

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. М. АКМУЛЛЫ»**

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**Материалы национальной научно-практической конференции  
8-9 июня 2020 г.**

**Том II**

**Уфа–2020**

УДК 168.521  
ББК 20  
С56

*Печатается по решению экспертного научного совета  
Башкирского государственного педагогического университета  
им. М. Акмуллы*

**Современные проблемы и перспективы развития естествознания:** материалы Национальной научно-практической конференции 8-9 июня 2020 г. Т. II. – Уфа: Издательство БГПУ, 2020. – 130 с.

В сборник вошли материалы, представленные участниками Национальной научно-практической конференции «Современные проблемы и перспективы развития естествознания». Во II том включены материалы секций «Сельскохозяйственные наук», «Технические наук», «Физико-математические науки» и «Химические науки».

**Редакционная коллегия:**

С.Т. Сагитов  
В.Н. Саттаров  
Е.В. Соболев  
Н.В. Суханова  
А.А. Кулагин  
И.М. Борисов  
В.Ю. Горбунова  
Л.А. Гайсина  
И.В. Кудинов

ISBN 978-5-907176-73-7

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Показатели санитарного состояния молока в зависимости от возраста коров <i>Гафаров Ф.А., Фаизова М. М., Камашева А. Ш.</i> .....	6
Оценка мясной продуктивности бычков черно-пестрой породы и их помесей с голштинами <i>Гафарова Ф.М., Сулейманова С.Э.</i> .....	8
Бизнес-модель перехода пасеки на кочевание <i>Земскова Н.Е., Мельникова Е.Н.</i> .....	11
Экономическое обоснование кремования подсолнечникового меда <i>Земскова Н.Е., Мельникова Е.Н.</i> .....	15
Оценка гибридов гусей по воспроизводительным показателям <i>Иванов Е.В., Валитов Ф.Р., Гадиев Р.Р.</i> .....	19
Полевые изоляты рода <i>PENICILLIUM</i> в сельскохозяйственной продукции <i>Потехина Р.М., Тарасова Е.Ю., Титова В.Ю., Сагдеева З.Х., Матросова Л.Е.</i> .....	22
Техника безопасности, гигиенические требования, правила осмотра при уходе и содержании за пчелиными семьями <i>Скворцов А.И., Семенов В.Г., Саттаров В.Н., Богомоллов К.В.</i> .....	26
Предотвращение роевого состояния среднерусских пчел и успешная ловля улетевших роев – стремление каждого пчеловода <i>Скворцов А.И., Семенов В.Г., Саттаров В.Н.</i> .....	29
Профилактика и лечение бактериальной инфекции личинок пчел экологиче- ски безопасным методом <i>Туктаров В.Р., Ильясова З.З.</i> .....	34
Оценка эффективности ветеринарных препаратов в борьбе с варроатозом пчел <i>Шелехов Д. В., Валеева А. С., Биккулов И.И., Гиниятуллин М.Г.</i> .....	37
Изучение антигенной и иммуногенной активности универсальной вакцины против хламидиоза сельскохозяйственных животных на лабораторных живот- ных <i>Яковлев С.И., Хусаинов Ф.М., Евстифеев В.В., Хусаинова Г.И., Хамидуллина Р.З.</i> .....	40

### СЕКЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алгоритм решения задачи определения рационального плана размещения несущих конструкций при строительстве многоэтажных зданий <i>Валиахметова Ю.И., Васильева Л.И., Зинов В.И.</i> .....	46
Программное обеспечение скоринговой модели оценки кредитоспособности клиента для платформы Peer-to-peer кредитования <i>Васильева Л.И., Лакман И.А., Васильева А.К.</i> .....	54

Математическая модель и алгоритмы решения задачи размещения кругов различного радиуса в полубесконечную полосу <i>Васильева Л.И., Валиахметова Ю.И., Аюпова С.Р.</i> .....	59
Обзор алгоритмов построения маршрутов на примере задачи коммивояжера <i>Васильева Л.И., Сугал Фуад Нух, Картак В.М.</i> .....	64
Информационный ресурс для управления работой предприятия <i>Забихуллин Ф.З., Ахмадишин Р.Д.</i> .....	68
Реализация отправки заказов в информационном ресурсе предприятия <i>Забихуллин Ф.З., Бухмастова И.С.</i> .....	71
Анализ задачи автоматизации оценки самоотношения студентов в программном приложении <i>Забихуллин Ф.З., Ханнанова А.Г.</i> .....	75
Исследование возможностей обучения пожилых людей компьютерной грамотности <i>Игибаева И.Р., Васильева Л.И.</i> .....	77

### **СЕКЦИЯ. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Зарубежный опыт применения информационных технологий в области социальной защиты населения <i>Агишев Р.Х., Агишева Э.Р., Старцева О.Г.</i> ...	81
Информационный ресурс для массового онлайн тестирования знаний: оценка экономической эффективности <i>Галлямов А.С., Филиппова А.С., Дямина Э.И.</i> .....	84
Использование математического пакета MATHEMATICA при решении некоторых задач ОТО <i>Каримов Р.Х., Измаилов Р.Н., Нанди К.К.</i> .....	86
Методические рекомендации для студентов по расчету эффекта Саньяка с использованием математического пакета MATHEMATICA <i>Каримов Р.Х., Байгильдин С.С., Клименко Д.С.</i> .....	90
Использование сканирующей силовой микроскопии пьезоотклика для исследования субмикронных полимерных пленок <i>Корнилов В.М., Карамов Д.Д., Хайретдинов Р.Р., Оразова С.Б.</i> .....	92
Выявление эффективных настроек программного модуля на базе генетического алгоритма <i>Михайлова А.Н., Никитин В.К., Рамазанова Р.Р., Филиппова А.С.</i> ....	96
Об асимптотической устойчивости по системе дифференциальных уравнений с осциллирующими коэффициентам <i>Султанаев Я.Т., Сагитова А.Р.</i> .....	100
Исследование однофазной среды в высокочастотном электромагнитном поле <i>Фатыхов М.А.</i> .....	104
Факторы эффективности создания мобильного приложения для организации правильного питания и контроля веса <i>Хакимова А.В., Титова Л.Н.</i> .....	107

Обучение студентов с использованием математического пакета MATHEMATICA на примере расчета параметров аккреционных дисков <i>Юсупова Р.М., Каримов Р.Х., Измаилов Р.Н.</i> .....	110
---	-----

### СЕКЦИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Растворимость и фазовые равновесия сульфатов лития, натрия и калия в водно-этанольных растворах на уровне трехкомпонентного состава при 25°C <i>Борисов И.М., Набиев А.А., Солиев Л.</i> .....	117
--	-----

Исследование адсорбции воды сополимером диметилдиаллиламмоний хлорида и акриловой кислоты <i>Лукина Р.С., Борисов И.М., Рашидова С.Т., Ведерникова Т.Г.</i> .....	122
--	-----

Растворимость и фазовый комплекс системы $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ПРИ 50°C <i>Солиев Л., Жумаев М.Т., Тураев Р.О., Ноибова Н.З.</i> .....	128
---	-----

## СЕКЦИЯ. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.2:637.1

### ПОКАЗАТЕЛИ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ МОЛОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОРАСТА КОРОВ

*Гафаров Ф.А., Фаизова М. М., Камашева А. Ш.*  
Башкирский государственный аграрный университет, г.Уфа, Россия

**Аннотация.** Проведены исследования содержания соматических клеток в молоке коров разного возраста. В целом по стаду выявлена тенденция увеличения содержания соматических клеток в молоке коров с увеличением их возраста.

**Ключевые слова:** корова, мастит, молоко, соматические клетки, плотность, кислотность.

### SANITARY INDICATORS OF MILK DEPENDING ON THE AGE OF COWS

**Abstract.** Studies of the content of somatic cells in the milk of cows of different ages were conducted. In General, the herd shows a tendency to increase the content of somatic cells in the milk of cows with increasing age.

**Keywords:** Cow, mastitis, milk, somatic cells, density, acidity.

Молоко ценный продукт питания и единственный для новорожденного организма. Однако, как любой продукт животного происхождения зависит от окружающей среды и состояния здоровья стада. Поэтому оценке качества молока придается большое значение (Гафарова Ф.М., 2002). Молоко оценивается как по пищевой ценности, так и с точки зрения санитарно-гигиенических показателей. Эта оценка проводится наряду с оценкой молочной продуктивности и является обязательной. Продуктивность коров оценивается не только по удою, но и по качеству молока, прежде всего по содержанию жира и белка в молоке. Основными показателями, характеризующими санитарное состояние молока, являются механические примеси, микроорганизмы, остаточное количество лекарственных веществ, пестицидов, соматические клетки и т. д. (Хромова Л.Г., 2020). Также санитарное состояние молока косвенно характеризуют его химический состав, физико-химические свойства (плотность, кислотность). В табл. 1 представлены данные о составе и качественных показателях молока коров отражающих его санитарное состояние. Можно сказать, что по уровню удоев за лактацию наиболее высокие показатели наблюдались у коров четвертой лактации. До четвертой лактации наблюдается постепенное повышение удоя. У коров старшего возраста заметно некоторое снижение. Среди полновозрастных коров не было положительно реагирующих на мастит. Наличие маститных коров это уже причина высокого содержания соматических клеток в молоке. С другой стороны коровы с более высокими удоями должны были бы иметь более высокие показатели по содержанию соматических клеток, так как у них более интенсивные обменные процессы и отработанных клеток железистого эпителия должно быть больше. Но такое не наблюдается в начальном этапе лактации т.е. на втором третьем месяце. Здесь мы видим, что другие факторы как мастит большую определяющую роль имеют в выраженности показателей санитарно-гигиенического состояния молока. Однако возрастной фактор также играет свою роль. Это заметно по содержанию соматических клеток в молоке коров которые не болеют маститом. Общая закономерность изменения

содержания соматических клеток здесь также четко проявляется хотя и не в таком выраженном виде как совместно с маститными коровами.

**Таблица 1 - Санитарно-гигиенические показатели молока коров**

Показатель	Возраст, отел				
	1	2	3	4	5
Количество коров, гол.	20	28	28	21	13
Удой за 305 дней лактации, кг	4756	5090	5764	6022	5340
Бактериальная обсемененность молока, тыс/см <sup>3</sup>	370	365	275	290	420
Количество соматических клеток, шт/мл	43424	25075	20488	24107	50646
Положительно реагируют на мастит, гол.	3	2	-	-	2
%	16,7	7,4	3,1	5,9	4,5
Немаститные коровы					
Количество соматических клеток, шт/мл	26668	17072	20488	24107	34224

Контроль наличия соматических клеток позволяет оперативно выявлять молоко от маститных коров и в результате этого повысить качество продуктов, вырабатываемых из этого молока. Молоко с превышающими норму соматическими клетками может являться фактором развития аллергий и пищевых отравлений у человека, не говоря уже о том, что из такого сырья никогда не получится качественный сыр или творог (Ишмуратова Х.Г., Андреева А.Е., 2017; Ильясова З.З., Гафарова Ф.М., 2020). Соматические клетки на 70-75 % представлены лейкоцитами и на 25-30 % клетками эпителия молочной железы. Следовательно, повышенное содержание соматических клеток указывает на неблагоприятные процессы в организме в т.ч. и на возможное течение инфекционного процесса. Воспаление молочной железы (мастит), заболевания копыт, любые хронические заболевания вызывают повышение соматических клеток в молоке. Поэтому, по содержанию соматических клеток можно судить о благополучии стада по заболеваниям. Снизить количество соматических клеток в молоке можно путем профилактики и лечения заболеваний у животных (Гафарова Ф.М. и др., 2014; Фенченко Н.Г. и др., 2018). В целом по стаду сохранилась тенденция снижения содержания соматических клеток в молоке коров ко 2-3 отелам и дальнейшее повышение содержания соматических клеток в молоке коров после четвертого отела с увеличением их возраста. Такая же картина наблюдается и по бактериальной обсемененности молока (Гафарова Ф.М. и др., 2014; Фенченко Н.Г. и др., 2018).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с возрастом до третьей и даже четвертой лактации содержание соматических клеток снижается и далее идет процесс их нарастания. Полновозрастные коровы меньше болеют маститом и имеют более высокие показатели санитарно-гигиенического состояния молока. В более старшем возрасте в молоке коров увеличивается количество соматических клеток и в целом санитарно-гигиеническое состояние ухудшается.

### Список литературы

1. Гафарова Ф.М. Резервы увеличения производства продукции молочного скота. В сборнике: Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса регионов России // Материалы международной научно-практической конференции. В 3 частях. Башкирский государственный аграрный университет. 2002. С. 87-88.
2. Гафарова Ф.М., Гафаров Ф.А., Осипова И.В. Соматические клетки в молоке коров разных линий черно-пестрой породы. В сборнике: Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства // Материалы Юбилейной III Всероссийской научно-практической конференции посвященной 75-летию со дня рождения кандидата технических наук, доцента Савельева Анатолия Васильевича и 10-летию создания кафедры технологии мяса и молока ФГБОУ ВПО Башкирского ГАУ. - 2014. - С. 43-44.
3. Ильясова З.З., Гафарова Ф.М. Терапевтическая эффективность комплексного лечения мастита у коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - №1 (81). - С. 132-135.
4. Ишмуратов Х.Г., Андреева А.Е. Влияние протеиновых добавок на коэффициенты переваримости кормов, баланс азота и энергии при кормлении молодняка крупного рогатого скота. В сборнике: Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции научных сотрудников и преподавателей. - 2017. - С.144-150.
5. Фенченко Н.Г., Кутлин Н.Г., Гафарова Ф.М., Кутлин Ю.Н. Влияние производителей симментальской породы крупного рогатого скота на формирование молочной продуктивности племенного стада ОПХ "Баймакское". В сборнике: Биологические науки в XXI веке. Проблемы и тенденции развития // Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации; Башкирский государственный университет, Бирский филиал. - 2018. - С.292-299.
6. Хромова Л.Г. Молочное дело. Санкт-Петербург: учебник. Электрон. текстовые данные. Изд. 2-е, стер.:Лань, - 2020. - 332с. URL: <https://e.lanbook.com/book/129234>.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Гафаров Фанус Алхапович**, канд. сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии
2. **Фаизова Миляуша Марселевна**, магистрант
3. **Камашева Азалия Шамилевна**, магистрант

УДК: 636.598

### ОЦЕНКА МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ И ИХ ПОМЕСЕЙ С ГОЛШТИНАМИ

*Гафарова Ф.М., Сулейманова С.Э.*

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В результате проведенных исследований по изучению мясной продуктивности бычков их особенностей формирования, установлено, что во все возрастные периоды меньшей оплатой корма продукцией отличались помесные животные.

**Ключевые слова:** оценка, мясная продуктивность, черно-пестрая порода, голштинцы, помеси, крупно-рогатый скот, экстерьер.

## ASSESSMENT OF MEAT PRODUCTIVITY OF BLACK-MOTLEY BULLS AND THEIR CROSSBREDS WITH HOLSTEIN

**Abstract.** As a result of the studies carried out to study meat productivity of bulls of their formation features, it was found that in all age periods less payment of fodder products were distinguished by interference animals.

**Keywords:** assessment, meat productivity, black-and-white breed, Holstein, crossbreeds, cattle, exterior.

Отечественный и зарубежный опыт развития скотоводства, новые экономические условия, сложившаяся структура кормопроизводства определяют целесообразность и реальные возможности развития отрасли специализированного мясного скотоводства. Известно, что для более полной характеристики мясной продуктивности животных необходимо провести взвешивания животных, для определения формирования мясной продуктивности необходимо проводить контрольный убой определяющий количество и качество мясной продукции (Гафаров Ф.А., 2011; Кутлин Ю.Н. и др., 2019).

Мясную продуктивность подопытных бычков изучали по динамике живой массы бычков, по результатам контрольного убоя после окончания выращивания и откорма на убойной площадке хозяйства. Для опыта были сформированы 2 группы бычков с учетом породы, возраста, пол животного.

Для контрольного убоя из каждой группы методом случайной выборки отобрали по 3 головы (Макулова А.Б., Гафаров Ф.А., 2012; Фенченко Н.Г. и др., 2019).

Об интенсивности увеличения живой массы, линейных размеров и объёмов тела животного судят по абсолютным показателям и по относительной скорости роста за тот или иной период. В таблице 1 представлены данные о динамике живой массы бычков черно-пестрой породы и их помесей с голштинами.

**Таблица 1 - Динамика живой массы бычков, кг ( $X \pm S_x$ )**

Возраст, мес.	Группа	
	Контрольная	Опытная
Новорожденные	26,93 $\pm$ 0,33	29,73 $\pm$ 0,26
3	97,80 $\pm$ 0,47	100,60 $\pm$ 0,56
6	163,67 $\pm$ 0,70	167,87 $\pm$ 0,46
9	227,60 $\pm$ 0,87	233,47 $\pm$ 0,47
12	301,00 $\pm$ 1,02	306,93 $\pm$ 0,18
15	366,53 $\pm$ 2,06	376,87 $\pm$ 0,97
18	437,42 $\pm$ 1,00	448,00 $\pm$ 0,97

Из табл. 1 следует, что в наших исследованиях межгрупповые различия по живой массе установлены уже у новорожденных животных. Помеси черно-пестрых х голштинцы крупнее чистопородных черно-пестрых бычков на 2,8 кг или 2,86 %.

В 15-ти мес. возрасте весовой рост превышал показатели второй группы - на 10,34 (6,77 %). Различия в живой массе выращиваемого молодняка обусловлены разной интенсивностью роста. Можно утверждать, что во все возрастные периоды животные всех групп показали высокие среднесуточные приросты (Хазиахметов Ф.С. и др., 2005; Хамируев Т.Н. и др., 2019).

С целью сравнительного изучения мясной продуктивности чистопородного и

помесного молодняка нами были проведены контрольные убой животных в 15 и 18-месячном возрасте, по три головы из каждой группы. Результаты контрольных убоев приведены в табл. 2.

**Таблица 2 - Результаты контрольных убоев подопытных бычков (X±S)**

Показатели	Возраст и группа животных			
	15 мес.		18 мес.	
	Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
Количество животных, гол	3	3	3	3
Съемная живая масса, кг	370,00±0,54	374,00±0,54	438,00±2,36	445,67±1,78
Предубойная живая масса, кг	357,00±0,29	360,90±0,09	424,93±2,31	432,33±1,59
Масса парной туши, кг	195,30±1,02	202,50±0,47	227,30±2,76	238,60±1,66
Масса внутреннего жира, кг	5,30±0,33	6,10±0,35	6,40±0,38	6,90±0,45
Убойная масса, кг	200,60±1,01	208,60±0,38	233,70±1,99	245,50±1,46
Выход туши, %	54,70±0,25	56,10±0,12	53,50±0,36	55,20±0,19
Выход жира, %	1,50±0,09	1,70±0,09	1,50±0,09	1,60±0,09
Убойный выход, %	56,20±0,25	57,80±0,09	55,00 ±0,26	56,80±0,14

Из табл. 2 мы видим, что в разные возрастные периоды черно-пестрые х голштинские бычки превосходят данные черно-пестрых чистопородных животных. Также выход туши и убойный выход достоверно выше у черно-пестрых х голштинов, чем у чистопородных черно-пестрых животных. В 18-месячном возрасте черно-пестрые х голштинские помеси превосходят своих сверстников по данному показателю на 0,8 %, соответственно. Полученные данные, позволяют говорить о том, что у чистопородных животных результаты опыта оказались несколько выше, чем у помесей (Фазылетдинова А.Р., Гафаров Ф.М., 2015).

Таким образом, установлено, что при выращивании и откорме бычков до 15-месячного возраста данный показатель выше у черно-пестрых х голштинских помесей - на 0,7 % чем у чистопородных. Аналогичные результаты получены и в 18-месячном возрасте, помеси первого поколения превосходят своих чистопородных сверстников по уровню рентабельности на 0,4 %.

#### Список литературы

1. Гафаров Ф.А. Откормочные и мясные качества бычков бестужевской породы. В сборнике: «Состояние, проблемы и перспективы производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию факультета пищевых технологий. ФГОУ ВПО "Башкирский государственный аграрный университет", факультет пищевых технологий, кафедра технологии мяса и молока. 2011. - С. 76-77.

2. Кутлин Ю.Н., Каримов Ф.А., Галиева З.А., Гафаров Ф.А. Корреляция между живой массой и относительной скоростью роста бычков разных генотипов. В сборнике: «Современные тенденции в биологических науках XXI века». Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции. Министерство образования и

науки Российской Федерации, Бирский филиал Башкирского государственного университета. - 2019. - С. 231-238.

3. Макулова А.Б. Потребление корма молодняком бестужевской породы и ее помесями с салерской. Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: / А.Б.Макулова, Ф.А.Гафаров // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2012. - С. 70-72.

4.Фенченко Н.Г., Хайруллина Н.И., Гафарова Ф.М. Влияние уровня интенсивности выращивания на мясную продуктивность бычков черно-пестрой породы. В сборнике: «Продукты питания: производство, безопасность, качество» /Материалы Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет». - 2019. - С. 24-27.

5. Хазиахметов Ф.С. Нормированное кормление сельскохозяйственных животных: учебное пособие/ Ф.С. Хазиахметов, Б.Г. Шарифьянов, Р.А. Галлямов. – СПб.: Лань, 2005. - С.272.

6. Хамируев Т.Н., Гафаров Ф.А., Дик Е.Н.Сопряженность фенотипических признаков у скота герфордской породы отечественной и зарубежной селекции. В сборнике: «Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства» / Материалы VII Международной научно-практической конференции, проводимой совместно с Томским сельскохозяйственным институтом - филиалом ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ. - 2019. - С. 110-115.

7. Фазылетдинова А.Р. Прогрессивные технологии выращивания молодняка / А.Р. Фазылетдинова, Ф.М.Гафарова. // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства / Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, 18-20 апреля 2015г. - С.79- 81.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**1. Гафарова Фатыма Масфулловна**, канд. сельскохозяйственных наук, доцент кафедры физиологии, биохимии и кормления животных

**2. Сулейманова София Эриковна**, магистрант кафедры физиологии, биохимии и кормления животных

**УДК 638.14.015**

#### **БИЗНЕС-МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА ПАСЕКИ НА КОЧЕВАНИЕ**

*Земскова Н.Е., Мельникова Е.Н.*

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
п. г. т. Усть-Кинельский, Россия

**Аннотация.** Проведен анализ перехода стационарного метода ведения пчеловодства на кочевое в Самарской области. Выявлены преимущества и недостатки обоих методов. Проведена калькуляция инвестиций в кочевое пчеловодство и установлена экономическая эффективность перехода на кочевание.

**Ключевые слова:** стационарная пасека, кочевая пасека, инвестиции, Самарская область.

## PASEK NOMADIC BUSINESS MODEL

**Abstract.** Analysis of transition of stationary method of beekeeping to nomadic beekeeping in Samara region was carried out. Advantages and disadvantages of both methods have been identified. The calculation of investments in nomadic beekeeping was carried out and the economic efficiency of transition to nomads was established.

