произвольной геометрии.

#### Список литературы

1. Абдрашитов А.Г., Белащ А.П., Волков П.А., Короченцев В.И. Анализ и синтез линзовых антенн для рыбопоисковых локаторов // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2013. №23. С. 5-9.
2. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 502 с.
3. Короченцев В.И. Волновые задачи теории направленных и фокусирующих антенн. Владивосток: Дальнаука, 1998. 192 с.
4. Короченцев В.И., Губко Л.В., Ким А.В. Трехмерная неоднородная модель морской среды // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т.1, №3 (33). С. 280–284.
5. Короченцев В.И., Малашенко А.Е., Мироненко М.В., Потапенко А.А. Анализ и синтез акустических антенн в морском клине // Морские интеллектуальные технологии. 2016. Т. 1, № 3(33). С. 274–279.
6. Малашенко А.Е., Каракун Л.Э., Перунов В.В., Чудаков А.И. Исследование пространственно-временных характеристик гидроакустических сигналов и помех с использованием объемных звуко-прозрачных антенн // Подводные исследования и робототехника. 2013. №1(15). С. 33–37.
7. Мироненко М.В., Малашенко А.Е., Василенко А.М., Каракун Л.Э., Леоненков Р.В. Нелинейная просветная гидроакустика и средства морского приборостроения в создании Дальневосточной радиогидроакустической системы освещения атмосферы, океана и земной коры, мониторинга их полей различной физической природы: монография. Владивосток, 2014. 404 с.
8. Субботин А.Г. Синтез гидроакустических антенн в однородных волноводах: дис.канд.ф.-м.н. Владивосток, 1995. 156 с.
9. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. Ленинград: Судостроение, 1972. 348 с.

# DIFFERENCE OPERATORS AND APPLICATIONS TO THE MOMENT PROBLEM

*Associate professor, Ph.D of physical and mathematical sciences, Department of Special Mathematics, Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev - KAI (KNRTU-KAI)*

*Strezhneva E.V.,*

*Falahieva E.R.,*

*second year student of the Institute of Radio Electronics and Telecommunications , Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev - KAI (KNRTU-KAI)*

**ABSTRACT.** We consider four-element difference equations with constant coefficients in the space of holomorphic functions outside the square and decaying at infinity. We are aimed at the properties of biorthogonal expansions induced by the corresponding difference operators. Applications to the moment problem for entire functions of exponential type are given.

**Key words:** Difference operator, method of regularization, biorthogonal expansion, moment problem.

## 1. Introduction

Let  $D$  be a square with the vertices at  $t_1 = -t_3 = -2^{-1}(1+i)$ ,  $t_2 = -t_4 = 2^{-1}(1-i)$  and with the sides  $\ell_j$ ,  $j = 1, 4$ , counted in the positive direction along the boundary of the square ( $t \in \ell_1 \Rightarrow \operatorname{Im} t = -2^{-1}$ ). Define the functions  $\sigma_j(z) = z + i^j$  to be generating transformations (or their inverse) of the doubly periodic group with the prime periods 1 and  $i$ .

Let us consider a linear difference equation with constant coefficients

$$(Vf)(z) \equiv \sum_{j=1}^4 \lambda_j f[\sigma_j(z)] = g(z), z \in D \quad (1)$$

under the following assumptions:

1) The function  $f(z)$  is holomorphic outside the closure  $\bar{D}$  of  $D$ ,  $f(\infty) = 0$ , and its boundary value  $f^-(t)$  satisfies the Hölder condition in any compact avoiding the vertices. This class we denote by  $B$ .

2) The free term  $g(z)$  is holomorphic inside  $D$  and its boundary value is defined as  $g^+(t) \in H_\lambda(\partial D)$ .

3)  $\lambda_j \neq 0$  for all  $j$ .

4) At most logarithmic singularities are allowed at the vertices.

Condition 3) provides the nontriviality of the problem. Suppose, for instance,  $\lambda_1 = 0$ . The set  $\mathbb{C} \setminus \bigcup_{k=2}^4 \sigma_k^{-1}(\bar{D})$  is connected, and the function  $g(z)$  must be analytically extendable from  $D$  to a neighborhood of infinity with  $g(\infty) = 0$ . It remains to apply the Borel transformation ([6], Chapter 1, Section 1) to the linear difference equation (1). Then, (1) implies  $h(z)F(z) = G(z)$  where  $F(z)$  and  $G(z)$  are the Borel upper functions associated with the lower functions  $f(z)$  and  $g(z)$  respectively.