**Keywords:** stationary pasek, nomadic pasek, investments, Samara region.

Самарская область расположена в юго-восточной части европейской территории России, в Поволжье. Исторически сложившаяся совокупность видов растений, произрастающих на территории Самарской области представлена достаточно широко и разнообразно. Здесь произрастает около 2000 видов высших растений и около 200 из них имеют практическое значение для пчеловодства.

Лесной фонд сконцентрирован, в основном, в лесостепной и переходной (буферной) зонах; степи, богатые кустарником и разнотравьем, распространены во всех четырех природно-ландшафтных зонах и особенно в степной и сухостепной. Степные районы являются базой волжского земледелия. Распаханные площади в области составляют 70-80% территории. Основными посевными сельскохозяйственными культурами Самарской области являются гречиха, подсолнечник, донник и многолетние травы [1]. Установлено, что высокая посещаемость цветков растений насекомыми-опылителями приводит к повышению нектаропродуктивности, росту урожайности, качества семян и плодов. Существует и обратная связь: высокая нектаропродуктивность растений благоприятно сказывается на биологических особенностях пчелиных семей [2]. Из двадцати семи районов Самарской области, Челно-Вершинский – один из наиболее удаленных районов лесостепной зоны. Ввиду наличия благоприятных условий для развития сельскохозяйственного производства в районе возможно создание конкурентного пчеловодства путем смещения акцента на кочевание.

Рассмотрим стационарный и кочевой методы ведения хозяйства в аспекте преимуществ и недостатков (рис. 1).



Рис. 1 - Методы ведения пчеловодческого хозяйства

Итак, стационарное ведение пчеловодческого хозяйства имеет ряд недостатков, связанных с ограниченным радиусом лета пчел, т.е. пчелосемья охватывает максимум 5 километров от пасеки, и выход меда полностью зависит от медоносов, расположенных на этой территории. Главными недостатками стационарного метода ведения хозяйства являются: низкая рентабельность, отсутствие широкого ассортимента производимого меда или риск его полного отсутствия.

Единственным недостатком кочевого метода является необходимость дополнительного оснащения пасеки грузовым транспортом и дополнительные трудозатраты. Риск неполучения меда сводится к минимуму, или отсутствует.

За счет смены стратегии ведения хозяйства на кочевую пасеку и организации «точков», дополнительно возможно планировать производство следующих сортов меда: липовый, подсолнечниковый, гречишный, донниковый, рапсовый и эспарцетовый; увеличение производства иной пчелопродукции: воска, прополиса, подмора; переработка избытка и низких сортов меда (например, подсолнечниковый) в крем-мед. Кроме того, за счет кочевой пасеки возможно развивать такие направления деятельности как оказание услуг опыления местным сельхозпроизводителям и агротуризм. Примерный план дополнительных расходов представлен в таблице 1.

**Таблица 1 - План расходов**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование (статья) расходов</b>	<b>Количество, шт.</b>	<b>Планируемые затраты, руб.</b>
1	Автомобиль ГАЗель 33027	1 шт.	850 000
2	Медогонка Грановского V5 8ДА-220/12	2 шт.	137 700
3	Тележка-подъемник "Профи"	1 шт.	15 000
4	Рекристаллизатор РМ-100	1 шт.	205 200
5	Стол-воскотопка "Профи"	1 шт.	16 800
6	Станок для распечатки рамок 220В	1 шт.	36 000
7	Пресс для отжима забруса и сока	1 шт.	9 000
8	Емкости для меда, 1000 л	3 шт.	34 650
9	Ульи	57 шт.	258 317
10	Дегидратор	1 шт.	104 000
Всего			1 666 667

Пасечное хозяйство, планирующее переход на кочевое пчеловодство рассчитывает на увеличение количества пчелосемей с 50 до 150 шт., путем приобретения пчелопакетов и самостоятельным делением пчелосемей во время сезона роения.

В результате реализации перехода на кочевание, планируется выйти на объемы производства продукции, показанные в таблице 2. На пятый год планируется выйти на объем производства меда равный 10,9 т.

**Таблица 2 -План производства продукции**

Показатель	Ед. изм.	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Мед, в т.ч.:	кг	3 640	8 965	9 384	9 880	10 905	10 905
мед 1 качки	кг	1 400	2 145	2 304	2 470	2 805	2 805
мед 2 качки	кг	2 240	3 300	3 480	3 640	3 900	3 900
мед 3 качки	кг	0	3 168	3 240	3 393	3 780	3 780
Крем-мед	кг	0	352	360	377	420	420
Прополис	кг	0,3	1,6	1,7	1,8	2	2
Подмор	кг	0	3	3,5	4	5	5
Агротуризм	шт.	0	15	15	15	15	15

С ростом объемов производства увеличивается и объем произведенной продукции с 2020 по 2025 гг. Однако, с увеличением мощности хозяйства, продуктивность каждой отдельной семьи несколько снижается. Такое явление является естественным процессом расширяющегося пчеловодства.

В хозяйстве преобладает производство меда 2-й качки, в 2025 году объём его производства составит 3,9 т., это связано с наиболее эффективными медоносами, характерными для периода второй качки.

При оценке эффективности перехода на кочевание рассчитаны следующие показатели:

- срок окупаемости (РВР). Сроком окупаемости («простым») называется продолжительность периода от начала расчета до наиболее раннего интервала планирования, после которого чистый доход проекта становится и в дальнейшем остается положительным.

- чистый доход проекта рассчитывается нарастающим итогом на основе денежного потока, состоящего из притока (поступления от реализации продукции (услуг), внереализационные доходы) и оттока (издержки, текущие затраты (без амортизации), налоги и отчисления).

- чистая приведенная стоимость (NPV). Важнейшим показателем эффективности проекта является чистая приведенная стоимость, которая равна значению чистого дисконтированного дохода на последнем интервале планирования (накопленный дисконтированный эффект, рассчитанный нарастающим итогом за период расчета проекта). Чистая приведенная стоимость характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами с учетом ставки дисконтирования – темпа инфляции, минимальной нормы прибыли и поправки на риски. Необходимо, чтобы чистая приведенная стоимость проекта была положительна.

- внутренняя норма доходности (IRR), или ставка дисконтирования, при которой чистая приведенная стоимость проекта обращается в ноль (табл. 3).

**Таблица 3 - Оценка экономической эффективности перехода на кочевое пчеловодство**

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Выручка, всего	780	2417	2723	3090	3683	3683
Затраты (без амортизации)	677	1259	274	274	1676	1676
Единый с.-х. налог	6	72	150	172	123	123

Расходы на приобретение активов (инвестиции)	1666,7	0	0	0	0	0
Чистые выгоды	-570	1085	2299	2644	1884	1884
Коэффициент дисконтирования	0,935	0,873	0,816	0,763	0,713	0,666
Дисконтированный поток	-532,6	947,5	1875,9	2017,5	1343,4	1254,9
Накопленный дисконтированный поток	-532,6	414,8	2290,8	4308,2	5651,7	6906,6

В оценке относительной доходности инвестиций используется индекс рентабельности инвестиций (*Profitability Index*), который обозначается PI и рассчитывается как:  $PI = NPV / I$ , где: I – сумма инвестиций в проект в руб.; PI (*Profitability Index*) – коэффициент рентабельности инвестиций (табл. 4).

**Таблица 4 - Экономическая эффективность от планируемой деятельности**

Эффективность полных инвестиционных затрат	Значение показателя
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. руб.	6 906
Дисконтированный срок окупаемости (PBP), лет	2 года 7 месяцев
Внутренняя норма рентабельности (IRR), %	20%

Таким образом, коэффициент рентабельности инвестиций составит 20%. Высокие интегральные показатели эффективности подтверждают высокую вероятность успешной реализации перехода на кочевое пчеловодство.

#### Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Самарской области за 2018 год: [http://www.priroda.samregion.ru/external/priroda/files/c\\_116/Doklad\\_ob\\_ekologicheskoy\\_situatsii\\_na\\_territorii\\_Samarskoj\\_oblasti\\_-\\_2018\\_god.pdf](http://www.priroda.samregion.ru/external/priroda/files/c_116/Doklad_ob_ekologicheskoy_situatsii_na_territorii_Samarskoj_oblasti_-_2018_god.pdf).
2. Земскова Н.Е. Медоносные ресурсы Самарской области / Н.Е. Земскова, В.Н. Саттаров, В.Р. Туктаров, Д.Р. Богоутдинова // Пчеловодство. – 2016. – №6. – С. 20-22.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Земскова Наталья Евгеньевна, д-р.биол.наук, профессор кафедры «Зоотехния»
2. Мельникова Елена Николаевна, соискатель кафедры «Зоотехния»

УДК 638.14.015

### ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КРЕМОВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО МЕДА

*Земскова Н.Е., Мельникова Е.Н.*

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
п. г. т. Усть-Кинельский, Россия

**Аннотация.** Проведен анализ способа увеличения объемов реализации подсолнечного меда путем кремования в Самарской области. Выявлены преимущества потребительских свойств подсолнечного крем-меда по сравнению с натуральным, и

экономическая эффективность его реализации, что отразилось в получении дополнительной прибыли, составляющей 71000 руб. в первый год производства, с учетом всех первоначальных затрат.

**Ключевые слова:** подсолнечник, подсолнечный мед, кремование, крем-мед, Самарская область.

## ECONOMIC JUSTIFICATION OF SUNFLOWER HONEY CREMATION

**Abstract.** An analysis of method of increasing sales volumes of sunflower honey by cremation in Samara region was carried out. The advantages of consumer properties of sunflower cream honey compared to native ones were revealed, and the economic efficiency of its implementation, which was reflected in the receipt of additional profit of 71000 rubles in the first year of production, taking into account all initial costs.

**Keywords:** sunflower, sunflower honey, cremation, cream honey, Samara region.

Исторически сложившаяся совокупность видов растений, произрастающих на территории Самарской области представлена достаточно широко и разнообразно. По различным оценкам здесь произрастает от 1 500 до 1 800 видов высших растений и примерно 180 из них имеют практическое значение для пчеловодства.

Самарская область подразделяется на четыре природно-ландшафтные зоны: лесостепную, буферную (переходную от лесостепной к степной), степную и сухостепную. По данным государственного лесного реестра, по состоянию на 01.01.2019 года, общая площадь лесов Самарской области составляет 766,2 тыс. га, в том числе покрытая лесом площадь – 687,2 тыс. га, лесистость – 12,8%, т.е. область малолесная. Расположены леса по территории области крайне неравномерно, так, например, на юге занято 2% от общей площади, на севере этот показатель колеблется от 22 до 25% [4]. В Самарской области распространены луговые (северные) степи, настоящие или ковыльно-типчаковые (южные), а также особые типы степей – кустарниковые, каменистые и песчаные. Степные районы являются базой волжского земледелия. Распаханные площади в области составляют 70-80% территории [1].

Основными посевными сельскохозяйственными культурами Самарской области являются гречиха и подсолнечник. По данным Росстата и экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр», посевные площади подсолнечника в Самарской области составляют 688,7 тыс. га [7]. Значительно ниже данный показатель по посевам гречихи – 17,5 тыс. га [2]. Таким образом, можно утверждать, что данная территория характеризуется липово-подсолнечниково-многолетнетравным типом медосбора.

Основной товарной продукцией пчеловодства является мед. Установлено, что липовый и гречишный мед обладает не только профилактическим, но и лечебным действием, поэтому несмотря на высокую стоимость, данные виды меда имеют наивысший спрос [3; 6].

Однако следует отметить, что более полумиллиона гектаров в Самарской области засеяно подсолнечником, имеющим медопродуктивность 30-50 кг/га и дающим самый распространенный и недорогой по цене мед. Данный продукт, в отличие от липового и гречишного, имеет не сильно выраженного аромата и быстро кристаллизуется, что снижает его потребительские свойства и покупательский спрос. Тем не менее, обладая целым рядом целебных свойств, подсолнечный мед также должен занимать достойное место в рационе человека.

В целях улучшения потребительских свойств данного продукта и повышения товарности пасек предлагается кремование подсолнечного меда путем механического размешивания как свежего жидкого меда, так и закристаллизованного.

На российском рынке крем-мед появился сравнительно недавно, но уже занял устойчивую позицию. Кремообразование натурального меда приводит к разрушению

крупных кристаллов и снижению вязкости. В результате получается воздушная масса белого цвета однородной структуры. В мед при взбивании попадает кислород и это увеличивает его в объеме.

Согласно проведенным исследованиям, по качеству и безопасности крем-мед соответствует ТУ 10.89.19-001-0144738937-2019 «Крем-мед Самарский» и ТР ТС 021/2011 и имеет следующие характеристики (табл. 1, 2).

**Таблица 1 - Органолептические и физико-химические показатели продукта «Крем-мед Самарский»**

Наименование показателя	Норма	«Крем-мед Самарский»
Внешний вид (консистенция)	Жидкий, полностью закристаллизованный (твердый), частично закристаллизованный. С наличием добавок по рецептуре	частично закристаллизованный
Аромат	Приятный, без постороннего запаха. С ароматом, свойственным внесенным ингредиентам и сорту мёда	приятный, без постороннего запаха
Вкус	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса. С привкусом, свойственным внесенным ингредиентам и сорту мёда	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса, свойственный подсолнечниковому меду
Массовая доля воды, %	не более 20	18,7
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	не менее 65	67,3
Массовая доля фруктозы и глюкозы суммарно, %	не менее 60	66,0
Массовая доля сахарозы, %	не более 5	3,0
Диастазное число, ед. Готе	не менее 8	11,4
Массовая доля ГМФ, млн <sup>-1</sup> (мг/кг)	не более 25	19,6
Качественная реакция на ГМФ	отрицательная	отрицательная
Массовая доля нерастворимых в воде примесей, %	не более 0,1	0,03
Механические примеси	не допускаются	отсутствуют
Признаки брожения	не допускаются	отсутствуют

Наибольшим спросом крем-мед пользуется на различных публичных мероприятиях: сельскохозяйственных выставках, ярмарках, фестивалях, что дает пчеловодам популяризовать свой товар.

**Таблица 2 - Показатели безопасности продукта «Крем-мед Самарский»**

Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	«Крем-мед Самарский»
Свинец	0,5	0,02
Мышьяк	0,2	0,03
Кадмий	0,1	0,01
Ртуть	0,03	0,003
Пестициды:		
ГХЦГ ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ – изомеры)	0,005	менее 0,001
ДДТ и его метаболиты	0,005	менее 0,001
2,4-D кислота, ее соли и эфиры	не допускается	не обнаружено
Ртутьорганические пестициды	не допускается	не обнаружено

Что касается экономической эффективности внедрения технологии кремования меда, то она очевидна: 1 кг подсолнечного меда равен 60-90 руб. 1 кг крем-меда – от 1400 руб. Для изготовления крем-меда используется кремовалка на 100 л (150 кг меда), стоимостью 55000 руб. Для повышения объемов реализации крем-меда рекомендуется расфасовывать его в потребительскую тару, объемом 250 мл (табл. 3).

**Таблица 3 -Экономическая эффективность производства и реализации продукта «Крем-мед Самарский»**

Показатели	Подсолнечный мед	Подсолнечный крем-мед
Стоимость 100 кг, руб.	9000	140000
Дополнительные затраты, руб.	-	60000
Розничная тара (250 г), руб.	1200	1200
Цена реализации продукции, руб./уп.	25,0	350,0
Выручка, руб.	7800	78000
Дополнительная прибыль, руб.	-	71000

Таким образом, производство крем-меда обладает рядом преимуществ. Данный продукт обладает привлекательный внешний вид, однородную, кремообразную консистенцию, выраженный аромат и легкость при расфасовке за счет снижения тягучести. Дополнительная прибыль при реализации 100 кг крем-меда, с учетом необходимых дополнительных затрат первого года производства составляет 71000 руб.

#### Список литературы

1. Земскова Н.Е., Туктаров В.Р., Ахерьянова Г.Ш. Медоносные ресурсы и численный потенциал пчел в Самарской области // Современные проблемы пчеловодства: I международная научно-практическая конференция по пчеловодству в Чеченской Республике. 2017 Издательство: Чеченский государственный университет (Грозный), 2017, с. 109-113.
2. АгроНовости еженедельная бизнес-газета <https://agro-bursa.ru/gazeta/krupyanye-krupy/2019/07/29/obzor-rynka-krupyanykh-kultur-i-krup.html>.
3. Гречишный мед: польза и вред <https://www.tauba.ru/lechenie-bolezni/grechishnyiy-med-poleznyie-svoystva-i-protivopokazaniya.html>;
4. Доклад об экологической ситуации в самарской области за 2018 год: [http://www.priroda.samregion.ru/external/priroda/files/c\\_116/Doklad\\_ob\\_ekologicheskoy\\_situatsii\\_na\\_territorii\\_Samarskoj\\_oblasti\\_-\\_2018\\_god.pdf](http://www.priroda.samregion.ru/external/priroda/files/c_116/Doklad_ob_ekologicheskoy_situatsii_na_territorii_Samarskoj_oblasti_-_2018_god.pdf).
5. Крем-мед или взбитый мед – что это такое и как его производят?<https://behoneybee.ru/med/vidy/vzbityj-krem-med.html>.

6. Польза липового меда <https://portalmeda.ru/pcheloproducty/med/polza-lipovogo-meda.html>

7. Посевные площади подсолнечника в России. Итоги 2019 года <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-podsolnechnika-v-rossii-itogi-2019-goda/>.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Земскова Наталья Евгеньевна**, д-р.биол.наук, профессор кафедры «Зоотехния»

2. **Мельникова Елена Николаевна**, соискатель кафедры «Зоотехния»

УДК 636.598.003

### ОЦЕНКА ГИБРИДОВ ГУСЕЙ ПО ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Иванов Е.В., Валитов Ф.Р., Гадиев Р.Р.*

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В данной статье представлены данные о яйценоскости, оплодотворенности и выводе гусей различных генотипов. Результаты, полученные в ходе исследований, свидетельствуют о целесообразности получения помесного молодняка гусей, полученного при скрещивании гусаков холмогорской породы с гусынями кубанской породы.

**Ключевые слова:** гуси, холмогорская порода, кубанская порода, гибриды, яйценоскость, выводимость.

### EVALUATION OF GUSEY HYBRIDS BY REPRODUCTIVE INDICATORS

**Abstract.** This article presents data on egg production, fertilization, and inference of various genotypes. The results obtained in the course of research indicate the feasibility of obtaining cross-breed young geese, obtained by crossing geese of the kholmogorsky breed with geese of the kuban breed.

**Keywords:** geese, kholmogorskaya breed, kuban breed, hybrids, egg production, hatchability.

#### Введение

На сегодняшний день птицеводство в Российской Федерации бурно развивается и располагает большими возможностями для полного удовлетворения внутренних потребностей в птицеводческой продукции за счет собственного производства. Однако следует отметить, что в последнее десятилетие наблюдается существенное сокращение удельного веса отечественных пород и кроссов сельскохозяйственной птицы в производстве продукции, что является серьезной угрозой продовольственной безопасности Российской Федерации, и относится ко всем отраслям животноводства и растениеводства в целом. На сегодняшний день одними из перспективных и высококорентабельных отраслей птицеводства России и важным резервом увеличения производства мяса птицы являются гусеводство [3]. По обобщенным данным, за последние 50 лет мировое производство мяса гусей выросло с 149,8 тыс. до 2803,7 тыс. т, или в 18,7 раза. Темпы прироста мяса гусей значительно выше, чем других видов сельскохозяйственной птицы. Особенно заметно увеличение его производства в странах Азиатского континента. Эта тенденция прослеживается и в нашей стране. Однако на российском рынке мясо гусей и уток гораздо менее распространено, чем

куриное и считается нишевым продуктом. В настоящее время доля производства мяса водоплавающей птицы составляет всего лишь 2-3%, а к 2020 году она должна составлять около 5,0 % от общего удельного веса. Повышение продуктивности гусей и уток, переход на более интенсивные методы ведения отрасли стало возможным благодаря проведению дифференцированной селекции, созданию специализированных отцовских и материнских форм, при скрещивании которых гибридный молодняк обеспечивает получение более дешёвой качественной продукции. К тому же от гусей помимо мяса получают высококачественный жир, гусиную жирную печень после специального откорма, ценное перо-пуховое сырье, полученное путем прижизненной ошипки [1,2]. Однако в настоящее время имеющиеся объемы производства в России не позволяют полностью обеспечить современные промышленные предприятия племенным материалом водоплавающей птицы из-за недостаточных объемов производственных мощностей и недостаточного финансирования селекционного процесса. Доля использования импортного племенного материала в виде инкубационного яйца и суточного молодняка родительских форм остается высокой [5].

Для дальнейшего развития гусеводства и обеспечения населения продукцией высокого качества необходимо задействовать все генетические ресурсы существующих и создавать новые породы гусей. Перспективным является использование гибридных форм и помесей, созданных путем скрещивания при удачном сочетании пород с повышенным потенциалом продуктивности за счет проявления эффекта гетерозиса, что позволяет значительно увеличить производство высококачественного экологически безопасного птичьего мяса и расширить ассортимент выпускаемой птицеводческой продукции с целью удовлетворения потребностей различных слоев населения [4]. Поэтому исследования по изучению продуктивных и воспроизводительных качеств гибридной птицы, полученной при скрещивании различных пород гусей, являются весьма актуальными.

Цель - повышение продуктивных и воспроизводительных качеств гусей при скрещивании холмогорской серого цвета и кубанской пород. В задачу входило изучить продуктивные и воспроизводительные качества гусей при скрещивании холмогорской и кубанской пород.

**Материалы.** Данные исследования были проведены в период с 2015 по 2018 гг. в условиях ООО «Башкирская птица» Благоварского района. Объектом исследования послужили гибриды, полученные при скрещивании гусаков холмогорской породы с гусынями кубанской породы

**Методы и результаты исследования.** Как видно из таблицы, за весь период яйцекладки наибольшая яйценоскость гусей отмечена в апреле месяце и колебалась по группам в диапазоне от 9,4 до 14,5 шт. яиц на среднюю несушку.

**Таблица 1 - Общая схема исследований**

Группа	Генотип
1(контрольная)	♂ и ♀ Кубанская
2 (контрольная)	♂ и ♀ Холмогорская серого цвета
3 (опытная)	♂ Холмогорская серого цвета × ♀ Кубанская

При этом следует отметить, что показатели яичной продуктивности у гусей кубанской породы оказались выше, чем в других группах, уже с первого месяца яйцекладки. От гусей данной породы за период яйцекладки было получено 50,1 яйца на среднюю несушку, что выше на 3,4-27,2 шт. яиц, чем в других группах ( $p < 0,01$ ).

**Таблица 2 - Яйценоскость по месяцам продуктивного цикла на среднюю несушку, шт.**

Месяц продуктивности	1 (контрольная)	2 (контрольная)	3 (опытная)
Февраль	0,2±0,94	0,6±0,87	0,2±0,85
Март	9,4±0,52	6,4±0,49	8,6±0,58*
Апрель	14,5±0,48	9,4±0,51	14,3±0,56*
Май	14,4±0,39	4,3±0,47**	14,1±0,43**
Июнь	11,7±0,65	2,2±0,79	9,5±0,86
Итого	50,1±1,73	22,9±1,45*	46,7±1,87**

\*-p<0,05; \*\* – p<0,01

Гибриды по яйценоскости заняли промежуточное положение между чистопородными гусями.

**Таблица 3 - Оплодотворенность яиц, %**

Месяц продуктивности	1 (контрольная)	2 (контрольная)	3 (опытная)
Февраль	87,4	61	79,6
Март	86,8	61	82,3
Апрель	88,8	63,9	81,7
Май	90,1	72,9	86,1
Июнь	90,4	75,8	87,1
В среднем	88,7	66,9	82,9

Оплодотворенность яиц кубанской породы и гибридных гусей была достаточно на высоком уровне. Так, в среднем, показатели кубанской породы и гибридной группы были выше на 21,8 % и 16 % показателей холмогорской породы, соответственно.

**Таблица 4 - Вывод гусят, %**

Месяц продуктивности	1 (контрольная)	2 (контрольная)	3 (опытная)
Февраль	69,5	38,7	57,0
Март	71,5	39,1	59,7
Апрель	74,2	39,4	60,5
Май	75,7	41,2	62,6
Июнь	78,1	49,1	64,8
В среднем	74	41,5	60,9

Лучшими показателями вывода гусят обладали чистопородные гуси кубанской породы и гибриды, результаты которых составили 74% и 56,5%, что на 32,5-19,4% выше, чем у гусей холмогорской породы.

**Вывод.** При производстве мяса гусей с целью повышения сохранности поголовья, выхода инкубационных яиц вывода целесообразно использовать межпородное скрещивание гусаков холмогорской породы с кубанскими гусями.

#### Список литературы

1. Гадиев, Р.Р. Межпородное скрещивание в гусеводстве / Р.Р. Гадиев, Ч.Р. Галина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2013. – №1(30). – С. 49–53.

2. Гадиев, Р.Р. Мясные качества помесных гусей / Р.Р. Гадиев, Ч.Р. Галина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии . – 2014. – №1. – С. 124–127. 3. Гадиев, Р.Р. Разведение гусей / Р.Р. Гадиев [и др.]. – Уфа : «Башкирский государственный аграрный университет», 2008. – 38 С.

3. Гадиев, Р.Р. Разведение гусей / Р.Р. Гадиев [и др.]. – Уфа : «Башкирский государственный аграрный университет», 2008. – 38 С.

4. Галина, Ч.Р. Продуктивные качества гусей различных генотипов /Ч.Р.Галина, Р.Р.Гадиев // Вестник БГАУ.-2012.-№4 (24).-С.33-36.

5. Фаррахов, А.Р. Оценка воспроизводительных качеств гусей китайской породы Wanxi / А.Р. Фаррахов, Е.В. Иванов, Ф.Р. Валитов // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIX Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2019». Часть 2. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2019. – С.150-154.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Иванов Ефим Владимирович**, аспирант кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

2. **Валитов Фарит Равилович**, д-р.с.-х.наук, заведующий кафедрой пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

3. **Гадиев Ринат Равилович**, д-р.с.-х.наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

УДК 582.282.123(470.317).619

### ПОЛЕВЫЕ ИЗОЛЯТЫ РОДА *PENICILLIUM* В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*Потехина Р.М., Тарасова Е.Ю., Титова В.Ю., Сагдеева З.Х., Матросова Л.Е.*  
ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Россия

**Аннотация.** Мицелиарные грибы рода *Penicillium* постоянно контаминируют почву, клубнекорнеплоды, зерновые культуры и сырье, задействованное для производства. Процесс заражения грибами интенсивно протекает при несоблюдении технологии хранения овощей и зерна в ангарах и складах при нарушении транспортировки зерна, комбикормов и муки. Грибы рода *Penicillium* при благоприятных погодно-влажно климатических условий способны продуцировать: патулин, охратоксин А, цитрин – самые опасные микотоксины для здоровья человека, животных и птиц. Также микромицеты могут обладать токсическими, канцерогенными и мутагенными свойствами, некоторые изоляты способны к трансмиссии в продукцию животноводства, которая может угрожать здоровью людей. Целью нашей работы являлся микологический анализ и выделение полевых изолятов рода *Penicillium* из сельскохозяйственной продукции, изучение общей токсичности. Исследования проводились в осенний период сентябрь – октябрь 2018 года в лаборатории ФГНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Проведенный микологический анализ проб кормов из некоторых районов Республики Татарстан показал широкое распространение грибов рода *Penicillium*. В кормах были идентифицированы изоляты *P. urticae*, *P. expansum*, *P. citrinum*, *P. cyclospium*, *P. notatum*. Изолят *P. citrinum*, выделенный из кукурузы, показал токсичность на парамециях. Более 75% зерновых были поражены мицелием *P. notatum*.

**Ключевые слова:** *Penicillium*, сельскохозяйственные корма, мицелиальные грибы, микотоксины, зерновые культуры, *Paramecium caudatum*, токсичность

## FIELD ISOLATES *PENICILLIUM* KIND IN AGRICULTURAL PRODUCTS

**Abstract.** *Penicillium* micellar fungi constantly contaminate soil, tubers, crops and raw materials used for production. The process of infection with mushrooms occurs intensively if the technology for storing vegetables and grain in hangars and warehouses is not observed in case of violation of the transportation of grain, animal feed and flour. Under favorable weather-humid climatic conditions, *Penicillium* mushrooms can produce: patulin, ochratoxin A, citrine - the most dangerous mycotoxins for human, animal and bird health. Micromycetes can also have toxic, carcinogenic and mutagenic properties; some isolates are capable of transmission to livestock products, which can threaten human health. The purpose of our work was mycological analysis and isolation of field isolates of the genus *Penicillium* from agricultural products, the study of general toxicity. The studies were carried out in the autumn period September - October 2018 in the laboratory of the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety. Mycological analysis of food samples from some areas of the Republic of Tatarstan showed a wide distribution of fungi of the genus *Penicillium*. In feed, isolates of *P. urticae*, *P. expansum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. notatum* were identified. The *P. citrinum* isolate isolated from maize showed toxicity in paramecia. More than 75% of cereals were affected by *P. notatum* mycelium.

**Key words:** *Penicillium*, agricultural feed, mycelial fungi, mycotoxins, crops, *Paramecium caudatum*, toxicity

Полевые изоляты в процессе своей жизнедеятельности, вырабатывают особые субстраты – микотоксины. Ядовитые свойства возникают при распространении мицелия гриба в различных кормовых, пищевых и других субстратов, которое могут возникать как во время выращивания растений, так и при их хранении, или на этапе производства из них продовольственных товаров [2-4].

По результатам исследований, проведенных в некоторых странах дальнего зарубежья, при микологическом анализе зерновых проб, муки и комбикормов более 80% могут быть загрязнены мицелием грибов рода *Penicillium* [1, 5].

Грибы рода *Penicillium* легко обнаруживаемые в яблоках, грушах и томатах, являются одними из наиболее распространенных и рискованных грибковых патогенов после сбора урожая, которые могут вызывать появление синей плесени и приводить к серьезным экономическим потерям во всем мире [10]. Они могут не только производить устойчивые бесполое споры, которые увеличивают порчу продукции, но также производят патулин (токсический вторичный метаболит), который серьезно угрожает здоровью потребителей [12]. В настоящее время синтетические фунгициды и консерванты рассматриваются в качестве основных методов борьбы с гнилостным явлением, вызываемым грибами в фруктах и овощах [11], но сообщалось, что они заметно повышают лекарственную устойчивость плесени и обладают потенциалом угрозы здоровью человека и окружающей среде [9].

В связи с этим целью нашей работы являлся микологический анализ и выделение полевых изолятов рода *Penicillium* из сельскохозяйственной продукции, изучение общей токсичности.

**Материалы и методы.** Поступивший материал исследовался экспресс-методом определения общей токсичности на стилонихиях (ГОСТ Р52337-2005) [6, 8].

Микологическое исследование включало выделение грибов рода *Penicillium*, их видовую идентификацию в сельскохозяйственных кормах.

Для выделения полевых изолятов грибов рода *Penicillium* использовали метод раскладки и посев взвесей, путем последовательных разведений. Определение ОЧГ

(общего грибного числа) разведений проводили посевом на плотные и жидкие питательные среды Чапека и Сабуро. Подсчет суммарного количества грибов в 1 г проводили по формуле.

Определение родовой и видовой принадлежности грибов проводили по определителям [7]. Во избежание загрязнения культуры микромицетов использовали метод серийных разведений для получения единичных колоний. Для этого готовили водные разведения 0,1% твина-80 и высевали из одного двух последних разведений по 1 мл на поверхность агаризированной среды в чашки Петри.

Для агрессивных выделенных микромицетов рода *Penicillium* наличие микотоксина в сельскохозяйственной продукции подтверждали методом ИФА.

**Результаты исследований.** Микологический анализ проб кормов по районам проводили выборочно. Результаты исследований кормов отобранных из сельхозпредприятий Республики Татарстан представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Микологическая оценка кормов Республики Татарстан**

Наименование корма	ОЧГ, КОЕ/г	Выделенные грибы	Токсичность изолятов на <i>P. caudatum</i>
<b>Аксубаевский район</b>			
проба – ячмень плющенный	2,7x10 <sup>3</sup>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. urticae</i> ,	Нетоксичный
зерно-смесь	1,5x10 <sup>4</sup>	<i>Penicillium sp.</i>	Нетоксичный
комбикорм	3,4x10 <sup>4</sup>	<i>P. expansum</i> , <i>P. urticae</i>	Нетоксичный
<b>Высокогорский район</b>			
жмыхподсолнечниковый	3,7x10 <sup>4</sup>	<i>P. citrinum</i>	Слаботоксичный
зернодробленное	1,3x10 <sup>4</sup>	<i>P. expansum</i>	Нетоксичный
овес	1,7x10 <sup>4</sup>	<i>Penicillium spp</i>	Нетоксичный
<b>Кукморский район</b>			
шротрапсовый	1,1x10 <sup>4</sup>	<i>Penicillium sp</i>	Нетоксичный
кукуруза	3,5x10 <sup>4</sup>	<i>P. expansum</i> , <i>P. citrinum</i>	Нетоксичный
<b>г. Чистополь</b>			
кукуруза	4,9x10 <sup>4</sup>	<i>Penicillium sp.</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. citrinum</i>	Токсичный

В ходе микологического анализа сельскохозяйственных кормов, выборочно проведенного мониторинга были выявлены изоляты рода *Penicillium*. Видовая идентификация подтвердила наличие *P. urticae*, *P. expansum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. notatum*.

Выделенные изоляты грибов рода *Penicillium* были протестированы биопробой на простейших (таблица 2).

**Таблица 2 – Общая токсичность исследованных микромицетов**

Изолят	% выживших парameций	Результат токсичности
<i>P. urticae</i>	91	нетоксичный
<i>P. cyclopium</i>	89	нетоксичный
<i>P. notatum</i>	95	нетоксичный
<i>P. expansum</i>	62	слаботоксичный
<i>P. urticae</i>	64	слаботоксичный
<i>P. citrinum</i>	33	токсичный

Слаботоксичным оказался изолят *P. expansum*. *P. citrinum* показал токсичность.

При микроскопии морфологические признаки изолята *P. expansum* - быстрорастущие колонии, обильный воздушный мицелий с характерными органами плодоношения, вид кисточек ровный удлинённый. Конидиеносцы многоклеточные в верхней части разветлены и на концах образуются стеригмы кисточки. Морфологические признаки изолята *P. citrinum* - кисточка формируется на прямостоячих конидиеносцах воздушного мицелия, опорной клетке на конидиеносцах нет. Цепочки конидий могут быть соединены в длинные колонки. Цепочки шаровидных конидий формируются из фиалид в базипетальной последовательности.

При микологическом анализе кормов методом раскладки 56% зерна было поражено грибами. Выделялись не токсичные изоляты *Photatum* (95%). Морфологические признаки изолята *Photatum*. Мицелий образуется из септированных ветвящихся гиф. На конце гифы (конидиеносца образуются первичные вторичные метулы первого и второго порядка (мутовчатые кисточки). От вершин метул отходят пучки бутылкообразных фиалид, несущих цепочки округлых конидий фиолетового цвета.

**Заключение.** Проведенный микологический анализ проб кормов из некоторых районов Республики Татарстан показал широкое распространение грибов рода *Penicillium*. В кормах были идентифицированы изоляты *P. urticae*, *P. expansum*, *P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. notatum*. Изолят *P. citrinum*, выделенный из кукурузы показал токсичность на парамециях. Более 75% зерновых поражены мицелием *P. notatum*.

#### Список литературы

1. Пирязева, Е.А. Распространенность грибов рода *Penicillium* Link в сырье для производства комбикормов // Ветеринарно-санитарное качество и безопасность продуктов животноводства и кормов. 2018. № 4(28). С. 23-26.
2. Потехина Р.М., Матросова Л.Е., Тарасова Е.Ю., Семенов Э.И. Случай микоза птиц, вызванный токсигенным изолятом *Fusarium Proliferatum* // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5. № 3 (19). С. 316-322.
3. Тарасова Е.Ю., Семенов Э.И., Матросова Л.Е., Мишина Н.Н., Мухарлямова А.З. Изучение сорбционной активности потенциальных средств профилактики микотоксикозов в отношении афлатоксинов // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 51-58.
4. Потехина Р.М., Мишина Н.Н., Штыров И.Н. Активность продуцирования патулина у изолятов грибов рода *penicillium* // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: Материалы международной научно-практической конференции / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2019. Вып. XXI. С. 438 – 440.
5. Потехина, Р.М., Семенов Э.И., Матросова Л.Е., Папуниди К.Х. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным районам Поволжья // Вестник марийского государственного университета серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т.5. №2. С.197-203.
6. Сагдеева З.Х. Оценка общей токсичности кормов Стерлитамакского района Республики Башкортостан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 238. С. 176-181.
7. Саттон, Д., М. Фотергилл, Ринальди А. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / М.: Мир, 2001. 486 с.
8. Семенова С.А., Потехина Р.М., Семенов Э.И. [и др.] Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2015. № 224. С.196-199.

9. Fisher M.C., Hawkins N.J., Sanglard D., Gurr S.J. Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security // Science. 2018. №360. P. 739-742.

10. Ge Y.H., Chen Y.R., Li C.Y., Zhao J.R., Wei M.L., Li X.H., Yang S.Q., Mi Y.T. Effect of sodium nitroprusside treatment on shikimate and phenylpropanoid pathways of apple fruit // Food Chem. 2019. №290. P. 263-269.

11. He C., Zhang Z.Q., Li B.Q., Xu Y., Tian S.P. Effect of natamycin on *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*-postharvest pathogens of grape berries and jujube fruit // Postharvest Biol. Technol. 2019. №151. P. 134-141

12. Ma D.Y., Ji D.C., Liu J.L., Xu Y., Chen T., Tian S.P. Efficacy of methyl thujate in inhibiting *Penicillium expansum* growth and possible mechanism involved // Postharvest Biol. Technol. 2020. №161:111070.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Потехина Рамзия Мухаметовна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микотоксинов

2. **Тарасова Евгения Юрьевна**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории микотоксинов

3. **Титова Валентина Юрьевна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник

4. **Сагдеева Зухра Халимовна**, младший научный сотрудник лаборатории микотоксинов

5. **Матросова Лилия Евгеньевна**, д-р биол. наук, заведующая лабораторией микотоксинов

УДК 638.14

#### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРАВИЛА ОСМОТРА ПРИ УХОДЕ И СОДЕРЖАНИИ ЗА ПЧЕЛИНЫМИ СЕМЬЯМИ

<sup>1</sup>Скворцов А.И., <sup>1</sup>Семенов В.Г., <sup>2</sup>Саттаров В.Н., <sup>3</sup>Богомолов К.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Чебоксары, Россия

<sup>2</sup>Баширский государственный педагогический университет  
им. М.Акмулы», г. Уфа, Россия

<sup>3</sup>ОКБ «Аписфера – М», ФГБНУ ФНЦ пчеловодства», г. Москва, Россия

**Аннотация.** В работе представлены материалы по изучению техники безопасности, гигиенических требований и правил осмотра при уходе и содержании пчелиных семей на пасеке. Соблюдение указанных норм позволяет пчеловоду обслуживать пчелиных семей целенаправленно и на санитарно-гигиеническом, правовом уровнях.

**Ключевые слова:** гигиенические требования, техника безопасности, правила осмотра, супрастин, диазолин.

#### SAFETY PRECAUTIONS, HYGIENIC REQUIREMENTS, INSPECTION RULES FOR CARE AND MAINTENANCE OF BEE FAMILIES

**Abstract.** The work presents materials on the study of safety, hygienic requirements and inspection rules for the care and maintenance of bee families on the apiary. Compliance

with these standards allows the beekeeper to serve bee families purposefully and at the sanitary and hygienic, legal levels.

**Keywords:** hygienic requirements, safety precautions, inspection rules, suprastine, diazoline.

**Введение.** Пчеловодная практика показывает, что высокие медосборы возможны только при работе с сильными пчелиными семьями, которые устойчивы к различным инфекционным и инвазионным болезням, низким температурам, другим неблагоприятным факторам внешней среды, достаточно стойко способны реагировать на изменения в природе и максимально эффективно использовать условия для стабильного сбора нектара и цветочной пыльцы. Каждый порядочный пчеловод добивается, чтобы на его пасеке содержались только сильные высокопродуктивные семьи. Для этого он должен аккуратно выполнять технику безопасности и четко усвоить основные правила осмотра ухода и содержания пчелиных семей.

**Цель исследования,** изучить возможности соблюдения техники безопасности, гигиенических требований и правила осмотра пчелиных семей.

**Материал и методика.** Исследовательская работа проведена на пасеках ООО «Пчеловодческое» Красноармейского района Чувашской Республики с 2017 по 2020 годы. Лабораторные исследования проводили на кафедре морфологии, акушерства и терапии факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия».

**Результаты исследования и их обсуждения.** Под техникой безопасности, гигиеническими требованиями и правилами осмотра пчелиных семей следует понимать систему организационных, правовых, технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических мероприятий и средств по защите и обеспечению безопасности для защиты жизни и сохранения здоровья пчеловодов и подсобных работников пчелопредприятий.

При организации пчеловодческого хозяйства, размещении пасек, производственных корпусов, сотохранилищ, столярных мастерских и складских помещений руководствуются строительными нормами, требованиями ГОСТа при соблюдении правил пожарной безопасности и требований санэпидстанции. Разрабатывают ряд систем мероприятий, защищающих пчеловодов и обслуживающего персонала от производственных травм, пчелиных укусов и охраны пасеки от недобрых людей. Категорически запрещается размещать пасеки под высоковольтными линиями электропередач, вблизи школ, детских садов, больниц (от 250м), животноводческих ферм (от 400-500м), крупных шоссеиных дорог, больших рек, озер, больших плотин и прудов (от 2-х км), перерабатывающих предприятий химической, кондитерской промышленности (от 5км). Форточки в окнах помещений должны быть затянуты металлической или капроновой сеткой ячейками не более 2-х мм, препятствующей проникновению пчел, ос и шершней.

Пчелиные семьи, находящиеся в передвижных павильонах в близком расстоянии друг с другом значительно быстрее раздражаются по сравнению пчелами стационарной пасеки. Возбуждают их резкие движения, например, отмахивание пчеловода от приближающихся и налетающих озлобленных пчел, а также волосы и темная шерстяная одежда. В связи с этим они резко начинают жалить. Остро воспринимаемая запах собственного яда, пчелы продолжают еще больше злиться. Чтобы заглушить этот запах, место укуса следует окурить дымом. Всегда легче предупредить озлобленных пчел, чем их усмирить, поэтому пчеловод должен быть в исправной лицевой сетке, светлом хлопчатобумажном халате или комбинезоне. Белый цвет на пчел действует успокаивающе. Пчеловод обязан содержать свою одежду в чистоте. Она должна быть свободной, рукава и брюки нужно прихватить резинками, чтобы пчелы не могли пролезть во внутрь к телу. Особенно семьи среднерусской породы агрессивно

ведут себя при резком запахе, например одеколona, чеснока, лука, пота, бензина и дизельного топлива. Появление на пасеке пчеловода в нетрезвом состоянии категорически не допустимо, так как пчелы не переносят запах алкоголя. При очередном осмотре пчелиных семей необходимо обращаться с пчелами сдержанно и уверенно, помня принцип: спеши, но не торопись. Ходить на пасеке между рядами ульев нужно спокойным шагом. Движения рук над гнездом должны быть плавными, а не резкими. Сильно озлобляются семьи при осмотре с полной разборкой гнезда в дождливую или ветреную погоду. В это время лучше не браться за такую ответственную работу. В это время лучше не браться за такую ответственную работу. Не следует проверять семьи и поздним вечером.

В случае ужаления следует немедленно удалить жало и смазать это место спиртовой настойкой календулы или 5%-ным раствором уксусной кислоты, соком одуванчика или протереть зубком чеснока, либо ломтиком сырого картофеля. При ослаблении сердцебиения и аллергической реакции надо принять таблетку димедрола или супростина. В аптечке пасечного домика необходимо постоянно иметь стерильный бинт, жгут, шины, резиновый пузырь для льда, стакан, пипетку, настойку йода, нашатырный спирт, борную кислоту, питьевую соду, перекись водорода, настойку валерианы, анальгин, цитрамон, димедрол, супростин, диазолин, фенкарол и другие.

К работе с пчелиными семьями и продуктами пчеловодства не допускают лиц с выраженной аллергической реакцией на ужаления пчел, мед, цветочную пыльцу, воск, прополис и пчелиный яд. Персонал, допускаемый к работе на пасеке, должен пройти инструктаж по соблюдению техники безопасности.

При осмотре пчелиных семей пасеки следует строго выполнять основные правила обращения с пчелами, избегать грубого нарушения покоя их (особенно в безмедосборное и холодное время), следить, чтобы пчелы не возбуждались и не жалили, чтобы их работы не прерывались. При сильном возбуждении пчелы могут убить матку, или она может остаться калекой. При работах с пчелиными семьями следует избегать даже малейшего постукивания по улью с пчелами. При низкой температуре наружного воздуха пчел с сотовых рамок нельзя стряхивать, лучше всего осторожно их смести гусиным пером. Осматривать пчел с полной разборкой гнезд можно, когда устойчиво наладится погода и температура воздуха в тени составит не ниже +8 С, а еще лучше и надежнее при +14-16 С. Раскрытие улья пчелиной семьи и осмотр гнездовых рамок в холодную, пасмурную и ветреную погоду ведет к охлаждению гнезда и застуживанию расплода. В ветреную и холодную погоду пчелы сильнее раздражаются и больше жалят. В весенний период рекомендуется осматривать пчел в солнечные, безветренные теплые дни с 9-10 до 15-16 часов дня, когда в природе есть поддерживающий медосбор и основная часть летных пчел находится вне улья в поле на сборе нектара и цветочной пыльцы. Летом следует осматривать пчелиных семей по утрам и вечерам, когда не так жарко. Для уменьшения беспокойства пчел необходимо работать четко и быстро. Для дыма используют гнилушки дуба и других деревьев, но практически пчеловоды предпочитают использовать гниющую древесину ивовых, дым которых не только менее всего раздражает и даже несколько успокаивает пчел. Под влиянием дыма пчелы инстинктивно набирают в зобики мед, становятся менее подвижными и значительно меньше жалят.