The function  $h(z) = \lambda_2 \exp(z) + \lambda_3 \exp(iz) + \lambda_4 \exp(-z)$

is the characteristic quasipolynomial. The entire function  $G(z)$  must have zeros at least of the same multiplicity as the characteristic quasipolynomial. The function  $f(z)$  can be found explicitly under the above condition and we only must check that  $f \in B$ . Therefore, we will normalize the equation (1) with the condition  $\lambda_1 = 1$  in what follows. Condition 4) guarantees the finiteness of the fundamental system of solutions of the homogeneous equation. Otherwise, there would be  $(Vf)(z) = 0, z \in D \Rightarrow (Vf^{(k)})(z) = 0, z \in D$  and any system of derivatives of the function  $f(z)$  cannot be

linearly dependent because of the definition of the class  $B$ .

Two particular cases of the linear difference equation (1) (one is  $\forall j \lambda_j = 1$ , and the other one is  $\lambda_3 = 1, \lambda_2 = \lambda_4 = -1$ ) were examined previously in [9]. The properties of biorthogonal decompositions related to such cases were formulated in [13, 15].

This paper consists of four parts.

A method of regularization is proposed in Section 2 for the linear difference equation (1) with the additional restriction for the coefficients

$$\lambda_3 = \lambda_2 \lambda_4. \quad (2)$$

The complete study of the linear difference equation (1) with  $\lambda_2 = 1, \lambda_3 = \lambda_4 = -1$  (case III) is given in Section 3. Unconditional solvability is established.

Various biorthogonal expansions related to case III are examined in Section 4. The case III is essentially different from cases I and II as is observed in details in Remark 5).

Applications of (1) to the moment problem for entire functions of exponential type are given in Section 5.

## 2. Method of regularization

We look for a solution of the equation (1) in the form of the integral of Cauchy type

$$f(z) = (2\pi i)^{-1} \int_{\partial D} \varphi(\tau) (\tau - z)^{-1} d\tau, z \notin \bar{D} \quad (3)$$

with unknown density that satisfies the Hölder condition in the closure of each side of  $D$ . Then,

$$(1) \Leftrightarrow (A \varphi)(z) \equiv (2\pi i)^{-1} \int_{\partial D} \varphi(\tau) E(\tau - z) d\tau = g(z), z \in D \quad (4)$$

where the kernel function is

$$E(u) = (u - i)^{-1} + \lambda_2(u + 1)^{-1} + \lambda_3(u + i)^{-1} + \lambda_4(u - 1)^{-1}. \quad (5)$$

The functions  $\sigma_j(z)$  induce the involutive and disconnected shift  $\alpha(t) = \{\sigma_j(t), t \in \ell_j\}$ ,  $\alpha(t): \partial^+ D \rightarrow \partial^- D$  at the vertices. Let us introduce an involutive operator in view of (2)

$$W: \varphi(t) \rightarrow \sqrt{\lambda_3^{-1}} \theta_t \varphi[\alpha(t)], \quad (6)$$

where the piecewise constant is  $\theta_t = \{1, t \in \ell^1; \lambda_j, t \in \ell_j, j = 2, 4\}$ .

Let us consider a holomorphic function  $a(z)$  in  $D$  with the boundary values from the same class, and let us require that

$$\varphi + a^+ = W\varphi + Wa^+. \quad (7)$$

It is a non-homogeneous Carleman boundary value problem with respect to the unknown function  $a(z)$  with a piece-wise constant coefficient and of index zero. It is unconditionally solvable if

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\ell_1 \cup \ell_2} \ln(\sqrt{\lambda_3^{-1}} \theta_t) dt \neq m_1 + m_2 i, \quad m_1, m_2 \in \mathbb{Z},$$

where we assume a continuous branch of the logarithm at each side of  $D$ .

Related results can be found in [16] and their refinement in ([2], page 22). The latter condition can be satisfied always by selecting the branch of the root in (6). Let us fix the corresponding branch. If both problems (7) are unconditionally solvable, then the choice of the branch is irrelevant.

Since  $z \notin \bar{D}$  in (3), we assume without loss of generality that

$$\varphi = W\varphi. \quad (8)$$

Therefore, an analogue of the Sokhotskiy formula  $A^+ = -2^{-1}\sqrt{\lambda_3}J + A$  holds, where the singular integral operator  $A$  is obtained by a formal replacement of  $z \in D$  by  $\epsilon \partial D$ , understood as the principal Cauchy value. Therefore, the following formula

$$-2^{-1}\sqrt{\lambda_3}\varphi + A\varphi = g^+. \quad (9)$$

can be derived from (4).