**Заключение.** Для текущих работ, связанных с отбором и постановкой сотовых рамок, необходим 8-и рамочный переносный ящик с плотно закрывающейся крышкой. При осмотре семьи рекомендуется стоять сбоку от улья напротив солнечного света, чтобы было удобно брать соторамки за плечики, вынимать их и четко рассматривать содержимое в ячейках. Помощник пчеловода с дымарем в это время должен находиться с другой противоположной стороны улья напротив пчеловода. Рабочий ящик с необходимым инструментом ставят позади осматриваемого улья. При осмотре пчелиной семьи в начале в нижний леток улья плавно 2-3 раза пускают дым с дымаря, а затем снимают крышку улья, утеплительную подушку, приоткрывают холстинку и

пускают несколько клубков дыма вдоль открытых рамок, чтобы пчелы опустились вниз в гнездо. Открывать холстинку надо не от всех соторамок, а только от одной, а осмотренные следует прикрывать в противоположной стороне другой запасной холстинкой. Вынутую из улья соторамку необходимо держать только в вертикальном положении, иначе с нее будет капать свежепринесенный жидкий нектар, а из ячеек-комочки обножки; свежий отстроенный сот может при этом изогнуться. Соторамка во время осмотра всегда должна находиться над ульем, чтобы пчелы или матка не упали на землю. Для отыскивания в семье матку, следует внимательно осмотреть все соторамки, но особенно тщательно - рамки с сотами, в которых находятся яйца, одно или двухдневные личинки. При этом на пасеке матки должны быть мечеными. Предельно осторожно следует обращаться сотами со свежим напрыском, а также свежестроенными сотами. Категорически нельзя стряхивать пчел с сотов, на которых находятся маточники, чтобы не повредить маточным личинкам и куколкам; с таких сотов пчел осторожно сметают при помощи гусяного пера. В случае ужаления в кисти рук при переходе к другому улью следует тщательно вымыть руки с мылом.

#### Список литературы

1. Еремия Н.Г. Пчеловодство. - Кишинев, 2011. – С.176-181.
2. Скворцов А.И. Гигиенические требования и техника безопасности при содержании пчел в павильонах. – Пчеловодство. – 2009. - №1. – С.11.
3. Мадебейкин И.Н. Пчеловодство Чувашии. – Чебоксары, 2012. – 264с.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**1. Скворцов Анатолий Иванович**, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,

**2. Семенов Владимир Григорьевич**, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедры морфологии, акушерства и терапии,

**3. Саттаров Венер Нурулович**, д-р биол. наук, декан естественно-географического факультета, профессор кафедры биоэкологии и биологического образования

**4. Богомолов Кирил Викторович**, ген. директор ОКБ «Аписфера – М», ФГБНУ ФНЦ пчеловодства» E – mail: KB111@mail.ru

УДК 638.14

### ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РОЕВОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДНЕРУССКИХ ПЧЕЛ И УСПЕШНАЯ ЛОВЛЯ УЛЕТЕВШИХ РОЕВ – СТРЕМЛЕНИЕ КАЖДОГО ПЧЕЛОВОДА

<sup>1</sup>Скворцов А.И., <sup>1</sup>Семенов В.Г., <sup>2</sup>Саттаров В.Н.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары, Россия

<sup>2</sup>Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Известно, что на пасеках Республики Чувашия применяют легкие ловушки, изготовленные из оргалита и фанеры цилиндрической формы и высокие ящики, похожие на ульи Левицкого с узковысокими рамками размером 300х435мм. Последние, по мнению авторов, более полно отвечают требованиям биологии медоносных пчел. В них, как правило, охотно заселяются пчелы среднерусской породы,

быстро отстраивают сотовые рамы и сразу же начинают заливать ячейки сотов свежим напрыском нектара и заполняют цветочной пылью. При этом, стоит отметить, что от сроков заправки ловушек неоспоримо имеет успех ловли бродячих роев.

**Ключевые слова:** рой, медоносные пчелы, ловушки, Республика Чувашия.

## **PREVENTION OF SWARM CONDITION OF CENTRAL RUSSIAN BEES AND SUCCESSFUL CATCHING OF DEPARTED SWARMS - ASPIRATION OF EACH BEEKEEPER**

**Abstract.** It is known that on the apiaries of the Republic of Chuvashia light traps made of orgalite and cylindrical plywood and high boxes similar to Levitsky hives with narrow high frames measuring 300x435mm are used. The latter, according to the authors, more fully meet the requirements of the biology of honey bees. As a rule, bees of the Central Russian breed are willingly settled in them, honeycomb frames are quickly rebuilt and honeycomb cells immediately begin to be poured with fresh nectar and filled with flower pollen. At the same time, it is worth noting that from the timing of refueling traps, the success of catching stray swarms is undeniable.

**Keywords:** swarms, honey bees, traps, Republic of Chuvashia.

Роение пчел – естественный способ размножения пчелиных семей [1]. Известно, что потеря роя для пчеловода равноценна потере ведра меда. По этому поводу, в народе говорят: «Рой улетел – мед улетел». Данное явление, прежде всего, стихийный процесс и далеко не всегда поддается регулированию. Как известно, в некоторые годы, характеризующиеся «мягкой» зимой и ранней весной возникают благоприятные условия для набирания силы в пчелиных семьях, что, конечно же, способствует активному роению. В годы с неблагоприятным зимним периодом, холодной запоздалой весной с облачными и мало-солнечными днями и тем самым слабой летной деятельностью пчел, семьям не всегда удается собрать достаточное количество нектара и цветочной пыли с ивовых и других весенних нектаропыльценосов. Это отрицательно влияет на темпы развития семей. В таких случаях роения на пасеках почти не наблюдается. По фенологическим наблюдениям автора, в начале 80-х годов прошлого века наблюдали выход первого роя 1 мая. Стоит отметить, что процесс роения продолжается до конца июля, а после Ильины дня (2-го августа) обычно роение полностью прекращается.

Нашей задачей было изыскание наиболее приемлемых приемов предотвращения роевого состояния в семьях медоносных пчел среднерусской породы и успешной ловли роев в условиях Республики Чувашия.



**Рис. 1 - Пчеловод Пирожков П.Н. с роем (8 кг)**

На территории Чувашии, характеризующейся богатой кормовой базой, пчелиные семьи полноценно обеспечены нектаром и пылью в течение всего активного периода

пчеловодного сезона, что благотворно влияет на развитие пчел. Однако в условиях несильного постоянного медосбора, прерывающегося из-за неустойчивых погодных условий, медоносные пчелы приходят в нерабочее или роевое состояние. Применение противороевых приемов далеко не всегда предотвращает роение. В некоторых случаях этот нежелательный процесс затягивается, заметно ослабляя семьи к началу наступления главного медосбора. У пчел среднерусской породы, разводимых на пасеках Чувашии обычно, в особенности в лесных районах с липовыми насаждениями, инстинкт роения выражен наиболее ярко и трудно регулируется. Приходя в рабочее состояние, семьи могут отпускать по несколько роев, что окончательно ослабляет их к главному медосбору. Установлено, что ежегодная замена пчелиных маток за счет формирования искусственных отводков для расширения пасеки и комплектации 4-х рамочных пчелопакетов для реализации, в некоторой степени снижает роевое состояние пчел. Отбор из сильных семей зрелого расплода также подавляет инстинкт роения. При этом следует иметь в виду, чтобы все пчелиные семьи пасеки должны быть благополучны по инфекционным и инвазионным заболеваниям. Отобрать часть сотовых рамок с печатным расплодом можно, когда уже нет условий для дальнейшего расширения, а до наступления главного медосбора еще далеко. Отобранный расплод можно использовать для укрепления слабых семей или для формирования новых. Накануне наступления основного медосбора, когда в контрольных ульях на весах привес составляет 1,5 – 2 кг, данные отводки можно присоединить к основной семье [2, 3, 4, 5, 7, 8].

Предотвращение роевого состояния пчелиных семей представляет собой целый комплекс мероприятий. К ним, в первую очередь, относится своевременное расширение гнезд и максимальная загрузка всех пчел семьи работой. Немаловажным фактором является затемнение ульев в жаркое время суток или, по меньшей мере, постановка их таким образом, чтобы в полдень прямые солнечные лучи не попадали на переднюю стенку улья и летковые площадки. Для этого очень важно, чтобы с юго-западной стороны каждого улья в 1,5-2-х метрах был кустарник (вишня, слива, облепиха) или невысокие плодовые деревья карликовых сортов (яблоня и груши). Описанные выше способы наращивания количества пчелиных семей на пасеке являются одними из действенных средств по сдерживанию роевого состояния. Однако, иногда предотвратить подготовку к роению, по различным причинам не удастся и, в этих случаях необходимо применять другие более совершенные методы. В современных условиях роение считается негативным фактором и приводит к временному ослаблению летной деятельности семей и возможным потерям роев и силы в улочках основных семей пчел. Если держать пчел в рабочем состоянии, они почти не роятся. Это достигается, если пасека обеспечена объемистыми ульями, где пчелы всегда загружены различными видами работ. Таким требованиям соответствуют многокорпусные, двухкорпусные и 24-х рамочные ульи-лежаки, которые в основном используют на своих пасеках передовые пчеловоды Чувашии. Однако, несмотря на указанные выше меры на всех пасеках наблюдается роение пчелиных семей. Обычно не каждый пчеловод, тем более пчеловоды-любители выходного дня не в состоянии караулить выходящих и прилетающих роев. Для того, чтобы своевременно ловить рои, в последнее время пчеловоды широко стали использовать различные виды ловушек. В публикации С. Никитина «Рои не заходят в ловушку» датированной 2019 г., автор представил некоторые моменты работы с ловушками. При этом, хотелось бы отметить следующие моменты, касающиеся данных материалов. Начиная работать пчеловодом на колхозной пасеке и практикуя ловлю бродячих роев с 1970 года привития на доньях ловушек, что у Вас произошло, в нашей практике не было. А.И. Скворцов, еще в 1979 году в качестве ловушки применял обычный корпус многокорпусного улья из 10 рамок, заполненный рамками с вошиной и темно-коричневыми сотами по 5 штук [6]. К корпусу с обеих сторон привинчивали 6-8 фанерных листов, соответствующих размеров. Под фанерный лист на сотовые рамки для лучшего привлечения роевых пчел

накрывали запрополисованной свежей холстинкой, а с верхней стороны фанеры покрывали полиэтиленовой пленкой, рубероидом или, в некоторых случаях железным листом для предохранения от дождя. Перед развешиванием ловушки с внутренней стороны натирали мелиссой, а часть травы оставляли там же внутри возле леткового отверстия, которая хорошо привлекала роевых пчел. Развешивали ловушки на высоте 5-10 м на широкоствольных деревьях к стволу на боковых ветках лип и елей и завязывали алюминиевыми проволоками как с нижней, так и с верхней сторон ловушки к стволу дерева. После того как рой заселился в ловушки, пчел легко было переселить на постоянное место жительства в улей. При помощи отвертки снимали фанерные листы и ставили этот корпус (ловушку) на дно многокорпусного улья и сразу же помещали на него второй корпус, укомплектованный сушью, вощиной и маломедными рамками. При необходимости давали рамку с открытым расплодом и подкармливали пчел сахарным сиропом с добавлением мелissoвого настоя. В некоторые годы отдельные рой-перваки не только обеспечивали себя кормами на зиму, но и давали более 20 кг товарного меда. Но, тем не менее, мы убедились, что корпус многокорпусного улья для ловли сильных роев мал, поэтому обычно заселялись в эти ловушки рои средней и слабоватой силы. В связи с этим в 80-х годах прошлого столетия начали переходить в фанерные ловушки с наибольшим объемом (не менее 50 литров) цилиндрической формы (Рис. 2).



А



Б

**Рис. 2 - Ловушка на липе (А) и сосне (Б)**

Возвращаясь к статье С.Никитина, следует отметить, что 4-х рамочный пакет (Рис.) тем более даже по сравнению корпусом многокорпусного улья слишком маленький для заселения стандартных роев. Как видно, у данной ловушки к тому же имеется только одно совсем маленькое летковое отверстие, очень похожее на леток нуклеусного улейка. У наших всех рабочих ловушек разных модификаций имеются как в ульях же нижние и верхние летковые отверстия. Это позволяет пчелам в ловушках поддерживать санитарное и температурное состояния роя. Значение воздухообмена жилища пчел приобретает не только в зимний безоблетный период, но и в летнюю роевую пору. И по той неслучайной причине, видимо, роевые пчелы вынуждены обосноваться и строить соты под дном 4-х рамочного пакета, хотя конечно же им в наружной среде было не совсем комфортно. Полагаем, возможно, и внутри пакета видимо не были идеальные условия, соответствующие к санитарным требованиям роевых пчел.

Для каждого пчеловода ловля роев своего рода охота и с помощью нее некоторые расширяют свои пасеки в плановом порядке. Также известно, что в тоже время рои хорошо очищаются от клеща *Varroa jacobsoni Oudemans, 1904*. Учеными установлено, что во время роевой поры, вследствие интенсивных движений рабочих особей и с повышением температуры клещ стряхивается. К тому же основная масса паразитов остается в печатном расплоде материнской семьи. О конструкции ловушек

для роев пчеловодами и учеными написано достаточно много. В последнее время в Республике Чувашия на пасеках стали широко применять легкие ловушки, изготовленные из оргалита и фанеры цилиндрической формы и высокие ящики, похожие на ульи Левицкого с узковысокими рамками размером 300x435мм. Последние, по мнению авторов, более полно отвечают требованиям биологии медоносных пчел. В них, как правило, охотно заселяются пчелы среднерусской породы, быстро отстраивают сотовые рамы и сразу же начинают заливать ячейки сотов свежим напрыском нектара и заполняют цветочной пыльцой.

От сроков заправки ловушек неоспоримо имеет успех ловли бродячих роев. Тщательно подготовить ловушки и устанавливать их на прежних же постоянно ранее используемых местах, где в основном надежно попадались и летели рои обычно как по коридору в одном направлении. Вешать ловушек следует начать примерно за две недели до начала интенсивного роения. Для лесной зоны Чувашии, где произрастают сплошные липовые массивы, это не позднее 15 мая. Раньше этого срока развешивать ловушки нецелесообразно, т.к. в этом случае могут заселиться осы, шершни, муравьи и др. Если это сделать с опозданием на 1 месяц, то за этот срок отойдет более 80% роев. При подготовке ловушек необходимо учитывать чистоту внутренних стенок и обработку их расплавленным воском, натиранием Melissa, апиаром и использованием свежих запрополисованных холстиков. Самое главное условие успеха с ловушками – соблюдение техники безопасности. Во время снятия ловушек, обычно ночью, находясь на высоте 6-7 м и выше, вполне можно подвергнуть себя смертельной опасности. Ловушки подвешиваем чаще всего на широкоствольное дерево ели. Как показывает опыт по ели лазать удобно, т.к. у них гнилых сучьев практически не бывает. Главное, необходимо всегда помнить о безопасности жизни и четко применять правило трех точек: хорошо удерживаться на ветках двумя руками и одной ногой. Вторую ногу не спеша аккуратно перенести на следующее место опоры и далее. Г.В. Глазов в книге «Пчелиная охота» писал, что пчелы, как и муравьи, прекрасно чувствуют геопатогенные зоны земли и выбирают деревья, выросшие в этих особых зонах. Такие деревья отличаются особо мощным развитием, необычным расположением сучьев, их стволы бывают как бы скрученными неведомой силой. Методология оценки геопатогенности хвойных деревьев (сосны и ели) характеризуется не сложностью. Например: нормальное дерево имеет один ствол и одну верхушку, а если ель или сосна выросли в геопатогенной зоне, то они имеют раздвоенный ствол и две верхушки. Обязательное условие: диаметр ствола дерева, на которое наметили поставить ловушку, должен быть диаметром более 30 см. На отдельно стоящие деревья, которые подвергаются ветровой коррозии, рои обычно не садятся. Надежнее всего выбрать дерево на краю леса с северной стороны, у опушки, над ручьем, у открытых водоемов, рядом с гарью, где имеется высокое биоразнообразие нектаро-пыльценосной флоры. Многие деревья хорошо подходят для ловушек бродячих роев, но самое лучшее дерево для «тихой» охоты - широкоствольная ель. Во-первых, на нее всегда можно легко забраться по веткам, во-вторых, густая крона укрывает ловушку от воровства.

В заключении следует отметить, что каждый пойманный рой это не только «добыча» пчеловода, но и спасенная пчелиная семья. Если серьезно не заниматься данным видом деятельности на пасеке, то практически все улетевшие с пасеки рои будут обречены на гибель, что, конечно же, является фактом сокращения биоразнообразия. В целом, данный процесс должен характеризоваться предоставлением устроенного жилья, своевременным проведением лечебно-профилактических и санитарных мероприятий, пополнением кормовых запасов, заменой старых пчелиных маток и созданием комфортных условий благополучной их зимовки.

### Список литературы

1. Будник И.Н. Неэффективность роевой системы пчеловодства // Пчеловодство.- 2007.- №8.
2. Бурмистров А.Н., Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Чупахина О.К. Энциклопедия пчеловода. – М.: ТИД Континент-Пресс, Континент-Книга, 2006. – 480с.
3. Лебедев В.И. Противороевые методы и их оценка // Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству.- Рыбное, 1993.
4. Маннапов А.Г., Легочник О.А. Технология запланированного роевня и создание семей-медовиков // Пчеловодство.- 2011. – С 47-51.
5. Никитин С. Рои не заходят в ловушку // Пчеловодство. – 2019. - №6.
6. Скворцов А.И. Ловушки для роев // Пчеловодство. – 1979. - №5.
7. Шарипов А. Повышение воспроизводительных и продуктивных свойств, разработка эффективной системы управления жизнедеятельностью медоносных пчел в Республике Таджикистан. Дисс. на соис. ... доктора с.-х. наук.- М., 2012.
8. Бахтиери С. Влияние противороевых приемов на продуктивность пчелиных семей разных пород и их помесей в условиях Центрального Таджикистана. Диссертация на соис. ... кандидата с.-х. наук.- Душанбе, 2019.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Скворцов Анатолий Иванович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры биотехнологических дисциплин
2. **Семенов Владимир Григорьевич**, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедры морфологии, акушерства и терапии
3. **Саттаров Венер Нуруллоевич**, д-р биол. наук, декан естественно-географического факультета

УДК 638.154.3

### ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ ЛИЧИНОК ПЧЁЛ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫМ МЕТОДОМ

*Туктаров В.Р., Ильясова З.З.*

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Основной целью эксперимента явилось изыскание экологически безопасных средств борьбы растительного происхождения с инфекционными заболеваниями пчел. Медоносные пчёлы, как и другие виды сельскохозяйственных животных, подвержены различным заболеваниям, большинство из которых приводят к ослаблению пчелиных семей и гибели пчёл. Эффективными средствами борьбы являются антибиотические препараты, негативно влияющие на микрофлору пчелосемей. В результате эксперимента было установлено, что 10% спиртовая настойка герани красной способна подавить и уничтожить инфекционного возбудителя пчелиного расплода - *Vacillus orpheus*. Спиртовая вытяжка герани красной обладает эффективными свойствами в борьбе с Европейским гнильцом за счёт более активной экстракции, нежели водный настой герани луговой, который повышает рост бактерий *Vac. orpheus*. Применение 10% настойки герани красной оказывает выраженные терапевтические действия, поэтому её можно рекомендовать при данном заболевании пчелиного расплода.

**Ключевые слова:** пчеловодство, пчелы, европейский гнилец, герань луговая, герань красная.

## PREVENTION AND TREATMENT OF BACTERIAL INFECTION OF BEE LARVAE BY ENVIRONMENTALLY SAFE METHOD

**Abstract.** The main purpose of the experiment was to find environmentally friendly means of controlling plant-based diseases of bees. Honey bees, like other species of farm animals, are susceptible to various diseases, most of which lead to the weakening of bee families and the death of bees. Effective control agents are antibiotic drugs that negatively affect the microflora of bees. As a result of the experiment, it was found that 10% alcohol tincture of geranium red is able to suppress and destroy the infectious agent of bee sprout - *Bacillus orpheus*. Alcohol extract of red geranium has effective properties in the fight against European rot due to more active extraction than water infusion of meadow geranium, which increases growth of *Bacillus orpheus*. The use of 10% geranium red tincture has pronounced therapeutic effects, so it can be recommended in a given bee sprout disease.

**Key words:** Beekeeping, bees, European rot, meadow geranium, red geranium.

Все продукты пчеловодства являются природными антибиотиками. Они, в отличие от фармацевтических препаратов, уничтожающих патогенную и полезную микрофлору с одинаковой силой, действуют выборочно, препятствуя росту и развитию вредных микроорганизмов. Медоносные пчелы, как и другие виды сельскохозяйственных животных, подвержены различным заболеваниям, большинство из которых приводят к ослаблению пчелиных семей и гибели пчел. Больные семьи снижают продуктивность, опылительную деятельность, принося огромный ущерб хозяйству (Чернышев С.Е., 2003). Согласно справочнику «Болезни и вредители медоносных пчел» болезни пчел подразделяют на заразные (инфекционные и инвазионные) и незаразные. Незаразные болезни разделяют на три основные группы, обусловленные нарушениями кормления, содержания и разведения пчел. Причиной инфекционных болезней являются бактерии, плесневые грибки и вирусы; инвазионные болезни возникают в результате проникновения и размножения в теле пчелы различных паразитов (Киреевский И.Р., 2006). Среди инфекционных болезней пчел достаточно распространенным является гнилец. В пчеловодстве уделяют много внимания вопросам лечения и профилактики этой болезни. Согласно анализу ветеринарной отчетности (форма №1 ветеринарная) районов Башкортостана гнильцовые болезни пчел встречаются повсеместно, при этом чаще всего бактериозы выделяются на пасаках Бураевского, Аургазинского (европейский и американский гнилец) и Альшеевского (европейский гнилец) административных районов (Туктаров В.Р., Суяндукова Г.Я., 2012).

Европейский гнилец – это инфекционное заболевание открытого пчелиного расплода, которая сопровождается гибелью расплода в возрасте 4 дней, а иногда и старше. Возбудители болезни – *Melissococcus (Streptococcus pluton)*, *Bac. alvei*, *Enterococcus faecalis (Str. apis)*, *Bac. laterosporus (Bac. orpheus)*. Болезнь может быть вызвана одним или несколькими возбудителями. Некоторые учёные считают, что под названием европейского гнильца подразумевается несколько различных заболеваний (Гробов О.Ф., Лихотин А.К., 1989). Широкое распространение различных болезней среди пчел определяет дальнейший поиск новых препаратов на основе лекарственных растений. Многие исследователи проводили изучение динамики лекарственных препаратов при инфекционных болезнях пчел, используя для этого, например, водные и спиртовые вытяжки из девясила, чистеца лесного, недотроги железистой, борщевика сибирского и вегетативных частей картофеля (Мерщев В.М., 2005). Популярность лекарственных растений связана с их безвредностью, дешевизной и эффективностью. Лекарственные растения могут проявлять различные свойства, в том числе – антисептическое, бактериостатическое и бактерицидное, из-за различных биологических веществ, входящих в их состав (Мерщев В.М., 2005). Учитывая вышеизложенное, было решено изучить эффективность растительных препаратов на динамику европейского гнильца в гнезде пчелиной семьи.