Let us apply the operator  $W$  to the both sides of (9), and sum up the resulting expression and the original one. Finally, we have

$$T_\varphi = g^+ + Wg^+, \quad (10)$$

in view of (8), where

$$T \equiv -\sqrt{\lambda_3}J + AW + WA. \quad (11)$$

### **Lemma 1. The kernel of the integral operator (11)**

$$K(t, \tau) = \sqrt{\lambda_3^{-1}}[\theta_t E(\tau - \alpha(t)) - \theta_{\alpha(\tau)} E(\alpha(t) - t)] \quad (12)$$

**is bounded, and therefore, the operators  $A$  and  $W$  are anticommutative modulo a compact term from  $L_2(\partial D)$ .**

**Proof.** The boundness of the kernel (12) is established with a simple checking the various options of interrelated positions of the points  $\tau$  and  $t$  at the sides of the square taking into account condition (2).

We remark that the vertices are the points of discontinuity of jump type for the kernel (12) at each of the variables. The same holds for any partial derivative of the kernel.

**Corollary 1. Equation (10) is the Fredholm equation.**

**Corollary 2. The operator  $A$  is regularizing to itself.**

Indeed,  $Aa^+ = 2^{-1}\sqrt{\lambda_3}Wa^+$ , and therefore,  $A^2 = A[(A - 2^{-1}\sqrt{\lambda_3}W) + 2^{-1}\sqrt{\lambda_3}W] = -2^{-2}\lambda_3J + 2^{-1}\sqrt{\lambda_3}(WA + AW)$ .

Let us remark that an abstract theory of such special operators was developed in [1].

Thus, the main result of this section follows.

**Theorem 1. If condition (2) holds, then the linear difference equation (1) has at most finite number of solvability conditions.**

Now, let us study the equivalence of the regularization, i.e., let us verify that (10) implies (1).

The fundamental system of solutions to the homogeneous equation

$$T\varphi = 0 \quad (13)$$

can be constructed in such a way that each entering function either satisfies the condition (8) or the reciprocal condition

$$\varphi = -W\varphi. \quad (14)$$

The adjoint equation

$$T'\psi = 0, \quad (15)$$

is defined by the operator  $T' = -\sqrt{\lambda_3^{-1}}J - AW_1 - W_1A$ , where the involuntary operator is

$$W_1: \varphi(t) \rightarrow \sqrt{\lambda_3^{-1}}\theta_{\alpha(t)}\varphi[\alpha(t)]. \quad (16)$$

Recall that the branch of the root is already fixed. Clearly,  $\theta_{\alpha(t)} = \theta_{-t}$ , with an odd shift  $\alpha(t)$ . Therefore, the fundamental system of solutions to the adjoint equation (15) can be constructed so that each entering function either satisfies the condition

$$\psi = W_1\psi, \quad (17)$$

or the reciprocal condition

$$\psi = -W_1\psi. \quad (18)$$

Let us assume from the very beginning that both non-homogeneous problems (7) are unconditionally solvable. Then, both respective homogeneous problems have only a trivial solution. Let the fundamental system of solutions to the adjoint equation (15) contain  $m$  functions  $\{\psi_j(t)\}_{j=1}^m$ , satisfying property (18), i.e., equation (10) has  $m$  solvability conditions

$$\int_{\partial D} g^+(t)\psi_j(t)dt = 0, \quad j = 1, \dots, m. \quad (19)$$

Clearly, the right-hand side of equation (10) is orthogonal to the functions satisfying (17). If condition (19) holds, then there exists a solution to equation (10) satisfying property (8) (see, for example, [3]). Therefore,  $(10) \Rightarrow A^+\varphi + WA^+\varphi = g^+ + Wg^+ \Rightarrow (1)$ . Let us assume now that only one of non-homogeneous problems (7) is unconditionally solvable, i.e.,  $a^+ = -Wa^+ \Rightarrow a(z) = \beta \exp(\lambda z)$ . The exponential  $a(-t)$  satisfies equalities (15) and (18), i.e., the number of the solvability conditions (19) equals exactly  $m - 1$ . However, now

$$(10) \Rightarrow A^+\varphi + WA^+\varphi = g^+ + Wg^+ \Rightarrow (A\varphi)(z) = g(z) + \beta a(z)$$

and this extra condition ensures that  $\beta = 0$ . Let us write it as

$$(A\varphi)(0) = g(0). \quad (20)$$

Thus we are able to formulate a theorem.

**Theorem 2. The linear difference equation (1) has the same number of solvability conditions as the number of the functions satisfying property (18) contained in the fundamental system of solutions to equation (15). The number of solvability conditions is  $m \geq 0$ , if both non-homogeneous Carleman problems (7) are unconditionally solvable, and  $m \geq 1$  otherwise.**

**Remark 1.** The simplest cases I and II are examined as  $W \equiv W_1$ , the kernel function (5) is odd, the piecewise function  $\theta_t$  is even, and the kernel (12) is skewsymmetric  $K(t, \tau) = -K(\tau, t)$ . In the case I,  $m = 1$ , and the exponential functions becomes a constant ( $\lambda = 0$ ). The unique solvability solution (20) can be written in a nicer form as  $\int_{\partial D} g^+(t)f_0^-(t)dt = 0$ ,

where  $f_0(z)$  is a non-trivial solution to the respective homogeneous linear difference equation. In the case II, we have  $m = 0$ .

**Remark 2.** The method of regularization is also applicable when the square is replaced with an arbitrary parallelogram.

**Remark 3.** Other methods of regularization were proposed in the case when the linear difference equation (1) with holomorphic coefficients  $\lambda_j = \lambda_j(z)$  in  $D$ , does not undergo the above method, see, e.g., [11,12,14].

**Remark 4.** The study of the linear difference equation (1) in the case when condition (2) does not hold is of particular interest. So far, we have not observed any progress in this direction.

### 3. Unconditional solvability

Let us focus on the case III of solvability of the linear difference equation (1), when  $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$ ,  $\lambda_3 = \lambda_4 = -1$ .

The case IV ( $\lambda_1 = \lambda_4 = 1$ ,  $\lambda_2 = \lambda_3 = -1$ ) is similar. These are the only two cases when  $W \equiv -W_1$ , the kernel function (5) is even, the piecewise function  $\theta_t$  is odd, and  $K(t, \tau) = K(\tau, t)$ .

Both non-homogeneous Carleman problems (7) are unconditionally solvable, the choice of the radical branch is irrelevant, however, let us assume  $\sqrt{\lambda_3^{-1}} = i$  for definiteness.

**Lemma 2. The homogeneous Fredholm equation (13) has no non-trivial solution in the case III (IV).**

**Proof.** Given  $\varphi(\tau) \in L_2(\partial D)$  for any  $j$  we have  $\varphi(\tau) \in C(\ell_j)$  because of Lemma 1 and (13). Let  $M = \max|\varphi(t)|$ ,  $t \in \partial D$ . Without loss of generality, let us assume that  $t \in \ell_1 \Rightarrow \alpha(t) = t + i$ ,  $\theta_t = 1$ . Let us estimate the modulus of the kernel (12) by examining four cases:

1) If  $\tau \in \ell_1 \Rightarrow \alpha(\tau) = \tau + i$ ,  $\theta_{\alpha(\tau)} = -1$ ,  $\tau - t = u \in [-1, 1]$ , then  $K(t, \tau) = i[(u - 2i)^{-1} + (u + 1 - i)^{-1} - (u - 1 - i)^{-1} + (u + 1 + i)^{-1} - (u - 1 + i)^{-1} - (u + 2i)^{-1}] = -4[(u^2 + 4)^{-1} + (u^2 - 2)(u^4 + 4)^{-1}i]$ , i.e.  $|K| \leq \sqrt{5}$ .

2) If  $\tau \in \ell_2 \Rightarrow \alpha(\tau) = \tau - 1$ ,  $\theta_{\alpha(\tau)} = -1$ , then we have

$$K(t, \tau) = (u - 2i)^{-1} + (u + 1 - i)^{-1} - (u + i - 1)^{-1} - (u - 2)^{-1}.$$

Obvious geometric reasons imply  $|(u - 2i)^{-1} - (u - 2)^{-1}| \leq \sqrt{2}$ ;  $|(u + 1 - i)^{-1} - (u + i - 1)^{-1}| \leq \sqrt{2}$ , i.e.,  $|K| \leq 2\sqrt{2}$ .

3)  $\tau \in \ell_3 \Rightarrow K(t, \tau) = 0$ .

4)  $\tau \in \ell_4 \Rightarrow \alpha(\tau) = \tau + 1$ ,  $\theta_{\alpha(\tau)} = 1$ .