Целью исследований явилось изыскание экологически безопасных средств борьбы растительного происхождения с инфекционными заболеваниями пчел.

Научно-исследовательская работа проводилась на кафедрах факультета биотехнологий и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «БГАУ». Лабораторные исследования по изучению бактериостатических и бактерицидных свойств лекарственных растений в виде водных вытяжек, 10% и 30% спиртовых растворов герани луговой и герани красной проводили опрыскиванием питательных сред предварительно засеянных возбудителями европейского гнильца. Для этого чашки Петри с МПА делили на две половины, на каждую из которых делали посев исследуемой культуры возбудителя *Bacillus orpheus*, затем, одну половину опрыскивали готовыми растворами лекарственных растений. Наблюдения за ростом осуществляли в течение 3 суток. Материалом для исследования служили соты с зараженным расплодом. По клинической картине поражения сот был установлен предварительный диагноз гнилец расплода. Окончательный диагноз – Европейский гнилец, возбудитель *Bacillus orpheus*, был установлен микроскопией расплода и сот и из выросших на питательных средах колоний беловато-серого цвета с металлическим блеском, а также посевом на питательные среды: МПА, среды Гисса с индикатором бромкрезоловым пурпурным и сахарозой; маннитом (КГ); фруктозой; глюкозой (КГ) и лактозой.

Лабораторные опыты показали, что испытанные водные вытяжки и спиртовые растворы растительных препаратов обладают бактериостатическими и бактерицидными свойствами. Результаты исследований свойств лекарственных растений представлены в таблице 1.

**Таблица 1- Бактерицидные и бактериостатические свойства лекарственных растений**

Время культивирования, час	Герань луговая			Герань красная		
	водный раствор	спиртовой раствор		водный раствор	спиртовой раствор	
		10%	30%		10%	30%
24	+	+	-	-	-	-
48	++	+	-	+	-	-
72	++	++	-	++	-	-

Примечание: - рост отсутствует; + незначительный рост; ++ обильный рост

Водные растворы герани красной задерживали рост возбудителя уже в первые сутки культивирования. В последующие дни их бактериостатическая способность была подавлена микроорганизмами, через 48 часов регистрировали незначительный рост, а через 72 часа обильный рост возбудителя европейского гнильца. Водные растворы герани луговой обладают слабой бактериостатической активностью, через 24 часа регистрировали незначительный рост микроорганизмов, а через 48 часов отмечали активный рост *Bacillus orpheus*. Наиболее активно препятствовали росту возбудителя спиртовые растворы. Однако 10% спиртовые растворы герани луговой не обладают выраженной бактериостатической активностью. Бактерицидность герани луговой отмечалась только в 30% спиртовом растворе. Герань красная обладает выраженными бактерицидными свойствами, уже 10% спиртовые растворы полностью подавляют рост возбудителя Европейского гнильца - *Bacillus orpheus*, и сохраняют свою активность в течение эксперимента.

В результате эксперимента было установлено, что 10% спиртовая настойка герани красной способна подавить и уничтожить инфекционного возбудителя пчелиного расплода - *Bacillus orpheus*. Спиртовая вытяжка герани красной обладает эффективными свойствами в борьбе с Европейским гнильцом за счёт более активной экстракции, нежели водный настой герани луговой, который повышает рост бактерий *Bac. orpheus*. Исходя из данных можно утверждать, что спиртовые вытяжки с

наибольшей активностью превосходят по фармакологическому действию водные лекарственные формы. Применение 10% настойки герани красной оказывает выраженные терапевтические действия, поэтому её можно рекомендовать при данном заболевании пчелиного расплода.

#### Список литературы

1. Гробов О.Ф. Болезни и вредители пчёл: справочник / О.Ф. Гробов, А.К. Лихотин А.К. - М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
2. Киреевский И.Р. Болезни пчёл / И.Р. Киреевский ; М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006 – 303 с. - ISBN:5-17-036313-3, 966-696-991-2.
3. Мершиев В.М. Борьба с ассоциативной формой заболевания пчел аскофероз, варрооз, европейский гнилец / В.М. Мершиев // Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству. – Рыбное, 2005. - С. 173-185.
4. Туктаров В.Р. Исследование бактерицидного воздействия новых препаратов на возбудителей европейского гнильца / В.Р. Туктаров, Г.Я. Суюндукова // Аграрная наука, 2012. - № 1. - С. 27.
5. Чернышов С.Е. Болезни пчёл Алтайского края / С.Е. Чернышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2003. - №1 (9). - С. 166.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Туктаров Варис Рафкатович**, д-р биол. наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных
2. **Ильясова Зулейха Закуановна**, канд. биол. наук, доцент кафедры инфекционных болезней, зоогигиены и ветсанэкспертизы

УДК 638.152 (470.57.)

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ В БОРЬБЕ С ВАРРОАТОЗОМ ПЧЕЛ

*Шелехов Д. В., Валеева А. С., Биккулов И.И., Гиниятуллин М.Г.*  
Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье приведены данные об эффективности лекарственных препаратов при лечении варроатоза пчел. Эффективность обработки семей пчел при использовании ветфора составила 70,1%, амипола-Т–78,0%, ТЭДА–86,2%.

**Ключевые слова:** медоносная пчела, варроатоз, клещ *Varroa destructor*, ветеринарные препараты, ветфор, амипол-Т, ТЭДА, заклещенность, эффективность обработки

### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF VETERINARY DRUGS IN THE FIGHT AGAINST BEE VARROATOSIS

**Abstract.** The article presents data on the effectiveness of drugs in the treatment of bee varroatosis. The efficiency of processing bee colonies using vetfor was 70.1%, Amipol-T – 78.0%, TEDA – 86.2%.

**Keywords:** honey bee, varroatosis, *Varroa destructor* tick, veterinary preparations, vetfor, Amipol-T, TEDA, stickiness, processing efficiency.

В настоящее время в пчеловодстве одной из актуальных проблем является коллапс (массовая гибель) пчелиных семей (КПС). Учеными выявлено несколько

причин гибели, одной из основных является поражение пчел клещом *Varroa destructor* и распространение варроатоза по пасекам [2, 3]. Ущерб от варроатоза складывается из ослабления и отхода пчелиных семей, уменьшение выхода продукции пчеловодства и увеличения затрат [4]. Гибель пчелиных семей связано не только с тем, что клещ поражает расплод и взрослых особей, но и тем, что он является источником более 20 видов вируса [1]. Результатами пасечных испытаний, проведенных в НИИ пчеловодства, установлено, что лечебная эффективность акарицидных препаратов составляет от 77,0 до 99,7 % [6]. С целью предупреждения появления популяции клещей, устойчивых к ветеринарным препаратам рекомендуется периодически менять акарициды [5]. Учитывая вышеуказанное, целью исследования явилось оценка эффективности применения акарицидных препаратов – амипола-Т, ветфора и ТЭДА.

Задачи исследования: 1. Определить осыпаемость клещей при использовании амипола-Т, ветфора и ТЭДА; 2. Рассчитать эффективность использования акарицидных препаратов.

**Материалы и методы исследования.** Работа выполнялась в 2019 году пасеке УНЦ ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ». Пчелиные семьи содержали в 12-рамочных ульях с отъемными доньями в равных условиях и содержания. Для проведения пасечных опытов формировали 3 группы семей по 5 в каждой, используя принцип подбора пар семей-аналогов. В контрольной группе семьи пчел обрабатывали препаратом амипол-Т, в 1-ой опытной – ветфор, во 2-ой опытной – ТЭДА.

Амипол-Т и ветфор – лекарственные препараты в форме пластин, пропитанных акарицидным составом. В качестве действующего вещества в одной пластине амипола-Т содержится тимол – 80 мг, амитраз – 6,75 мг, а в качестве вспомогательных веществ – этилцеллозольв. В ветфоре действующее вещество представлено флувалинатом (80,0 мг) и амитразом (5,0 мг), а вспомогательные компоненты – пихтовым маслом и диметилсульфоксидом. ТЭДА (Teda) – акарицидное средство для пчел, содержащее в качестве действующего вещества амитраз и термический состав. По внешнему виду препарат представляет собой хлопчатобумажный шнур размером 7×0,5 см белого цвета. Препарат выпускают в фольгированных пакетах, упакованным по 6 шнуров. До начала и после окончания опыта определяли заклещенность пчелиной семьи (степень пораженности). Для определения этого показателя от каждой семьи отбирали пчел в количестве около 100 особей, которых быстро помещали в тарелку с кипяченной водой и небольшим количеством стирального порошка. После тщательного перемешивания проводили учет числа пчел и клещей. Заклещенность пчелиной семьи выражали в процентах и вычисляли делением количества клещей на количество пчел. После этого умножали полученный результат на 100. Оценку эффективности ветеринарных препаратов проводили по числу осыпавшихся клещей после обработки и с учетом гибели эктопаразитов, изменения заклещенности пчел. Эффективным считали препараты, вызвавшие гибель не менее 70 % клещей и не оказавшие отрицательного влияния на состояние пчелиных семей.

Для подсчета числа осыпавшихся клещей под действием препаратов на донья ульев помещали белые листы ватмана, смазанные тонким слоем вазелина. Донья ульев осматривали периодически и подсчитывали количество осыпавшихся клещей. Состояния подопытных семей пчел оценивали по общепринятой методике в пчеловодстве. На начало опыта (12.09) пчелиные семьи имели силу 8 улочек, количество меда – 11,0 кг. Заклещенность пчел составляла 8-10 %, что относится к относительно высокой степени поражения. Результаты учета представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Влияние ветеринарных препаратов на осыпаемость клещей (среднее на 1 семью), n=5, 2019 г.**

Группа пчелиных семей (препарат)	Дата учета					
	18.09		30.09		08.10	
	M±m	% к контролю	M±m	% к контролю	M±m	% к контролю
Контрольная (амипол-Т)	228,0±7 5,98	100	428,0±23 6,11	100	326,4 ±100, 98	100
Опытная 1 (ветфор)	193,4±3 3,36	84,8	371,8±15 7,78	86,9	252,2 ±82,1 3	77,3
Опытная 2 (ТЭДА)	550,0±1 16,88	241,2	332,0±14 2,63	77,6	244,2 ±87,9 3	74,8

На первый учет (18.09) в контрольной группе на дне ульев зафиксировали 228 клещей. В 1-ой опытной группе зарегистрировали на 15,2 % меньше клещей. Во 2-ой опытной группе зафиксировали возрастание количества осыпавшихся клещей (в 2,41 раз). При втором учете (30.09) в контрольной и 1-ой опытной группах регистрировали увеличение осыпи клещей по сравнению с 1-ым учетом, а во 2-ой опытной группе, наоборот, уменьшение. При третьем учете (8.10) минимальное количество осыпавшихся клещей зарегистрировано в 1-ой и 2-ой опытных группах – по сравнению с контрольной группой меньше на 22,7-25,2 %. Результаты исследований представлены в табл. 2.

**Таблица 2 - Эффективность противоварроатозной обработки (среднее на 1 семью), n=5, 2019 г.**

Группа пчелиных семей	Количество осыпавшихся, шт.		Заклешенность семей, %			Эффективность, %
	M±m	% к контролю	до обработки	после обработки	разность	
Контрольная	982,4±203, 16	100	9,1±0,18	2,0±0,09	0	78,0
Опытная 1	817,4±194, 51	83,2	8,7±0,20	2,6±0,03	0,6	70,1
Опытная 2	1126,2±27 5,07	114,6	8,7±0,16	1,2±0,05	0,8	86,2

На основании результатов исследований установлено, что минимальная осыпь клещей зарегистрирована в 1-ой опытной группе (ветфор), а максимальная – во 2-ой опытной группе (ТЭДА). В контрольных семьях, обработанные препаратом амипол-Т, показатель занял промежуточное положение. Относительно высокий acaricidal эффект (86,2 %) получен при использовании препарата ТЭДА. При применении этого препарата снижена заклешенность пчелиных семей до 1,2 %. **Выводы.** Из изученных препаратов ТЭДА показал высокую acaricidal эффективность. Испытанные ветеринарные препараты не оказали отрицательного влияния на состояние семей пчел.

#### Список литературы

1. Брандорф, А. З. Состояние, проблемы и перспективы развития пчеловодства в России / А. З. Брандорф, В. И. Лебедев, М. Н. Харитоновна /Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: монография. – Рыбное: ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2019. – С. 6-14.

2. Гиниятуллин, М. Г. Флувалинат и его композиция с гераниолом в борьбе с варроатозом / М. Г. Гиниятуллин, Д. В. Шелехов, Н. М. Ишмуратова // Пчеловодство. – 2015. – № 1. – С.28-29.

3. Масленникова, В. И. Причины массовой гибели пчел в летний сезон 2014 года / В. И. Масленникова, А. В. Королев, А. В. Спрыгин, Ю. Ю. Бабин, В. И. Павелко // Пчеловодство. – 2015. – № 10. – С.28-30.

4. Мерщиев, В. М. Изыскание экологически безопасных средств при терапии аскофероза, варроатоза и назематоза/ В. М. Мерщиев // Новое в науке и практике пчеловодства. – Рыбное: НИИП. – 2010. – С.156-170.

5. Свистунов, С. В. Эффективность применения акарицидов при варроатозе в Краснодарском крае / С. В. Свистунов, Н. Н. Бондаренко, И. А. Романенко, В. В. Сиренко // Пчеловодство. – 2020. – № 3. – С. 32-34.

6. Соловьева, Л. Ф. Технологическая схема оздоровления пчел от варроатоза и аскофероза / Л. Ф. Соловьева, В. М. Мерщиев. – Рыбное: НИИП. – 2012. – 31 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Шелехов Дмитрий Викторович**, канд. сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

2. **Валеева Адель Сайфулловна**, бакалавр 4 года обучения, кафедра пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

3. **Биккулов Ильяс Илшатович**, магистр 1 года обучения, кафедра пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

4. **Гиниятуллин Марат Гиндуллинович**, д-р сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных

УДК: 619:616.9-036.3:616.9-092.9:579.882  
619:616.9-092.9:579.882.1

### ИЗУЧЕНИЕ АНТИГЕННОЙ И ИММУНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ВАКЦИНЫ ПРОТИВ ХЛАМИДИОЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ.

*Яковлев С.И., Хусаинов Ф.М., Евстифеев В.В., Хусаинова Г.И., Хамидуллина Р.З.*  
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,  
г. Казань, Россия

**Аннотация.** Хламидиоз сельскохозяйственных животных является насущной проблемой для животноводства. Сотрудниками ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» разрабатывается вакцина против хламидиоза сельскохозяйственных животных инактивированная эмульсионная, преимущество которой состоит в том, что в ее состав входят полиэтиологичные штаммы хламидий выделенные от разных видов сельскохозяйственных животных, в результате чего был значительно расширен антигенный спектр данного препарата. При проведении исследования по изучению антигенной активности было установлено, что на 52 день после введения вакцины кроликам, средние титры хламидийных антител выросли до показателя 1:120. Также было установлено, что данный вакцинный препарат обладает иммуногенными свойствами. Средний процент всех выживших после заражения разными штаммами иммунизированных белых мышей был на 46,6% выше, чем в контрольных группах.

**Ключевые слова:** хламидиоз, вакцина, антигенная активность, иммуногенность, кролики, белые мыши

## THE RESEARCHING OF ANTIGENIC AND IMMUNOGENIC ACTIVITY OF INACTIVATED EMULSION VACCINE AGAINST CHLAMYDIOSIS IN FARM ANIMALS ON LABORATORY ANIMALS.

**Abstract.**Chlamydiae of farm animals is a vital problem for animal husbandry. Employees of FSBI "FCTRB-arrvi" develop the vaccine against chlamydiae farm animals inactivated emulsion, advantage of which is that it is composed of polyetiological strains of chlamydia isolated from different species of farm animals, as the result antigenic spectrum of this medicine was significantly enlarged. During research of antigenic activity, it was found that on day 52 after administration of the vaccine to rabbits, the average titers of chlamydia antibodies increased to 1:120. It was also found that this vaccine has immunogenic properties. The average percentage of all survivors of infection with different strains of immunized white mice was 46.6% higher than in the control groups.

**Key words:** chlamydiae, vaccine, antigenic activity, immunogenicity, rabbits, white mice.

Хламидиоз – зооантропонозное заболевание, которое широко распространено среди человека и многих видах животных: КРС, козы, овцы, свиньи и др.[3,5,7] В настоящее время разработаны методы борьбы и профилактики хламидиозов животных, однако имеющиеся средства специфической профилактики хламидийных инфекций требуют дальнейшего повышения антигенной и иммуногенной активности.[2,4]

Ранее в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» были разработаны и внедрены в ветеринарную практику вакцинные препараты против хламидиоза крупного и мелкого рогатого скота и свиней.[1.6], но на данный момент развития молекулярно-генетических методов исследования, а также, на базе накопленных знаний и опыта, выделения новых штаммов и изолятов хламидий, появилась возможность создания универсальной вакцины на основе наиболее иммуногенных и полиэтиологичных в антигенном отношении штаммов хламидий, позволяющей профилактировать хламидийную инфекцию у всех видов сельскохозяйственных животных[7,8]. Сотрудниками лаборатории вирусных и хламидийных инфекций разрабатывается вакцина против хламидиоза сельскохозяйственных животных инактивированная эмульсионная, антигенный спектр которой был расширен в результате включения в её состав трех полиэтиологичных штаммов хламидий выделенных от разных видов сельскохозяйственных животных.

Исходя из этого, целью нашей работы явилось изучение способности нового вакцинного препарата вызывать выработку иммунитета к хламидийной инфекции у лабораторных животных.

**Материалы и методы.** Изучение антигенной активности проводили на 6 морских свинках, которые были разделены на две группы: опытную (4 гол.) и контрольную (2 гол.). Животные первой группы были иммунизированы поливидовой вакциной внутримышечно в дозе 1,0 мл. Через 14 дней была проведена ревакцинация в той же дозе. Для оценки антигенной активности на 28, 45 и 52 дни, после первого введения вакцины, были произведены заборы крови с целью исследования сывороток на наличие специфических хламидийных антител в реакции связывания комплемента.

Исследование по изучению иммуногенной активности проводили на 120 белых мышках живой массой 18-22 г. Животные были разделены на 6 групп по 20 особей в каждой. В начале эксперимента белые мыши 1-й, 2-й и 3-й групп были иммунизированы поливидовой вакциной против хламидиоза сельскохозяйственных животных инактивированной эмульсионной. Вакцину вводили внутрибрюшинно в дозе 0,2 мл. Иммунитет у животных вырабатывался в течение 1-го месяца, через 14 дней после первой прививки была проведена ревакцинация. Животные 3-й, 4-й и 5-й групп не иммунизировались (контроль).

Через месяц после иммунизации было произведено заражение белых мышей 10%-ми суспензиями трех штаммов хламидий выделенных от разных видов сельскохозяйственных животных. Каждым штаммом были заражены по 2 группы животных: опытная и контрольная. Наблюдение за животными после заражения велось в течение 14 дней.

**Результаты исследования.** В таблице 1 представлены результаты исследования антигенной активности поливидовой вакцины на морских свинках.

**Таблица 1 - Динамика роста средних титров хламидийных антител у морских свинок**

№ животного	Группа	Титр антител в сыворотке крови после вакцинации			
		до вакцинации	28 день	45 день	52 день
1	Вакцинированные	-	1:40	1:80	1:40
2	Вакцинированные	-	1:40	1:160	1:320
3	Вакцинированные	-	1:10	1:40	1:80
4	Вакцинированные	-	1:40	1:80	1:40
5	Контроль	-	-	-	-
6	Контроль	-	-	-	-
<b>Средний титр</b>			<b>1:32,5</b>	<b>1:90</b>	<b>1:120</b>

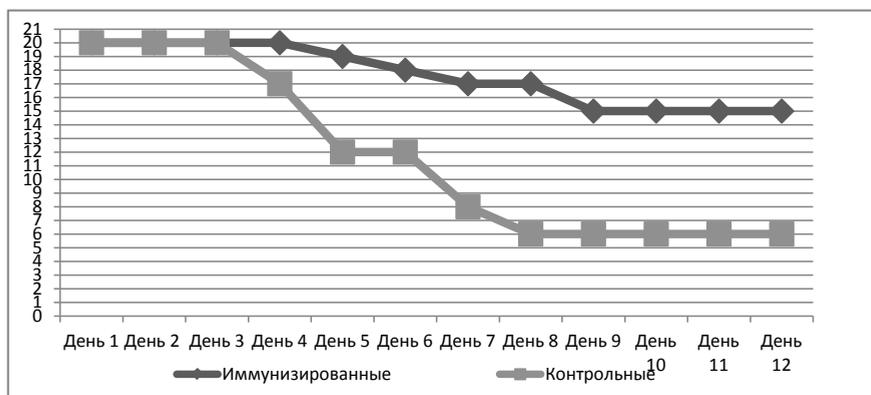
Все опытные и контрольные морские свинки до вакцинации (табл. 1) не реагировали с хламидийным антигеном. На 28 день после иммунизации в опытной группе средний титр комплементсвязывающих хламидийных антител был равен 1:32,5, на 45 день средний титр хламидийных антител повысился до показателя 1:90. Максимальный титр специфических хламидийных антител был зарегистрирован на 52 день после иммунизации и был равен 1:120.



**Рис. 1 - Гибель белых мышей после заражения штаммом №1**

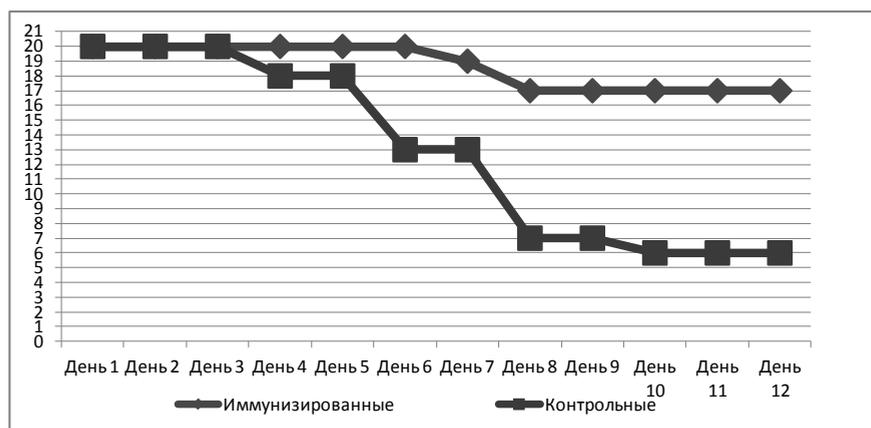
При проведении исследований по оценке иммуногенности поливидовой вакцины нами было установлено, что в первой группе иммунизированных животных по истечению 12 дней после заражения штаммом №1 в живых осталось 15 белых мышей. Процент выживших животных в испытываемой группе составил 75%, в то время как в контрольной группе зараженной этим же штаммом, этот показатель был равен 35%, в живых осталось 7 особей из 20 (Рис. 1). Во второй группе иммунизированных

животных на 9 день после заражения штаммом №2 в живых осталось также 15 особей, процент выживших животных был равен 75%. В 5 группе контрольных мышей зараженных штаммом №2 на 8 день в живых осталось 6 особей, процент выживших животных составил 30% (Рис. 2).