Therefore,  $K(t, \tau) = (u - 2i)^{-1} - (u + 2)^{-1} + (u + 1 + i)^{-1}$ . Taking into account  $u = i(\beta + 2^{-1}) - (\gamma + 2^{-1})$ , where  $\beta, \gamma \in [-2^{-1}, 2^{-1}]$ , we obtain  $|K| = 8|h|(|h|^4 - 3ih^2 - 6,25|)^{-1}$ . Here we have  $h = i\beta - \gamma$ . The numerator of this quotient does not exceed  $4\sqrt{2}$ , while the denominator is at least 5, i.e.,  $|K| \leq 0.8\sqrt{2}$ . As  $2,8\sqrt{2} + \sqrt{5} < 2\pi$ , we conclude  $M = 0$ , which completes the proof.

The following theorem holds.

**Theorem 3. The linear difference equation (1) is unconditionally solvable in the cases III and IV.**

**Remark 5.** We have  $T\varphi = g \Leftrightarrow T\tilde{\varphi} = \tilde{g}$ , in the simplest cases I and II, where  $\tilde{\varphi} = \varphi(-t)$ ,  $\tilde{g} = g(-t)$ . This enables us to conclude whether the solution to the equation (10) is even or odd in relation to its right part. Indeed, the functions  $\varphi(t)$  and  $\varphi(-t)$  satisfy the same condition (8) or (14) simultaneously with the piecewise function  $\theta_t$ . This fact helps to identify the classes of solutions of the integral equation (10), known to be continuous on  $\partial D$ . However, this is not true in the cases III and IV. If either of these functions satisfies one of the conditions (8) or (14), then the second function satisfies the other condition.

### 4. Biorthogonal expansions

Let us give some applications of the linear difference equation (1) in the case III to the expansion of analytic functions to biorthogonal series. Let  $g_m(z) = (m!)^{-1}(-z)^m$ , and let us introduce a system of functions satisfying property (8), i.e.,

$$\{\varphi_m(t)\} : (A\varphi_m)(z) = g_m(z), z \in D, m = \overline{0, \infty}. \quad (21)$$

Clearly,

$$\varphi_m, E^{(k)} \equiv (2\pi i)^{(-1)} \int_{\partial D} \varphi_m(\tau) E^{(k)}(\tau) d\tau = \delta_{m,k}; k = \overline{0, \infty}. \quad (22)$$

Let us examine four circular lunes bounded by the circle  $L$ :  $|z| = \sqrt{2}/2$ , circumscribed about the square and by four circles  $L_j$ :  $|z + i^j| = \sqrt{2}/2$ . It is clear that  $\varphi_m = a_m^+ + Wa_m^+$ , where the functions  $a_m(z)$  are holomorphic within  $D$ .

**Lemma 3. The functions  $a_m(z)$  are holomorphic inside  $L$ , and their boundary values at  $L$  have at most jump type discontinuity at the vertices  $t_j$ .**

In order to prove the lemma, it is sufficient to observe that we have

(21)  $\Leftrightarrow A^- \varphi_m - \varphi_m = g_m$  at  $\partial D$ . Let us consider the domain  $D_0$ , bounded by arcs  $L_j$  ( $0 \in D_0$ ). The complementary set lying outside these circles we denote by  $D_\infty, \infty \in D_\infty$ . The condition of biorthogonality (22) is satisfied on  $\partial D_0$  by virtue of Lemma 3. Therefore, we have

$$(\Omega_m^-(\tau), E^{(k)}(\tau)) = \delta_{m,k}; \tau \in \partial D_0 \quad (23)$$

for the integrals  $\Omega_m(z) = (2\pi i)^{-1} \int_{\partial D_0} (z - \tau)^{-1} \varphi_m(\tau) d\tau$ .

Let us associate the biorthogonal series

$$H(z) \sim \sum_{m=0}^{\infty} \alpha_m \Omega_m(z) \quad (24)$$

to a function  $H(z) \in A[CD_0]$ , see [16], where the coefficients  $\alpha_m = (h, E^{(m)})$  are naturally defined.

**Theorem 4. Series (24) represents its generating function locally uniformly in  $\overline{D}_1 \subset \overline{CD_0}$ .**

**Proof.** Let  $t \in \partial D$ , and let us consider the function  $h(t) = H(t) + a^+(t)$ , where  $a(z)$  is holomorphic in  $D$  is chosen so that the function  $h$  satisfies (8). Let us associate the series

$$h(t) \sim \sum_{m=0}^{\infty} \alpha_m \varphi_m(t) \quad (25)$$

to the function  $h(t)$  with the coefficients

$$\alpha_m = (h, E^{(m)}) = (-1)^m (VH^{(m)})(0).$$

By virtue of Lemma 2,  $\exists A > 0 : \forall m |\varphi_m(t)| \leq A(m!)^{(-1)} 2^{-\frac{m}{2}}$ , where the radius of convergence of the Maclaurin series for the function  $(VH)(z)$  is at least  $\sqrt{2}/2$ . Therefore, series (25) converges uniformly, and (25)  $\Rightarrow h(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_m \varphi_m(t)$ . (26)

Indeed, the difference between this function and its biorthogonal series equals 0 due to Lemma 2. Now let us use Lemma 3. Multiplying equality (26) by  $(t-z)^{-1}$  with  $z \notin \bar{D}$ , and then, integrating it in  $\partial D$  concludes the proof.

Let us take the function  $b(z) \in A[D_0]$  [16] and construct the following biorthogonal series

$$b(z) \sim \sum_{k=0}^{\infty} \beta_k E^{(k)}(z), z \in D_0 \quad (27)$$

with the coefficients  $\beta_k = (b, \Omega_k^-)$ .

**Theorem 5.** The series (27) converges to the function according to which it is built, uniformly at each compact  $D_2 \subset D_0$ .

The proof follows directly from Theorem 4, if we represent the Cauchy kernel as a biorthogonal series (see, for example, ([18], ch. IV, par. 6, item 3)).

**Theorem 6.** Let the function  $b(z)$  be holomorphic in  $D$ , and let  $b^+(t) \in H_{\mu}(\partial D)$ . Then, the system of functions (21) is complete in the sense  $\forall m (b, \varphi_m) = 0 \Rightarrow b(z) \equiv 0$ .

**Proof.** Let us use the representation

$$-\varphi(t) + (\pi i)^{-1} \int_{\partial D} \varphi(\tau) E(\tau - t) d\tau = 2b^+(t), \quad (28)$$

where the density function  $\varphi$  satisfies (8). Let us multiply equality (28) by (21), and let us integrate it in  $\partial D$ , making use of the fact that the kernel function (5) is even. Then,  $(\varphi, t^m) = 0$ . According to the Runge theorem, taking into account (8), we have  $\varphi \equiv 0 \Rightarrow b \equiv 0$ .

**Remark 6.** Let us assume  $b(z) \equiv 1$  in (27), and let us differentiate the resulting series, i.e.,

$$0 = \sum_{k=0}^{\infty} \beta_{2k} E^{(2k+1)}(z); \exists k : \beta_{2k} \neq 0; z \in D_0. \quad (29)$$

The system of derivatives of the kernel function (5) permits a nontrivial decomposition of zero. It is clear that the nontrivial decomposition of zero (29) cannot converge uniformly in  $\partial D_0$ . A general theory of the nontrivial decompositions of zeros and representation systems was developed by Yu.F.Korobeynik [17].

**Remark 7.** P.E.Appell [4] was apparently the first who considered the expansion of the functions analytic in the domain  $D_0$  into the series of rational functions. A special case of expansion of holomorphic functions into the series of simple fractions in circular domains was proposed by P.E.Appell [5] in 1883, remarkable in its simplicity and generality. His results were exposed in a well-known monograph [20] by J.Walsh, however, with an inaccurate reference to the paper [4]. Meanwhile, the article [4] examines only two specific examples, one of which concerns the expansion of a function holomorphic in the domain  $D_0$ . We would like to highlight two important differences of series (27) from the Appell series. First of all, the Appell series in the domain  $D_0$  admits the form

$$b(z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{j=1}^4 a_{j,n} (z + i^j)^{-n},$$

i.e., each function  $b(z)$  defines its own set of coefficients  $a_{j,n}$ , and different functions are expanded

into the series over different rational functions. But the series (27) with the coefficients  $a_{j,n} = \lambda_j \beta_n$  constitute the functions  $b(z)$  expanded into the series over the same system of consecutive derivatives of the kernel function (5). The sum of series (27) cannot be zero there (see Introduction). Secondly, series (27) and the Appell series converge in the domain  $D_{\infty}$ . The sum of the Appell series equals zero in the neighborhood of the point at infinity because it follows from the decomposition of the Cauchy integral into a series. But the sum of the series (27) (with  $b(z) \not\equiv 0$ ) cannot be zero there. In fact, the difference equation  $(Vf)(z) = 0$  in the neighbourhood of infinity has only the trivial solution. It suffices to apply the Borel transformation.