**Рис. 2 - Гибель белых мышей после заражения штаммом №2**

В третьей группе иммунизированных животных зараженных штаммом №3 был отмечен наиболее высокий процент выживших животных, который составил 85%, в живых остались 17 особей из 20. В то время как этот показатель в контрольной группе упал до 30%, в живых остались только 6 белых мышей (Рис. 3).



**Рис. 3 - Гибель белых мышей после заражения штаммом №3**

Средний процент всех выживших белых мышей в трех иммунизированных группах был равен 78,3%. В контрольных группах этот показатель снизился до 31,7% (Рис. 4). Корреляция между выжившими животными испытуемых и контрольных групп составила 46,6%.



**Рис. 4 - Средний процент всех выживших белых мышей в иммунизированных и контрольных группах**

**Заключение.** В результате проведенных исследований удалось установить, что поливидовая вакцина против хламидиоза сельскохозяйственных животных обладает иммуногенными свойствами:

-В группе иммунизированных морских свинок средний титр хламидийных антител на 52 день после иммунизации достиг показателя 1:120.

-Средний процент всех выживших иммунизированных белых мышей был на 46,6% выше, чем в контрольных группах.

#### **Список литературы**

1. Евстифеев В.В. Разработка и усовершенствование биологических препаратов для диагностики и специфической профилактики хламидиозов животных: дис. докт. биол.наук: 06.02.02./ Евстифеев Виталий Валерьевич – Казань 215

2. Курбанов, И.А. Диагностика, меры борьбы и профилактика хламидийных абортос крупного рогатого скота / И.А. Курбанов, Ф.З. Авзалов, Л.Ф. Лабутина [и др.] - Казань, - 1982. - 29 с.

3. Митрофанов, П.М. Хламидиоз крупного рогатого скота и меры борьбы с ним / П.М. Митрофанов, В.А. Семенов, Р.Х. Хамадеев // ЧГСА Мин. с.-х. и П ЧР, Чебоксары, - 2001. – С. 31-42.

4. Самуйленко, А.Я. Ветеринарные аспекты обеспечения продовольственной безопасности России / А. Я. Самуйленко, Л.А. Неминущая, Е.О. Литвинова и др. // Ветеринария. - 2012. - № 3. - С. 9-12.

5. Хамадеев, Р.Х. Хламидиоз крупного рогатого скота / Р.Х. Хамадеев, Ф.М. Хусаинов // Ветеринария. 1990. - №2. – С. 48-50.

6. Хусаинов, Ф.М. Иммунобиологические свойства хламидий, разработка и усовершенствование средств лабораторной диагностики и специфической профилактики хламидиозов сельскохозяйственных животных: дис. ... докт. вет. наук: 16.00.03. / Хусаинов Фидаиль Мингалеевич. – Казань, 2007. – 323 с.

7.Хусаинов Ф.М. Клинико-эпизоотологическое проявление хламидийного аборта у коз/ Ф.М. Хусаинов, В.В. Евстифеев, Г.И. Хусаинова, И.Р. Фазулзянов, С.И. Яковлев// Ветеринарный врач, Казань 2018, 41с.

8. Яковлев С.И. Изучение некоторых биологических свойств хламидий выделенных при аборте коз/ Яковлев С.И., Хусаинов Ф.М., Евстифеев В.В.//материалы

всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Наука и инновации в АПК XXI века», Казань 2018

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**1. Яковлев Сергей Игоревич**, аспирант, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности

**2. Евстифеев Виталий Валерьевич**, доцент, д-р биол. наук, заведующий отделением вирусологии

**3. Хусаинов Фидаиль Миннигалеевич**, доцент, д-р ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник

**4. Хусаинова Гульнара Ильдусовна**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

**5. Хамидуллина Разина Зинатуловна**, младший научный сотрудник

УДК 004.021

**АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА РАЗМЕЩЕНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

*Валиахметова Ю.И., <sup>1</sup>Васильева Л.И., <sup>1</sup>Зинов В.И.*

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г. Уфа, Россия

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО«УГАТУ», г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена обзору задачи определения рационального плана размещения несущих конструкций при строительстве многоэтажных зданий и возможному алгоритму её решения. Было составлено описание задачи, выявлена связь с проблемой декомпозиции многосвязного ортогонального полигона, определены специфические особенности задачи. В результате, авторы предлагают к рассмотрению составленную математическую модель и эвристический алгоритм решения, а также выделяют возможные направления для будущих исследований.

**Ключевые слова:** Дискретная оптимизация, разбиение полигона, многосвязный ортогональный полигон, эвристический алгоритм, оптимизация в строительной сфере

**AN ALGORITHM TO SOLVING A RATIONAL PLACEMENT OF LOAD-BEARING STRUCTURES PROBLEM IN THE DESIGN OF A MULTI-STORY BUILDING**

**Abstract.**The article is devoted to an overview of the problem of determining a rational placement of load-bearing structures in the design of multi-story buildings and a possible algorithm to its solution. Authors compiled a description of the problem, revealed a connection with the problem of partition of multiply connected orthogonal polygon and identified the specific features of the problem. As a result, authors proposes to consider a compiled mathematical model, a heuristic algorithm for solving, and possible directions for future research.

**Keywords:** Discrete optimization, polygon partitioning, multiply connected orthogonal polygon, heuristic algorithm, optimization in the construction industry

Сфера строительства во все времена являлась одной из основополагающих областей человеческой жизнедеятельности. Затраты, связанные с реализацией каждого этапа строительства, чрезвычайно высоки, по возможности их стараются снизить, в частности, используя оптимизацию ресурсозатрат на этапе проектирования. Это приводит к существенной экономии финансов и времени – важнейших ресурсов производства.

Примером задачи, решение которой даст подобный эффект, служит задача определения рационального плана размещения несущих конструкций. Возможным вариантом решения может служить рассмотрение данной проблемы в виде особого случая задач разбиения многосвязного ортогонального полигона.

**Анализ предметной области**

Многосвязные ортогональные полигоны на практике часто встречаются в различных задачах дискретной оптимизации. Среди прочих можно назвать строительную индустрию, судостроение, некоторые задачи о составлении расписаний,

задачи на гофра, и прочие. Одной из важных прикладных задач является задача разбиения многосвязного ортогонального полигона на прямоугольные части. С этой задачей могут быть связаны различные целевые функции: бывает целесообразно минимизировать количество прямоугольников, в других случаях необходимо минимизировать суммарную протяженность стыков. Задача разбиения многосвязного ортогонального полигона хорошо проработана, на эту тему можно найти большое количество работ в открытых источниках.

Одним из важных вопросов, который следует решить на этапе постановки задачи – это способ описания входных данных, и, в частности, многосвязного ортогонального полигона. Как правило, обрабатываются точки огибающего прямоугольника, который своей шириной и длиной, левый нижний угол считается началом координат; области, не принадлежащие многосвязному ортогональному полигону, но входящие в огибающий прямоугольник, называются препятствиями, и каждое из них имеет форму прямоугольника. Чаще всего многосвязный ортогональный полигон описан набором прямоугольников, не пересекающихся между собой. В одних задачах удобно, чтобы эти прямоугольники и составляли многосвязный ортогональный полигон (то есть представляли собой некоторое разбиение многосвязного ортогонального полигона), в других – чтобы эти прямоугольники были препятствиями на области огибающего прямоугольника.

Способ описания прямоугольников так же может быть различным:

- координаты левого нижнего угла в системе координат многосвязного ортогонального полигона, длина и ширина прямоугольника;
- отрезок осевой линии прямоугольника, направленный вдоль большей стороны прямоугольника и заданный координатами своего начала и конца, и ширина прямоугольника.

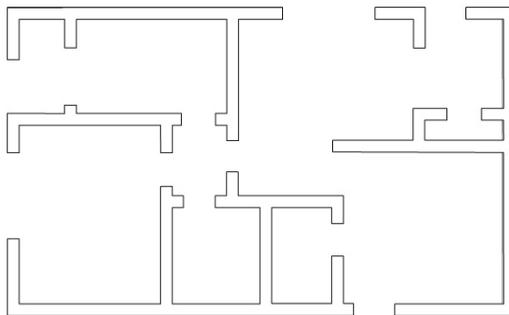
Разнообразие подходов к описанию входных данных позволяет разрабатывать более гибкие подходы к решению задачи декомпозиции многосвязного ортогонального полигона.

### **Описание проблемы**

Рассмотрим проблему рационального плана размещения несущих конструкций при проектировании многоэтажного здания. Поскольку стены выполняют основную несущую функцию в здании, будем называть критической ситуацией, когда нагрузка, приходящаяся на участок стены, превышает максимально допустимое значение для данного участка с учетом его расположения относительно других несущих элементов и материала его изготовления.

Основная цель решения задачи рационального распределения материалов стен на этаже здания состоит в снижении затрат на постройку при отсутствии критических ситуаций.

На каждом этаже здания при разработке его проекта задан и не подлежит изменению план расположения стен (рис. 1).



**Рис. 1 – Геометрия на этаже**

Будем рассматривать вариант задачи, где материал изготовления стен может быть одним из двух: кирпич или железобетон.

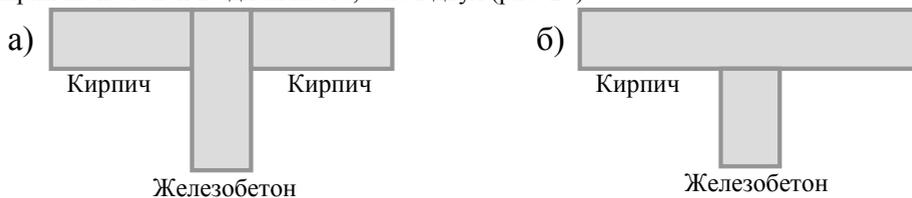
Осевой линией прямоугольника будем называть отрезок, соединяющий середины противоположных сторон прямоугольника и расположенный вдоль его большей стороны.

Во многих САПР, например, в Autodesk Revit, план расположения стен задан именно осевыми линиями прямоугольных участков стен. Нередко толщина кирпичной кладки некоторых стен может быть уменьшена без возникновения критических ситуаций, за счет чего снижается стоимость постройки и увеличивается полезная площадь помещения. Однако, этот шаг может быть выполнен уже после определения материалов стен. Таким образом, на этапе, решения задачи рационального распределения материалов конструкций стен, будем считать, что толщина всех стен одинакова. Нетрудно видеть, что совокупность участков стен на этаже здания представляет собой частный случай многосвязного ортогонального полигона (МОП). Многосвязность достигается за счет изолированных друг от друга компонент связности, отверстия внутри полигона отсутствуют. Весь многосвязный ортогональный полигон может быть разбит на прямоугольники фиксированной ширины.

Заметим, что классическая задача разбиения многосвязного ортогонального полигона подразумевает выбор границ прямоугольников из некоторого множества. Так, исходную область огибающего прямоугольника покрывают множеством горизонтальных и вертикальных линий, полученных продолжением ребер прямоугольников, являющихся препятствиями. Границы всех прямоугольников в разбиении будут лежать на одной из этих линий. При решении задачи распределения материалов несущих конструкций разбиение многосвязного ортогонального полигона на прямоугольники происходит иначе. Прикладное значение задачи диктует некоторые существенные ограничения.

Материал некоторых стен определяется единственным образом исходя из технологических требований, например, лифтовая шахта должна состоять строго из железобетонных конструкций, а стены, через которые проходят вентиляционные каналы – из кирпича. Для остальных стен необходимо предложить рациональный вариант распределения железобетонных и кирпичных конструкций исходя из требований к устойчивости здания к нагрузкам, с одной стороны, и снижения стоимости строительства, с другой.

К расположению и материалам изготовления стен предъявляются дополнительные требования, учитывающие технологические и конструктивные особенности. Например, поскольку кирпичные стены стыкуются с железобетонными с помощью дорогостоящих креплений-анкеров, то нежелательным и невыгодным является перпендикулярное примыкание железобетонной стены к кирпичной, при котором первая “вклинивается” во вторую, разделяя её на две части (рис. 2а). В таком случае следует “вытащить” железобетонные конструкции и состыковать их с кирпичной стеной в одном месте, а не в двух (рис. 2б).



**Рис.2 - а) Вклинивание железобетонной стены в кирпичную; б) Желательное перпендикулярное примыкание кирпичной и железобетонной стен**

Также нежелательной будет «шахматная» расстановка типов конструкций стен, т.е. частое чередование железобетонных и кирпичных типов на относительно небольшой протяженности стены (рис. 3).



**Рис.3 - Шахматная расстановка различных конструкций**

Разработка проекта зданий, как правило, осуществляется с применением специализированных программных инструментариев, позволяющих точно определять физические аспекты будущей постройки. Необходимость использования подобных средств обусловлена высокими требованиями к прочности здания. Среди прочих можно назвать MicroFe, Ansis, ПК Лира-софт, AutodeskRevit, AutodeskAutoCAD, и другие. Одной из важнейших физических характеристик прочности, используемых при проектировании расположения стен здания и их материала, являются значения нагрузок, приходящихся на каждую точку этажа. Для расчета значений нагрузок вся область этажа разбивается методом конечных элементов на фрагменты. При этом внутри каждого такого фрагмента можно считать одинаковым значение нагрузки. Процесс получения значений нагрузок на область этажа автоматизирован во многих специализированных средах.

#### **Содержательная постановка задачи**

Пусть задан МОП  $P$ , характеризующий геометрию стен на этаже. Будем рассматривать геометрическую задачу на области огибающего прямоугольника МОП  $P$ . Тогда все точки, рассматриваемые в математической модели, должны находиться внутри этого прямоугольника. В процессе поиска рационального распределения материалов стен необходимо контролировать возможные возникновения критических ситуаций. Учитывая сложность и трудоемкость процесса точного расчета нагрузок, испытываемых каждой точкой поверхности этажа при выбранном распределении материалов стен, целесообразно включить в расчетный модуль инструмент, позволяющий осуществлять перерасчет нагрузок при создании кирпичной или железобетонной конструкции на этаже. Это позволит существенно сэкономить затраты вычислительного времени на решение задач. Будем считать, что при генерации железобетонной стены нагрузка на близлежащие прямоугольные участки стен, находящиеся в некоторой заданной окрестности рассматриваемого участка, снижаются на фиксированный, заранее заданный процент. Разумеется, итоговую проверку полученного решения на отсутствие критических ситуаций следует осуществлять с учетом всех тонкостей процесса расчета нагрузок и проводить исключительно с применением специализированных средств. В работе рассматривается эвристический алгоритм решения задачи рационального распределения материалов конструкций стен на этаже здания. Поскольку мы не гарантируем получение оптимума, будем сохранять парето-оптимальное множество решений, из которых эксперт сможет определить наиболее подходящее.

#### **Описание математической модели**

1. Входные данные:

1. Многосвязный ортогональный полигон  $P$ , соответствующий расположению стен на этаже здания, а также огибающий его прямоугольник размерности  $H \times W$ , где  $H$  – высота прямоугольника,  $W$  – длина прямоугольника.

2. Набор осевых линий прямоугольных участков стен, образующих МОП  $P$ , при этом будем считать, что ширина стен всегда одинакова и равна  $w'$ . Отрезки осевых линий соответствуют геометрии стен на этаже здания. Обозначим множество отрезков осевых линий стен, для которых требуется определить конструкционный тип, через

$$E^0 = \{e_i\} = \{\bar{x}_i, \bar{y}_i, \underline{x}_i, \underline{y}_i\},$$

где:  $\bar{x}_i, \bar{y}_i$  – координаты конца отрезка,  $\underline{x}_i, \underline{y}_i$  – координаты начала отрезка, причем  $\bar{x}_i > \underline{x}_i$  или  $\bar{y}_i > \underline{y}_i$ ;  $i \in \overline{1, n}$ , где  $n$  – количество отрезков,

$$\bar{x}_i, \underline{x}_i \in [0, W]; \bar{y}_i, \underline{y}_i \in [0, H], i = \overline{1, n}.$$

Множество отрезков осевых линий стен, для которых их конструкционный тип предопределен, обозначим через

$$E' = \{e_i\} = \{\bar{x}_i, \bar{y}_i, \underline{x}_i, \underline{y}_i\}; i \in \overline{n+1, n+m}. \text{ Здесь } m \text{ – количество стен с предопределенным типом материала.}$$

3. Множество  $E$  всех стен, задаваемых осевыми линиями и образующих МОП  $P$ , обозначим  $E = E^0 \cup E'$ .

4. Матрица  $G_{W \times H}$ , содержащая для каждой точки огибающего прямоугольника МОП  $P$  значение нагрузки  $G[x, y]$ , приходящейся на точку с координатами  $(x, y)$ . Исходное содержимое матрицы  $G$  вычисляется при помощи специализированной среды.

5. Критическое значение нагрузки  $\bar{G}$ , задающее ограничение сверху для допустимых значений нагрузки.

6. Параметры перерасчета нагрузки на участки стен при создании железобетонного участка стены:  $p < 1$  – процент снижения нагрузки на близлежащие прямоугольные участки при генерации участка стены из железобетона,  $\varepsilon$  – радиус пересчета нагрузок.

7. Количество решений, которые следует сохранить в Парето-оптимальном множестве.

8.  $C_k$  и  $C_{жб}$  – стоимость постройки конструкционной единицы шириной  $w'$  кирпичной и железобетонной стены соответственно. Известно, что  $C_{жб} \gg C_k$ .

9. Шаг  $h$  разбиения исходных прямоугольных стен на участки и минимально допустимая длина  $h^0$  участка стены одного конструкционного типа.

2. Найдем множество углов и стыков:

1. Сформируем два множества добавочных точек  $T^{in} = \{(x, y)\}$  и  $T^{out} = \{(x, y)\}$  следующим образом. Для каждой осевой линии  $e_i, i = \overline{1, n+m}$  рассматриваются не более четырех точек.

Две «внутренние» точки:

- если  $\bar{x}_i = \underline{x}_i$ , то во множество  $T^{in}$  добавляются точки  $(\bar{x}_i, \bar{y}_i - \frac{w'}{2})$  и  $(\underline{x}_i, \underline{y}_i + \frac{w'}{2})$ ;

- если  $\bar{y}_i = \underline{y}_i$ , то во множество  $T^{in}$  добавляются точки  $(\bar{x}_i - \frac{w'}{2}, \bar{y}_i)$  и  $(\underline{x}_i + \frac{w'}{2}, \underline{y}_i)$ ;

Две «внешние» точки:

- если  $\bar{x}_i = \underline{x}_i$  и  $\bar{y}_i + \frac{w'}{2} \leq H$ , то во множество  $T^{out}$  добавляется точка  $(\bar{x}_i, \bar{y}_i + \frac{w'}{2})$
- если  $\bar{x}_i = \underline{x}_i$  и  $0 \leq \underline{y}_i - \frac{w'}{2}$ , то во множество  $T^{out}$  добавляется точка  $(\underline{x}_i, \underline{y}_i - \frac{w'}{2})$ ;
- если  $\bar{y}_i = \underline{y}_i$  и  $0 \leq \underline{x}_i - \frac{w'}{2}$ , то во множество  $T^{out}$  добавляется точка  $(\underline{x}_i - \frac{w'}{2}, \underline{y}_i)$ ;
- если  $\bar{y}_i = \underline{y}_i$  и  $\bar{x}_i + \frac{w'}{2} \leq W$ , то во множество  $T^{out}$  добавляется точка  $(\bar{x}_i + \frac{w'}{2}, \bar{y}_i)$ .

2. Тогда множество  $T = T^{in} \cap T^{out}$  есть множество точек, являющихся центрами угловых стыков между стенами. Заметим, что некоторые стыки сейчас не входят во множество  $T$ , поскольку возможны ситуации Т-образной стыковки стен.

3. Добавим во множество  $T$  центры Т-образных стыков стен:

$$T = T \cup \{(x_j, y_j) : (x_j, y_j) \in T^{out} \text{ и } (x_j, y_j) \in e_i, i \in [1; n], j = \overline{1, q}, |T| = q.$$

Таким образом, во множество  $T$  попадут все стыковые участки стен, материал которых может быть изменен, и не попадут стыковые участки с predetermined типом материала.

3. Формирование множества прямоугольных участков стен:

1. Сформируем множество прямоугольников, тип которых не определен

$$R = R^{st} \cup R' = \{r_z\} =$$

$$\{x_z, y_z, k_z, l_z, f_z, num_z, left_z, right_z, top_z, bottom_z, g_z\}$$

где  $R^{st}$  – множество прямоугольных участков стен, соответствующих стыкам,

$R'$  – множество прямоугольников, получаемых на прямолинейных стенах, не пересекающихся с другими стенами,

$x_z, y_z$  – координаты центра прямоугольника,

$num_z$  – номер осевой линии прямоугольника, частью которого является данный;  $num_z = i : (x_z, y_z) \in e_i, i \in [1; n]$ ;

$k_z$  – тип конструкционного материала участка стены, описываемого данным прямоугольником:

$$k_z = \begin{cases} 0, \text{ если стена из кирпичной кладки} \\ 1, \text{ если стена из железобетона} \end{cases};$$

изначально для каждого прямоугольника  $k_z = 0$ ;

$l_z$  – длина данного прямоугольного участка стены; будем считать, что это длина стороны прямоугольника, параллельной осевой линии  $e_{num_z}$ ;

$f_z$  – направление осевой линии  $e_{num_z}$ :

$$f_z = \begin{cases} 0, \text{ если } \bar{y}_{num_z} = \underline{y}_{num_z} \\ 1, \text{ если } \bar{x}_{num_z} = \underline{x}_{num_z} \end{cases};$$

$left_z, right_z, top_z, bottom_z$  – номера прямоугольников, смежных с данным:

$$left_z = a: x_z - \left( f_z \cdot \frac{w'}{2} + (1 - f_z) \cdot \frac{l_z}{2} \right) = x_a + \left( f_a \cdot \frac{w'}{2} + (1 - f_a) \cdot \frac{l_a}{2} \right)$$

$$right_z = a: x_z + \left( f_z \cdot \frac{w'}{2} + (1 - f_z) \cdot \frac{l_z}{2} \right) = x_a - \left( f_a \cdot \frac{w'}{2} + (1 - f_a) \cdot \frac{l_a}{2} \right)$$

$$top_z = a: y_z - \left( (1 - f_z) \cdot \frac{w'}{2} + f_z \cdot \frac{l_z}{2} \right) = y_a + \left( (1 - f_a) \cdot \frac{w'}{2} + f_a \cdot \frac{l_a}{2} \right)$$

$$bottom_z = a: y_z + \left( (1 - f_z) \cdot \frac{w'}{2} + f_z \cdot \frac{l_z}{2} \right) = y_a - \left( (1 - f_a) \cdot \frac{w'}{2} + f_a \cdot \frac{l_a}{2} \right),$$

При отсутствии смежных прямоугольников с какой-либо стороны соответствующие значения  $left_z, right_z, top_z, bottom_z$  равны -1;

$g_z$  – значение нагрузки, приходящейся на центр прямоугольного участка стены с учетом расположения близлежащих конструкций, исходно  $g_z = G[x_z, y_z]$ .