**Remark 8.** All the results obtained in the previous section (except Theorem 6, where the evenness of the kernel function was used at a significant extent) can be extended to the case of an arbitrary kernel for which  $m = 0$ .

Let us define the function  $\alpha(z)$  in the circular lunes as an analytic extension of  $\alpha(t)$  from the respective side of the square. Let us introduce the functions  $h_k = WE^{(k)}$  and a system of integrals of the Cauchy type

$$Q_{k(z)} = (2\pi i)^{-1} \int_L h_k(\tau) (\tau - z)^{-1} d\tau, |z| > \frac{\sqrt{2}}{2}, k = \overline{0, \infty}. \quad (30)$$

Then, by virtue of Lemma 3, we have  $(a_m^+, Q_k^-) = \delta_{m,k}$ .

Take the function  $b(z) \in \tilde{A}\left(|z| < \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$  [16] and construct the following biorthogonal series

$$b(z) \sim \sum_{m=0}^{\infty} \theta_m a_m(z), |z| < \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (31)$$

with the coefficients  $\theta_m = (b^+, Q_m^-)$ .

**Theorem 7.** Let  $b^+ \in C^2(L)$  and  $b^+(t_j) = 0, j = \overline{1, 4}$ . Then the series (31) converges to the generating function uniformly in the closed disk  $|z| \leq \frac{\sqrt{2}}{2}$ .

**Proof.** Additional requirements on the boundary values of the function  $b(z)$  ensure the uniform convergence of the series (31) on the circle  $L$ . It is sufficient to notice that  $\theta_m = -(b^+, h_m)$ , and to apply the integration-by-parts formula twice considering the functions  $b^+(t)$  and  $b^{''}(t)$  as the consecutive Leibniz terms. Then, the difference  $\psi(z)$  between the function  $b(z)$  and its biorthogonal series satisfies the conditions

$$\begin{aligned} & \int_L \psi^+(t) h_k(t) dt = \\ & 0 \Rightarrow \int_{\partial D_0} (W\psi^+)(t) E^{(k)}(t) dt = 0, \\ & \Rightarrow \int_{\partial D} (\psi^+ + W\psi^+)(t) E(t - z) dt = 0, z \in D; k = \overline{0, \infty}, \end{aligned}$$

and in view of Lemma 2, we have  $\psi^+ = -W\psi^+ \Rightarrow \psi(z) \equiv 0$ , which concludes the proof.

**Remark 9.** The points of the uniform and absolute convergence of the biorthogonal series in Theoremes 4,5, and 7 coincide.

## 5. Applications to the moment problem

We point out applications of the difference equation (1) to the moment problem for entire functions of exponential type. Let us consider the domain  $D$  as an

adjoint indicator diagram of the entire function  $F(z)$  Borel associated with  $f(z)$ . Let us restrict ourselves to the case of an unconditionally solvable problem (1) (as an example of the case III examined in Section 2). Let us write it in the following form using the Borel transformation

$$\sum_{j=1}^4 \lambda_j \int_{\Gamma_j} F(t) \exp[-\sigma_j(z)t] dt = g(z), z \in D, \quad (32)$$

where  $\Gamma_j$  is the ray  $\arg z = -\frac{\pi}{2}j$ , as the points  $\sigma_j(z)$  lie outside  $\bar{D}$  at  $z \in D$ . Let us equal the Maclaurin coefficients in the left and the right sides of (32) in order to obtain the moment problem

$$L(F, k) \equiv \sum_{j=1}^4 \lambda_j \int_{\Gamma_j} F(t) (-1)^k t^k \exp[-h_t \cdot t] dt = g^{(k)}(0), k = \overline{0, \infty}.$$

Here we have  $h_t = \{i^j, t \in \Gamma_j\}$ . Let us now consider the moment problem

$$L(F, k) = \mu_k \quad (33)$$

within the class of entire functions of exponential type  $F(z)$ , with  $f(z) \in B$ .

**Theorem 8. Let the radius  $R$  of convergence of the power series**

$$g(z) = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\mu_j z^j}{j!}$$

be at least  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ . Then, the moment problem (33) is unconditionally and uniquely solvable.