Множество участков стен, соответствующих стыкам, определяется следующим образом:

$$R^{st} = \{x_z, y_z, k_z, l_z, f_z, num_z, left_z, right_z, top_z, bottom_z, g_z: (x_z, y_z) \in T, l_z = w', z = \overline{1, q}\}, |R^{st}| = q.$$

Множество участков стен, соответствующих прямым участкам стен, не имеющим стыков с другими стенами, определяется следующим образом:

$$R' = \{x_z, y_z, k_z, l_z, f_z, num_z, left_z, right_z, top_z, bottom_z, g_z: (x_z, y_z) \notin T, l_z \leq h, z = \overline{q+1, t+q}\}, |R'| = t$$

$$R^{st} \cap R' = \emptyset$$

$$\bigcup_{z=1}^{q+t} r_z = P$$

Требуется определить рациональный набор значений  $k_z, z = \overline{1, q+t}$  такой, что выполняются следующие ограничения:

$$g_z \leq \bar{G}, \forall z \in [1; q+t]$$

Целевая функция определяет стоимость реализации проекта:

$$F = \sum_{z=1}^{q+t} (C_k \cdot (1 - k_z) + C_{жб} \cdot k_z) \rightarrow min.$$

4. Алгоритм нахождения плана распределения материалов участков стен

1. Пока  $\exists z^0 \in [1; q+t]: G[x_{z^0}, y_{z^0}] > \bar{G}$ :

1.1 Изменить тип конструкционного материала и нагрузку для элемента

$$r_{z^0}: k_{z^0} = 1, g_{z^0} = g_{z^0} \cdot p.$$

1.2 Скорректировать матрицу нагрузок: для всех элементов  $r_z \in R: (x_{z^0} - x_z)^2 + (y_{z^0} - y_z)^2 \leq \varepsilon^2$  положим

$$g_z = g_z \cdot \left( p + \frac{\sqrt{(x_{z^0} - x_z)^2 + (y_{z^0} - y_z)^2}}{\varepsilon} \cdot (1 - p) \right);$$

2. Объединение однотипных участков стен:

2.1 Пока

$$\exists z_1, z_2 \in [1; q+t]: (z_1 = left_{z_2} \vee z_1 = bottom_{z_2}) \wedge (k_{z_1} = k_{z_2}).$$

2.1.1 Объединить участки:

Пусть  $x = \frac{1}{2}(x_{z_1} + x_{z_2}), y = \frac{1}{2}(y_{z_1} + y_{z_2})$ .

Если  $z_1 = left_{z_2}$ :

$left = left_{z_1}, right = right_{z_2}, top = -1, bottom = -1, f = 0$ ;

Если  $z_1 = bottom_{z_2}$ :

$left = -1, right = -1, top = right_{z_2}, bottom = left_{z_1}, f = 1$ ;

Если  $f = 0$  и  $\bar{y}_{num_{z_1}} = \underline{y}_{num_{z_1}}$ , то  $num = num_{z_1}$ , иначе  $num = num_{z_2}$ .

$g = \frac{1}{2}(g_{z_1} + g_{z_2})$ .

Создается новый участок стены:  
 $r = \langle x, y, k_{z_1}, l_{z_1} + l_{z_2}, f, num, left, right, bottom, top, g \rangle$ , и включим его во множество  $R$ , исключив из него два элемента с номерами  $z_1$  и  $z_2$ :  
 $R = R \cup r \setminus (r_{z_1} \cup r_{z_2}), q = q - 1$ .

3. Устранение нежелательных конструктивных паттернов: определение допустимости длин однородных участков стен.

Пока  $\exists z^0 \in [1; q + t]: l_{z^0} < h^0$ :

3.1 Если участок стены кирпичный, то есть  $k_{z^0} = 0$ , определяется номер  $z^1$  смежного с ним участка стены минимальной длины, далее изменяется значение  $k_{z^0} = 1$ , объединяются эти два участка аналогично п. 2.1.1, дополнительно пересчитывается значение нагрузки:

3.1.1 Изменить тип конструкционного материала и нагрузку для элемента  $r_{z^0}: k_{z^0} = 1, g_{z^0} = g_{z^0} \cdot p$ .

3.1.2 Скорректировать матрицу нагрузок:

для всех элементов  $r_z \in R: (x_{z^0} - x_z)^2 + (y_{z^0} - y_z)^2 \leq \varepsilon^2$  положим

$$g_z = g_z \cdot \left( p + \frac{\sqrt{(x_{z^0} - x_z)^2 + (y_{z^0} - y_z)^2}}{\varepsilon} \cdot (1 - p) \right);$$

3.2 Если участок стены из железобетона, то есть  $k_{z^0} = 1$ , определяется номер  $z^1$  смежного с ним участка стены минимальной длины, изменяем значение  $k_{z^1} = 1$ , а затем происходит объединение этих двух участков и пересчет значений нагрузок аналогично п.3.1;

### Заключение

Представленный алгоритм позволяет получить искомое распределение материалов участков стен на каждом этаже при выполнении всех требований по ядру жесткости здания. Разнообразие получаемых решений обеспечивается за счет инвариантности способа определения номера  $z^0$  в пунктах 1 и 3 алгоритма. Полученное решение обрабатывается в среде MicroFe или ПК Лира-софт, где анализируются значения нагрузок, приходящихся на каждую точку этажа. Проектировщик может корректировать значения параметров алгоритма с целью получения желаемых решений. Заметим, что уменьшение значения параметра  $h^0$  приведет к увеличению вычислительного времени алгоритма, поскольку будет рассмотрено гораздо большее множество допустимых решений. При этом будут получаться более разнообразные решения с позиции расстановки разнотипных участков стен. Уменьшение величины  $p$ , так же как и увеличение значения  $\varepsilon$ , может привести к многократному рассмотрению недопустимых решений, в которых нагрузка

на некоторые участки превышает максимально допустимую. В то же время при значениях  $p$ , близких к 1, как и при малых значениях  $\varepsilon$ , возможно получение решений, имеющих более существенное отклонение от оптимума.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-07-00895.*

#### Список литературы

1. Filippova, A. S., Valiakhmetova, J. I.: Optimal use of resources: cutting-packing problems. Petrosyan, L. A., Romanovsky, J. V., Wing-kay Yeung, D. Advances in economics and optimization: collected scientific studies dedicated to the memory of L. V. Kantorovich. Nova Science Publishers, Inc. NY, United States of America, 35--48 (2014).

2. Valiakhmetova, J.I., Vasilyeva, L.I., Grigorchuk, T.I.: Algorithms for solving the decomposition problem of a multi-connected orthogonal polygon. Vestnik USNTU (scientific journal of Ufa State Oil Technical University), vol. 5, no. 1 (5), 2016, pp. 132--136.

3. Valiakhmetova, J.I., Hasanova, E.I., Filippova, A.S.: Some approaches to solve a complex problem of Geometrical covering and orthogonal cutting. Vestnik USATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 17, no. 6 (59), 2013, pp. 88-91.

4. Recommendations on the application monolithic hardness cores in combination with the teamdesigns. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293797/4293797415.htm>. Last accepted 02 Mar 2020.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Валиахметова Юлия Илтясовна**, доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики ФИРТ

2. **Васильева Лидия Ильясовна**, доцент, зав. кафедрой прикладной информатики (и.о.), институт физики, математики, цифровых и нанотехнологий

3. **Зинов Вячеслав Игоревич**, студент факультета информатики и робототехники

УДК 004.02

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКОРИНГОВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ КЛИЕНТА ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ PEER-TO-PEER КРЕДИТОВАНИЯ

*Васильева Л.И., Лакман И.А., Васильева А.К.*  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия  
ФГБОУ ВО «УГАТУ», г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе описана методика построения скоринговой системы и разработка программного обеспечения информационной системы в виде скоринговой модели оценки кредитоспособности клиента для платформы Peer-to-peer кредитования. Отличительной особенностью в рамках рассматриваемой проблемы является метод назначения персонализированной «плавающей» ставки по кредиту, определение которой основано на расчете риска дефолта заемщика с помощью моделей выживаемости.

**Ключевые слова:** P2P-кредитование, статистические методы, персонализированная ставка, скоринговая система.

## SOFTWARE FOR A SCORING MODEL FOR ASSESSING THE CLIENT'S CREDITWORTHINESS FOR THE PEER-TO-PEER LENDING PLATFORM

**Abstract.** The paper describes a method for building a scoring system and developing software for an information system in the form of a scoring model for evaluating the client's creditworthiness for the Peer-to-peer lending platform. A distinctive feature of the problem under consideration is the method of assigning a personalized "floating" loan rate, the definition of which is based on calculating the risk of default of the borrower using survival models.

**Keywords:** peer-to-peer lending, statistical method, personalized bid, scoring system.

P2P-кредитование (peer-to-peer lending, или кредитование между равными сторонами, равноправное кредитование) — это способ предоставления финансовой ссуды, когда участниками сделки с обеих сторон выступают физические и/или юридические лица. При этом в сделке не участвуют традиционные финансовые институты, такие как банки, кредитные кооперативы или микрофинансовые организации, а участвует платформа, задача которой сделать процесс простым, понятным и безопасным. Как правило, сделка P2P-кредитования заключается между одним заёмщиком (получатель займа) и несколькими кредиторами (предоставляют займы) — это синдицированные займы. С целью снижения рисков один кредитор вкладывает свои деньги в нескольких заемщиков - диверсификация вложений (потокное финансирование).

Главная выгода пользования кредитами напрямую состоит в том, что размер процентной ставки (в отличие от банка) согласовывается самими сторонами сделки и регулируется с учетом кредитного рейтинга каждого заемщика, определяемого на основании собственной скоринговой модели P2P-сервиса.

Наибольшее развитие P2P кредитование получило в США и Великобритании — именно в этих странах сконцентрированы основные платформы, которые, согласно данным из открытых источников, выдают наибольшее число кредитов.

В России эта индустрия представлена по сути двумя компаниями — Vдолg.ru и Fingoogo. Насколько известно, у обоих сервисов небольшие показатели выдачи кредитов по сравнению с известными платформами в США и Великобритании; похожая ситуация наблюдается и во многих других странах. В основном это связано с особенностями работы индустрии кредитования в целом и, самое главное, наличием кредитных бюро с достоверной кредитной историей по заемщикам.

Особенностью p2p-платформы является то, что в качестве кредитора выступает физическое лицо, и формально платформа должна работать как аукцион, где кредитор старается, чтобы у него была ставка, по которой он может выдать кредит, повыше, но в то же время, чтобы риск дефолта заёмщика был минимален.

Существует несколько причин слабого развития института равноправного кредитования в России: во-первых, правовая неопределенность; во-вторых, невозможность предоставления кредиторам качественных услуг *скоринговой оценки* потенциальных заемщиков, которая позволила бы устанавливать плавающую ставку по кредиту в зависимости от вероятности возможного дефолта конкретного заемщика.

Привлекательность P2P-платформ заключается в том, что они могут обеспечить выгодные условия сделки как для кредиторов, так и для заёмщиков. Еще один плюс этой платформы в том, что весь процесс заключения сделки происходит дистанционно, что позволяет экономить время клиентам. Порог вхождения на платформы P2P-кредитования невысокий, и не обязательно быть искушенным инвестором (хотя, разумеется, финансовая грамотность или консультация независимого эксперта позволит принимать решения более осознанно, чтобы снизить риски) [1, 2]. Чтобы начать работу на платформе в качестве кредитора, можно просто внести небольшую сумму. P2P-кредитование является инновационным финансовым инструментом. На данный момент во всём мире работают десятки платформ P2P-кредитования, и их доля на рынке кредитования в предстоящие годы будет неуклонно возрастать.

Кредитный скоринг состоит в применении алгоритмов, полученных с использованием математических и статистических методов, с тем, чтобы разделить потенциальные кредитные операции на непересекающиеся группы риска: «хорошие» и «плохие». «Плохие» операции означают потенциальные риски, то есть подразумевают большую вероятность нарушения обязательств заёмщиком. Поэтому необходимо выявлять факторы кредитного риска, их значимость и взаимозависимость. Предполагается, что созданные модели могут выявлять закономерности, так что кредитные операции в будущем будут иметь такой же исход, как и операции со схожими характеристиками, для которых известна принадлежность к одному из рисков. Факторы, учитываемые при кредитном скоринге, могут отличаться в зависимости от алгоритмов и целей скоринга. К типично используемым факторам можно отнести демографические данные (возраст, семейное положение, и др.) и характеристики занятости заемщика (тип занятости, должность и др.), информацию о кредитной истории и предыдущих отношениях с кредитором, характеристики предоставляемой услуги, данные о финансовом благополучии клиента.

Кредитный скоринг позволяет упростить работу кредитных специалистов и сделать оценку кредитных рисков менее затратной, хотя не исключает некоторый контроль со стороны экспертов.

Существует несколько подходов к моделированию риска дефолта заёмщика, лежащих в основе систем кредитного скоринга. Одной из самых популярных моделей кредитного скоринга является модель бинарной регрессии, позволяющая классифицировать заёмщиков на добросовестных и недобросовестных.

Здесь рассматривается другой подход: вместо того, чтобы классифицировать заёмщиков на две категории, предлагается определить вероятное время наступления дефолта и в соответствии с этим назначить персонализированную ставку кредиту. С помощью этого метода, который основан на анализе выживаемости [3], формируется скоринговая платформа под расчет персонализированной ставки; в результате мы получаем возможность не только классифицировать заёмщиков, но и определить временные рамки, т.е. в течение какого срока возможно наступление дефолта [3-6].

Методику построения скоринговой системы, построенной на основе модели выживаемости, можно представить в виде этапов:

1. Первый этап обучения моделей состоит в построении графиков функций выживаемости с помощью методов оценки Каплана-Майера. Анализ графиков позволит сделать предположение о виде функции распределения.

2. Второй этап состоит в точной оценке различий функций выживаемости. Для этого применяются логранговый тест Мантеля-Хензеля и тест Гехана-Вилкоксона. Нулевой гипотезой в тестах служит предположение об отсутствии различий в функциях выживаемости для различных атрибутов какого-либо признака.

3. На третьем этапе ведётся построение непараметрической модели пропорциональных рисков Кокса. В качестве регрессоров выступают факторы, определенные на предыдущих этапах:

$$\lambda_i(t|x_i) = \lambda_0(t) \cdot e^{\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k}$$

где  $\lambda_i(t|x_i)$  — риск дефолта заёмщика в период времени  $t$ ;

$x_i$  — различные значения факторов влияния (пол, возраст заемщика, условия кредита, назначение кредита, «кредитная история» заемщика и др.);

$\lambda_0(t)$  — базовый риск разорения в период  $t$ ;  
экспонента выражает мультипликатор риска.

Данная методика реализована в виде программного модуля. Пользователю предоставляется программа, которая полностью заменяет ручную работу подсчёта персонализированной ставки для заёмщика на основе введённой клиентом информации.

Программный продукт написан при помощи статистического пакета R и VisualStudio 2013. Входными данными являются данные о заёмщике. Выходные данные – персонализированная ставка для заёмщика.

Программный продукт представляет собой набор модулей:

- 1) Label – предоставляет элементы управления текст описания либо информацию во время исполнения;
- 2) ComboBox – отображает редактируемое текстовое поле и раскрывающийся список допустимых значений;
- 3) TextBox – позволяет пользователю вводить текст и обеспечивает редактирование нескольких строк и маскирование символов пароля;
- 4) Button – при щелчке возникает событие ;
- 5) Form1\_Load – реализует форму;
- 6) TabControl – обрабатывает и отображает для пользователя соответствующую коллекцию вкладок, содержащих элементы управления и компоненты.

The screenshot shows a window titled "Form for clients" with a subtitle "Данные заёмщика | Итоги". The form contains the following fields and controls:

- Введите Ваше Ф.И.О.: Text box (empty)
- Введите дату рождения: Date picker (Month: 3, Day: 04, Year: 1991)
- Введите Ваш годовой доход (официальный): Range selector (From: 50, To: 75, Currency: \$)
- Введите желаемую сумму кредита: Range selector (From: 15000, To: 2, Currency: \$)
- Введите Ваше назначение кредита: Dropdown menu (Автокредит)
- Владение жильём: Dropdown menu (Собственность)
- Введите регион, в котором Вы проживаете: Dropdown menu (Северо-западный центральный)
- Введите Ваш адрес проживания: Text box (South street, 15)
- Введите Ваш стаж работы: Dropdown menu (1-5 лет)
- Ваша кредитная история: Dropdown menu (Брал кредиты)
- Введите желаемый срок кредита: Dropdown menu (30 дней)
- Button: Рассчитать персонализированную ставку

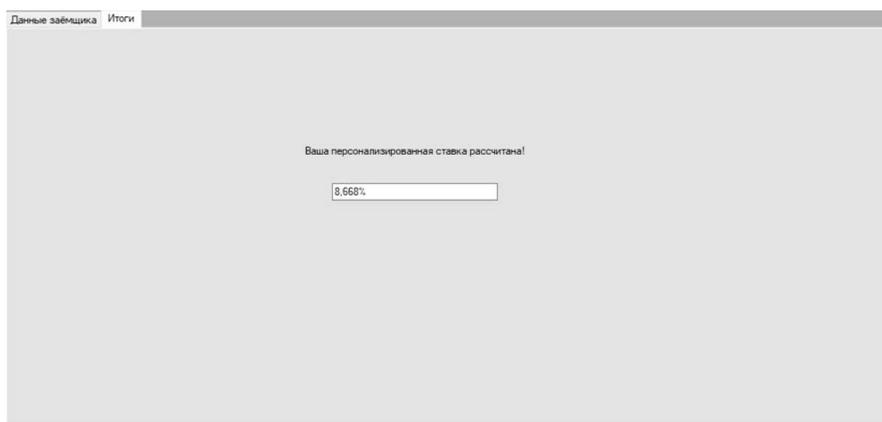
Рис. 1 - Интерфейс пользователя

По нажатию кнопки «Рассчитать персонализированную ставку», осуществляется расчет, который будет выведен на вторую страницу.

The screenshot shows the same window as Figure 1, but with the form fields filled with sample data:

- Введите Ваше Ф.И.О.: Julia Tompson
- Введите дату рождения: 3 / 04 / 1991
- Введите Ваш годовой доход (официальный): От 50 до 75 \$
- Введите желаемую сумму кредита: От 15000 до 2 \$
- Введите Ваше назначение кредита: Автокредит
- Владение жильём: Собственность
- Введите регион, в котором Вы проживаете: Северо-западный центральный
- Введите Ваш адрес проживания: South street, 15
- Введите Ваш стаж работы: 1-5 лет
- Ваша кредитная история: Брал кредиты
- Введите желаемый срок кредита: 30 дней
- Button: Рассчитать персонализированную ставку

Рис.2 - Окно с заполненными данными



**Рис. 3 - Окно с полученной ставкой**

Тестирование показало, что программный продукт корректно выполняет свои функции. В исключительных ситуациях программа игнорирует вводимые некорректные данные и продолжает работу с корректными данными, сообщая при этом о вводе некорректных данных.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что при внедрении ее в качестве скоринговой модели оценки кредитоспособности клиента для платформы Peer-to-peer кредитования повысится привлекательность соответствующей технологии для клиентов.

#### **Список литературы**

1. AgapitovA., LakmanI., MaksimenkoZ., EfimenkoN. An approach to developing a scoring system for peer-to-peer (p2p) lending platformВ сборнике: Springer Proceedings in Mathematics and Statistics Сер. "New Statistical Developments in Data Science - SIS 2017" 2019. С. 347-357.
2. МаксименкоЗ.В., ЛакманИ.А., АскарловаА.А., АгапитовА.А. Особенности построения моделей кредитного скоринга для p2p-кредитования Экономика и управление: научно-практический журнал. 2018. №1(139). С. 61-67.
3. Statsoft. Электронный учебник по статистике. Анализ выживаемости // <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
4. Наим СиддикиCreditRiskScorecards // Скоринговые карты для оценки кредитных рисков. Разработка и внедрение интеллектуальных методов кредитного скоринга // Манн, Иванов и Фербер, 2013.
5. Владимир Вьюгин // Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования // МЦМНО, 2013.
6. Выгода плавающей ставки по кредиту // <http://refina.ru/vygodna-liplavayushhaya-protsentnaya-stav/>

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

1. **Васильева Лидия Ильясовна**, доцент, зав. кафедрой (и.о.) прикладной информатики, Институт физики, математики цифровых и нанотехнологий
2. **Лакман Ирина Александровна**, доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО УГАТУ
3. **Васильева Анна Константиновна**, магистрант ФГБОУ ВО «БГПУ им. М. Акмуллы»

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ КРУГОВ РАЗЛИЧНОГО РАДИУСА В ПОЛУБЕСКОНЕЧНУЮ ПОЛОСУ

*Васильева Л.И., <sup>1</sup>Валиахметова Ю.И., <sup>1</sup>Аюпова С.Р.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумлы, г. Уфа, Россия

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «УГАТУ» г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается задача рационального использования ресурсов, которая состоит в снижении расхода материала при размещении кругов в полубесконечную полосу. Приведена математическая модель задачи, рассмотрены алгоритмы размещения кругов, сделаны сравнительные выводы по результатам вычислительного эксперимента.

**Ключевые слова:** задача раскроя-упаковки, допустимость размещения, NP-трудные задачи, рациональное использование ресурсов, полубесконечная полоса.

## MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHMS FOR SOLVING THE PLACEMENT PROBLEM CIRCLES OF VARIOUS RADII IN A SEMI-INFINITE BAND

**Abstract.** The article considers the problem of rational use of resources, which consists in reducing material consumption when placing circles in a semi-infinite band. A mathematical model of the problem is presented, algorithms for placing circles are considered, and comparative conclusions are made based on the results of a computational experiment.

**Keywords:** cutting-packaging problem, validity of the placement, an NP-hard problem, efficient use of resources, a semi-infinite strip.

Проблема экономии ресурсов актуальна для всех сфер человеческой деятельности, а в частности и для отраслей промышленности. Экономия ресурсов на предприятии является эффективным способом снижения расходов, поскольку требуется меньше самих ресурсов, а также сокращаются расходы на хранение и транспортировку отходов [1]. Алгоритмы размещения элементов на исходных раскраиваемых областях являются основой для последующей оптимизации расхода материала.

При построении способов размещения элементов в некоторой заданной области большое значение имеет форма размещаемых элементов. При этом алгоритм поиска размещения конкретного элемента является основным этапом в общем оптимизационном алгоритме поиска рационального плана раскроя-упаковки. Например, в работах [2,3] рассмотрены способы описания и по координатным алгоритмы размещения объектов сложной формы. В данной работе размещаемые элементы – круги, и это в отличие от размещения прямоугольных элементов накладывает дополнительные сложности в поиске подходящих алгоритмов укладки.

Задача состоит в следующем: дана полубесконечная полоса заданной ширины и набор кругов с заданными радиусами. Требуется найти размещение кругов на полосу таким образом, чтобы длина занятой части полосы была минимальной.

Размещение круга в полуполосе означает определение координаты центра круга относительно левого верхнего угла полосы (рис.1).

Математическая модель задачи:

**Дано:**

$W$  – ширина полосы;

$n$  – число кругов;

$r_i, i = \overline{1, n}$  – радиус  $i$ -го круга.

**Переменные задачи:**

$x_i, y_i$  – координаты центра  $i$ -го круга;

$L$  – длина занятой части полосы.

Требуется найти такое размещение

$$R = \{(x_i, y_i), \}$$

чтобы длина занятой части полосы имела минимальное значение

$$L = \max_{i=1, \dots, n} (y_i + r_i) \rightarrow \min \quad (1)$$

при выполнении следующих ограничений:

$$x_i - r_i \geq 0, i = \overline{1, n} \quad (2)$$

$$y_i - r_i \geq 0, i = \overline{1, n} \quad (3)$$

$$x_i + r_i \leq w, i = \overline{1, n} \quad (4)$$

$$(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2 \geq (r_i + r_k)^2 \quad (5)$$

Данные ограничения описывают допустимость размещения. Таким образом, допустимое размещение должно удовлетворять двум группам условий: первая группа условий (2), (3), (4) обеспечивает расположение кругов в пределах полосы (непересечение с границами полосы), а условие (5) означает неналожение кругов друг на друга.

Рассмотрим два алгоритма для поиска плана размещения кругов.

Алгоритм размещения кругов путем расчета сдвига

Рассмотрим частный случай задачи: пусть имеется набор кругов одного и того же радиуса. Определим основные зависимости между координатами центров кругов при размещении их со сдвигом (рисунок 1).

Введем обозначения:

– диаметр круга;

– радиус круга;

$a$  – остаток по горизонтали до края листа при укладке первого ряда;

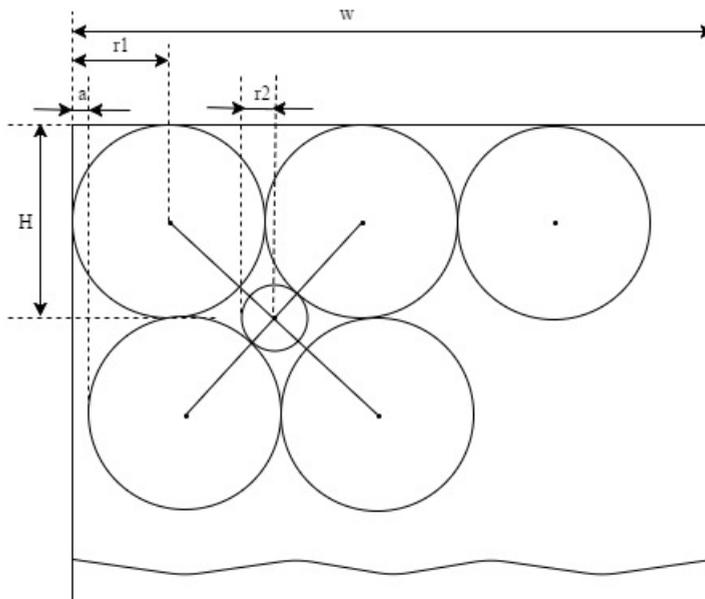
$H$  – расстояние по высоте между центрами соседних кругов;

$x$  и  $y$  – малая и большая диагонали ромба  $AA_1CC_2$  соответственно.

Исходя из рисунка 1, определим следующие зависимости:

$$H = \sqrt{D^2 - a^2} \quad (1)$$

$$x = \sqrt{2D(D - a)} \quad (2)$$



**Рис. 1 – Расположение кругов со сдвигом**

Будем теперь размещать круги двух различных радиусов. Вычислим сдвиг  $a$  таким образом, чтобы между кругами первого радиуса  $r_1$  можно было поместить круги второго радиуса  $r_2$ .

Определим максимально возможный радиус  $r$ . Очевидно, что  $r$  будет максимальным при  $a = 0$ . Также на рисунке 2 видно, что

$$2 * r = x - r_1 * 2 \quad (3)$$

Подставим формулу (2) в формулу (3), где  $a = 0$ , и получим:

$$2 * r = \sqrt{2 * D * D} - r_1 * 2 \quad (4)$$

Подставим в (4)  $D = 2 * r_1$

$$2 * r = \sqrt{2 * 2 * r_1 * 2 * r_1} - r_1 * 2 \quad (5)$$

Преобразуем

$$r = \sqrt{2} * r_1 - r_1 \quad (6)$$

Полученный по формуле (6) радиус  $r$  является максимальным, который можно разместить между кругами радиуса  $r_1$ .

Найдем сдвиг  $a$ . Для этого решим уравнение относительно этого неизвестного:

$$\begin{aligned} \sqrt{2D(D - a)} - 2 * r_1 &= 2 * r_2 \\ a &= D - \frac{2 * r_2^2 + 4 * r_1 * r_2 + 2 * r_1^2}{2 * D} \\ a &= 2 * r_1 - \frac{2 * r_2^2 + 4 * r_1 * r_2 + 2 * r_1^2}{2 * r_1} \end{aligned} \quad (7)$$

Если не найдется такое  $r_2 \leq r$ , то  $r_2 = 0$  и сдвиг будет максимально возможным:  $a = r_1$ .

Таким образом, известны все параметры и можно найти координаты центров кругов первого типа.

$$Y = H * i + r1 + globY \quad (8)$$

$$X = a * (i \% 2) + 2 * r1 * j + r1 + globX \quad (9)$$

где  $i$  – строка,  $j$  – столбец,  $(globX, globY)$  – начало координат.

Таким образом,  $(X, Y)$  – координаты центра размещаемого круга.

При определении координаты центра круга необходимо провести проверку на непересечение круга с границами полосы, что эквивалентно нахождению размещаемого круга в пределах полосы. Это будет гарантировать выполнение условий допустимости размещения:

Центры кругов второго типа вычисляются по найденным центрам как точки пересечения двух отрезков, концами которых являются центры противоположных кругов первого типа, образующих группу из четырех соприкасающихся; центры таких кругов являются вершинами ромба.

После размещения двух типов кругов необходимо вычислить длину занятой части, как максимальное значение  $Y_i + r_i$ .

Выполнять алгоритм необходимо до тех пор, пока не будут размещены все круги. После каждой итерации значению  $globY$  присвоить длину занятой части полосы. Таким образом, алгоритм будет применим для произвольного количества типов кругов.

Недостатком данного алгоритма является то, что он решает только частный случай задачи раскроя – упаковки полубесконечной полосы. Алгоритм эффективен при наличии большого количества кругов до пяти типов. При увеличении количества типов кругов точность алгоритма снижается. Однако на предприятиях количество деталей велико и время ограничено, поэтому этот алгоритм может найти практическое применение.

Алгоритм размещения кругов путем дискретизации области размещения

Следует отметить, что рассматриваемая задача относится к классу NP-трудных и при использовании метода полного перебора результат не может быть получен за полиномиальное время. Более того, учитывая, что координаты центра круга могут быть в любой точке рассматриваемой полуполосы, для организации перебора возможных вариантов расположения кругов дискретизируем область: разобьем сетью прямых ширину полосы на  $k$  частей; разобьем неограниченную сторону полуполосы на отрезки такого же размера, как и по ширине. В результате область размещения разобьется на квадратные ячейки.

Для размещения кругов будем рассматривать в качестве их центров центры полученных ячеек (рисунок 2). При попытке размещения каждого очередного круга на полосу каждый раз проверяются условия допустимости размещения. В случае нарушения хотя бы одного из условий происходит проверка следующего расположения путем рассматривания координаты центра круга в центр соседней ячейки.

Из рисунка 2 видно, что

$$z = \frac{W}{k} \quad (10)$$

$$z2 = \frac{z}{2} \quad (11)$$

где  $k$  – количество разбиений,  $W$  – ширина полосы,  $z$  – ширина деления,  $z2$  – половина ширины деления.

Для каждого круга радиуса  $r_p$  необходимо найти центр с координатами  $x_p$  и  $y_p$  таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

$$x_p = z2 + z * i \quad (12)$$

$$y_p = z2 + z * j \quad (13)$$

где  $i \in [1, \infty]$  – строка клетки разбиения,  $j \in [1, k]$  – столбец.

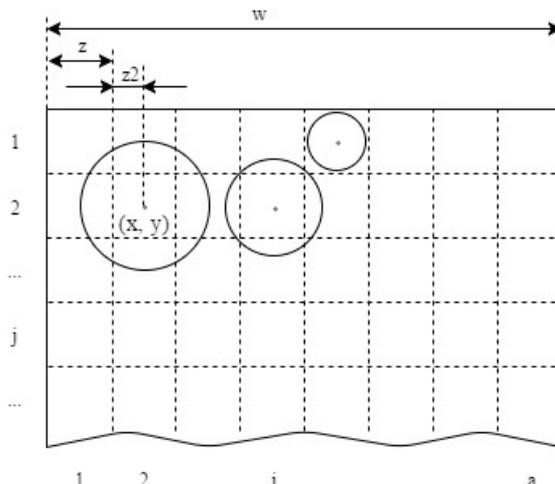


Рис. 2 – Пример работы алгоритма

Для каждого размещенного круга должно выполняться условие:

$$\sqrt{(x_i - x_p)^2 + (y_i - y_p)^2} \geq r_i + r_p \quad (14)$$

где  $x_i, y_i$  – координаты центра  $i$  – ГО размещенного круга, а  $r_i$  – его радиус  
 $x_p - r_c < 0$  или  $y_p - r_c < 0$  или  $x_p - r_c > w$  (15)

где  $w$  – ширина полосы.

Ограничение (12) обеспечивает неналожение кругов друг на друга, а условие (13) – невыход за границы полубесконечной полосы.

Ясно, что чем меньше шаг сетки, тем больше времени занимает работа алгоритма, однако точность решения возрастает.

Обобщенный алгоритм поиска размещения кругов, удовлетворяющего условиям допустимости, можно описать так:

Отсортировать (ранжировать) круги в порядке убывания радиусов.

Разбить полосу на ячейки сетью прямых и найти центр каждого квадрата – возможные точки координат центров размещаемых кругов.

Для каждого круга найти первую подходящую возможную точку, такую, что при расположении круга в этой точке будут выполняться условия допустимости размещения, и разместить круг с центром в этой точке.

Вычислить длину занятой части.

#### Результаты вычислительного эксперимента.

По описанным алгоритмам проведен вычислительный эксперимент. Для эксперимента рассматривалась задача с двумя и тремя типами кругов. Согласно результатам эксперимента можно сделать следующие выводы по времени работы и точности алгоритмов размещения кругов путем расчета сдвига (алгоритм 1) и расположения кругов путем дискретизации области размещения (алгоритм 2):

при увеличении числа разбиений точность алгоритма 2 возрастает, однако при этом время работы увеличивается;

при увеличении количества кругов длина занятой части полосы также увеличивается, однако второй алгоритм находит решение точнее, чем первый;

при увеличении количества кругов время работы второго алгоритма увеличивается, а время работы первого – остается практически неизменным;

время работы второго алгоритма для трех типов кругов меньше, чем для двух;

Точность второго алгоритма выше, чем первого, но также и время его работы выше в несколько раз.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-07-00895.*

#### **Список литературы:**

1. Chen E.R., Engel M., Glotzer S.C. Dense Crystalline Dimer Packings of Regular Tetrahedra // *Discrete & Computational Geometry*. — 2010. — Т. 44, вып. 2. — С. 253–280.

2. Картак В.М., Мухачева Э.А., Васильева Л.И., Петунин А.А. Задача размещения ортогональных многоугольников: модели и алгоритмы покоординатной упаковки. *Информационные технологии*. - 2008. - №3. - С. 46-53.

3. Valiakhmetova, J. I., Vasilyeva, L.I., Grigorchuk, T.I.: Algorithms for solving the decomposition problem of a multi-connected orthogonal polygon. *Vestnik USNTU (scientific journal of Ufa State Oil Technical University)*, vol. 5, no. 1 (5), 2016, pp. 132--136.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**1. Васильева Лидия Ильясовна**, канд. тех. наук, зав. кафедрой прикладной информатики (и.о.), институт физики, математики, цифровых и нанотехнологий

**2. Валиахметова Юлия Ильясовна**, кан.тех.наук, доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики

**3. Аюпова Снежана Равильевна**, магистрант ФИРТ ФГБОУ ВО УГАТУ

**УДК 004.023**

#### **ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА**

*Васильева Л.И., Сугал Фуад Нух, Картак В.М.*

Башкирский государственный педагогический

университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационно-технологический университет,

г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Задача коммивояжера – это классическая NP- полная комбинаторная задача оптимизации. В статье приводится обзор эвристических алгоритмов, позволяющих найти рациональные решения, близкие к оптимальным. Для решения задачи коммивояжера рассматриваются алгоритм Лин-Керниган, алгоритм муравьиной колонии, гибридный алгоритм. Приведена оценка экспериментального исследования на симметричных примерах задачи, которая показывает эффективность гибридных подходов на основе алгоритма Генетика-Лин-Кернигана и муравьиной колонии.

**Ключевые слова:** коммивояжер, TSP, эвристика, муравьиная колония, генетический алгоритм.

## OVERVIEW OF ALGORITHMS FOR BUILDING ROUTES ON THE EXAMPLE OF THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM

**Abstract.** The traveling salesman Problem is a classical NP-complete combinatorial optimization problem. The article provides an overview of heuristic algorithms that allow us to find rational solutions that are close to optimal. To solve the traveling salesman problem, we consider the Lin-Kernighan algorithm, the ant colony algorithm, and the hybrid algorithm. An evaluation of an experimental study based on symmetric examples of the problem is given, which shows the effectiveness of hybrid approaches based on the Geneticist-Lin-Kernighan algorithm and the ant colony.

**Keywords:** salesman, TSP, heuristics, ant colony, genetic algorithm

Задача коммивояжера (Travellingsalesmanproblem, TSP) состоит в том, чтобы найти минимальный маршрут путешественника, который должен посетить все города ровно по одному разу и вернуться в исходный. Требуется найти такой маршрут движения, при котором суммарное пройденное расстояние (или суммарное время пути) будет минимальным [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Формализуем постановку задачи. Даны  $N$  городов и числовые характеристики (расстояние или время пути) между каждой парой городов. Удобно представить задачу в виде взвешенного графа и матрицы, представляющей граф (города обозначены индексом от 0 до  $N-1$ ). Связи между вершинами – дуги графа – означают наличие пути между соответствующими вершинами.

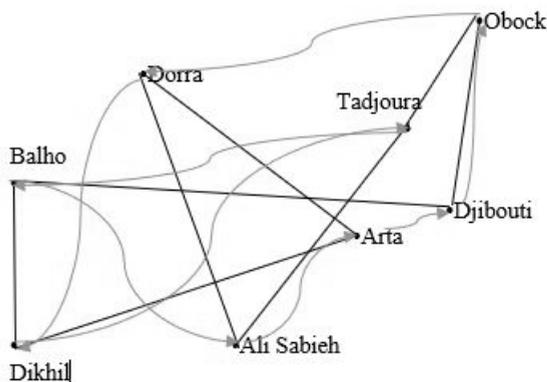


Рис. 1 - Иллюстрация задачи

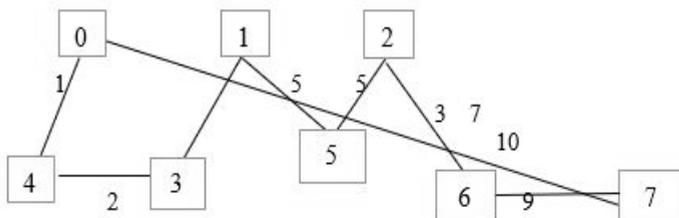


Рис. 2. Формализация в виде графа.

Рис. 2 - Формализация в виде графа

В общем случае мы можем рассматривать графы, в которых не существует определенных дуг (путей). В матрице, представляющей граф, несуществующие дуги

имеют строго отрицательное расстояние  $(-1)$ . Кроме того, мы не рассматриваем дуги, соединяющие город с самим собой.

### Методы решения задачи

Алгоритмы разрешения TSP можно разделить на два класса:

- точные алгоритмы помогают найти оптимальное решение, но их сложность экспоненциальна. Наиболее эффективные алгоритмы “cutting-plane”, “facet-finding” и “branch and bound”;
- алгоритмы аппроксимации (эвристика) дают хорошие решения, но не дают никаких гарантий относительно оптимальности найденного решения.

Рассмотрим некоторые известные эвристики.

### Алгоритм Лин-Кернигана

Входными данными для алгоритма является неориентированный граф, где  $V$  – набор (множество) вершин, а  $E$  – набор ребер, и числовыми весами на ребрах в  $E$ . Цель алгоритма состоит в том, чтобы разбить множество  $V$  на два непересекающихся подмножества  $A$  и  $B$  одинакового (или почти равного) размера таким образом, чтобы минимизировать сумму весов подмножества ребер, соединяющих вершины из разных подмножеств. Алгоритм начинается с некоторого подходящего тура (текущего решения, сгенерированного случайным образом). Затем уже имеющееся приближение улучшается в течение некоторого количества итераций.

Общая схема алгоритма:

1. Из вершин, которые еще не были переставлены на данной итерации, выбирается пара (по одной из каждого подграфа), которая обеспечивает наилучшее деление графа (даже если полученное деление хуже, чем было до перестановки пары вершин. Происходит перестановка.

2. Если есть вершины, которые еще не были переставлены на данной итерации, то переход на шаг 1 (перестановка очередной пары вершин), иначе переход на шаг 3.

3. Среди всех разбиений графа, рассмотренных на данной итерации, выбирается (и фиксируется) наилучший вариант.

Итак, рассматривают окрестность текущего решения путем определения операции перемещения  $\lambda$  от любого тура, улучшающего текущую конфигурацию. На каждом шаге итерации алгоритм проверяет увеличение значений  $\lambda$  (от 2). Алгоритм продолжается так до тех пор, пока не будут сделаны дальнейшие улучшения. Операция перемещения  $\lambda$  состоит в удалении связей (ребер) и повторном соединении вершин по новым ссылкам; если возможно, попытка поменять направление движения от вершины одного множества к вершине из другого. Чем больше значение  $\lambda$ , тем лучше окончательное решение и ближе к оптимальному, но и тем больше становится время решения. Как правило, используют целые значения  $\lambda \in \{2, 3, 4, 5\}$ .

**Генетические алгоритмы (Genetic algorithms : GA).** Начинают с популяции (набора) из  $N$  перестановок городов, имеющих в постановке задачи, представленной отдельными городами (тура) [2, 3]. Это случайно выбранная популяция называется родительским населением. Степень приспособленности (пригодность или стоимость) особи  $k$  в среде выражается значением функции

стоимости

+ ,

где  $x$  – некоторое представленное решение. Особи лучше адаптированы (приспособлены) к окружающей среде, если степень приспособленности выше; в интерпретации к данной задаче это означает более короткий путь (время) коммивояжера. Внутри этой популяции есть случайный выбор одного или двух родителей, которые производят новое решение с помощью генетических операторов, таких как скрещивание и мутация. Новая популяция, полученная путем выбора  $N$  особей из родительской и новой группы, называется следующим поколением. Повторяя

этот процесс, производят более «приспособленные» особи (лучше адаптированные), т.е. новые решения задачи.

### **Алгоритм муравьиной колонии (Ant colonies system: ACS)**

Группа агентов, называемых муравьями, параллельно ищет лучшее решение для TSP, косвенно взаимодействуя через феромоны, которые они откладывают на графе TSP [1]. В системе колоний муравьев  $m$  муравьи (агенты) первоначально располагаются в  $N$  городах, выбранных правилом инициализации (например, случайным образом). Каждый муравей строит тур (то есть, допустимое решение TSP), выбирая города, которые будут посещены согласно правилу перехода. Во время строительства своего тура муравей также изменяет количество феромона на посещаемой дуге, применяя правило локального обновления. Как только все муравьи закончили свои раунды, определенное количество феромонов депонируется в кратчайшем туре по правилу глобальное обновление.

#### **Алгоритм (ACS-LK)**

1. Инициализация

2. **Повторите**

- Каждый муравей находится в узле (городе отправления)

- **Повторите**

i. Каждый муравей применяет правило перехода состояния переходит из одного города в другой и, таким образом, создает решение.

ii. Каждый муравей также применяет локальное правило обновления

- До каждый муравей не завершит свой раунд

- Применять процедуру Лин-Кернигана к решениям (туры) получен каждым

муравьем

- применить правило глобального обновления

3. **До** конечного состояния

#### **Анализ алгоритмов и результаты вычислительных экспериментов**

В [6] авторы провели вычислительный эксперимент по вышеупомянутым алгоритмам. Рассматривались задачи TSP с размерностью от 17 до 2392 городов, принадлежащих библиотеке TSPLIB [6]. Каждый пример был решен по 10 раз каждым алгоритмом; решение искалось независимо от предыдущих результатов. Условие остановки каждого примера - заранее заданное количество повторений или оптимальное решение задачи. Рассматривались реализации алгоритмов с вариантами количества повторений и с различными начальными маршрутами. Исследовались результаты для нескольких наборов количества поколений для генетического алгоритма и различных количеств раундов для муравьиной колонии, сделанных каждым муравьем.

Результаты эксперимента показали, что ACS работает лучше по сравнению с GA, но остается менее эффективным, чем LK с точки зрения качества решения и времени выполнения. Это наблюдение обосновало целесообразность проведения гибридизацию алгоритмов ACS и LK (ACS-LK). Результаты позволили подтвердить превосходство эффективности гибридного эвристического алгоритма локальной оптимизации **ACS-LK**. Экспериментальные результаты на примерах из библиотеки TSPLIB размером от 318 до 2392 показывают, что гибридный метод дает результаты, более близкие к оптимальным, чем результаты Фрейслебена и Мерца, полученные в результате гибридизации GA с LK и решений, полученных Дориги и Гамбарделлы в результате гибридизации ACS с 3-орт.

#### **Заключение**

В перспективе логично думать, что, распараллеливая рассмотренные эвристики, есть возможность улучшить время решения задачи. Для колоний муравьев, например, можно назначить задачу каждого муравья процессору, что позволит находить близкие к оптимальному решения за меньшее время.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-07-00895.*

### Список литературы

1. M. DORIGO, L.M. GAMBARDELLA, «Ant Colony System: A cooperative learning approach to the Traveling salesman problem », IEEE Transactions on Evolutionary Computation, no 1(1): 53-66, 1997. <http://people.idsia.ch/~luca/acs-ec97.pdf>
2. B. FREISLEBEN, P. MERZ, «New genetic local search operators for the traveling salesman Problem », Proceedings of PPSN IV-Fourth International Conference on Parallel Problem Solving From Nature, H.-M. Voigt, W. Ebeling, I. Rechenberg and H.-S. Schwefel (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, 160-168, 1996. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-61723-X\\_1052](https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-61723-X_1052).
3. J. GREFENSTETTE, R. GOPAL, B. ROSIMAITA, D. V. GUCHT, «Genetic Algorithms for the Traveling Salesman Problem », Proceedings of an International Conference- on Genetic Algorithms and their Applications, Carnegie Mellon publishers, 160-168, 1985. <https://www.cari-info.org/actes2006/144.pdf>
4. F.GLOVER, «Tabu Search-Part II », ORSA Journal on Computing, no 2(1) :4-32, 1990. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914006668>
5. KELD HELSGAUN, «An effective implementation of