The moment problem (33) is a generalization of the classical Stieltjes moment problem in the case of four rays. Entire functions of exponential type  $F(z)$  has the indicator  $h_F(\theta) = 2^{-1}(\cos \theta + \sin \theta)$ ,  $\theta \in [0, \frac{\pi}{2}]$ ;  $h_F(\theta + \frac{\pi}{2}) = h_F(\theta)$ , i.e., the piecewise exponential weight  $\exp[-h_t \cdot t]$  guarantees the convergence of the improper integrals (32). In some special cases, the equation (1) allows to explore the classical Stieltjes moment problem (see, for example, [8]) or a generalization of this problem to the case of two orthogonal rays. We can show that  $F(z)$  is an entire function of regular growth ([19], Ch. III) in the case  $R > 1$ , exactly the same way as it was done in [10].

#### References

1. Agayev G. N. To the theory of the singular equation in Banach spaces // Proceedings of the Institute of Physics and Mathematics Of the Academy of Science of Azerbaijan Soviet Socialist Republic, Math. series.-1959.- 8.-P.23-27.
2. Aksentyeva E. P. Weierstrass functions in boundary value problems.-Kazan: Kazan State University, 1994.-42 pp.
3. Aksentyeva Ye. P., Garifyanov F. N. On the investigation of an integral equation with a Carleman kernel // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat.-1983.-№ 4.-P.43-51.
4. Appell P. Développements en série dans une aire limitée par des arcs de cercle //Acta Math.-1882.-1, № 1.-P.45-152.
5. Appell P. Développements en série d'une fonction holomorphe dans une aire limitée par des arcs de cercle //Math. Ann.-1883.- 21, № 1, P.118-124.
6. Bieberbach L. Analytische Fortsetzung. Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete (N.F.). Heft 3.- Berlin-Gettingen-Heidelberg: Springer-Verlag, 1955.- P.240.
7. Chibrikova L. I. Boundary value problems for a rectangle // Kazan. Gos. Univ. Uchen. Zap. 123.-1963.- kn.10.-P.15-39.
8. Garifyanov F. N. Stieltjes moments of entire functions of exponential type //Mat. Zametki.-2000.-67, № 5, P.674-679; translation in Math. Notes 67 (2000), no. 5-6, 572-576.
9. Garifyanov F. N. The problem of inverting a singular integral, and difference equations for functions that are analytic outside a square // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat.-1993.- № 7.-P.7-16; translation in Russian Math. (Iz. VUZ) 37 (1993), no. 7, 5-14.
10. Garifyanov F. N., Modina S. A. On the four-element equation for functions analytic outside the trapezoid and its applications. Sibirsk. Mat. Zh. 52 (2011), no. 2, 243-249; translation in Sib. Math. J. 52 (2011), no. 2, 191-196.
11. Garifyanov F. N. On regularization of certain difference equations // Contemporary problems of mathematical analysis.-Rostov-on-Don: Gingo, 2000.-P.67-72.
12. Garifyanov F. N. On the regularization of a class of difference equations // Sibirsk. Mat. Zh.-2001.-42, № 5.-P.1012-1017; translation in Siberian Math. J. 42 (2001), no. 5, 846-850.
13. Garifyanov F. N. Transformations of biorthogonal systems, and some of their applications. I // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat.-1996.-№ 6.-P.5-16; translation in Russian Math. (Iz. VUZ) 40 (1996), no. 6, 3-13.
14. Garifyanov F. N., Nasirova E. V. Regularization of linear difference equations with analytic coefficients and their applications // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat.-2011.-№ 11.-P.78-83; translation in Russian Math. (Iz. VUZ) 55 (2011), no. 11, 66-70.
15. Garifyanov F.N. Transformations of biorthogonal systems, and some of their applications. II // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Mat.- 1996.-//8.-P.13-24; translation in Russian Math. (Iz. VUZ) 40 (1996), no. 8, 11-22.
16. Khavin V. P. Spaces of analytic functions // Math. Analysis.-Moscow: Akad. Nauk SSSR Inst. Nauchn. Informacii.-1966(1964 (Russian)).- P.76-164.
17. Korobeynik Yu. F. Representative systems // Uspekhi Mat. Nauk.-1981.- 36, № 1(217).-P.73-126.
18. Leont'ev A. F. Ryady eksponent. [Exponential series].-Moscow: Izdat. Nauka, 1976.-536 p.
19. Levin B. Ya. Distribution of zeros of entire functions.-Providence, R.I.: American Mathematical Society, 1964.- 493 pp.
20. Walsh J. L. Interpolation and approximation by rational functions in the complex domain. Fourth edition.-Providence, R.I.: American Mathematical Society Colloquium Publications.-1965.-Vol. XX.- 405 p.

# ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал  
№ 11 (56)/ 2018  
2 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Художник: Косыгин В.Т

Верстка: Зарубина К.Л.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ; [www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия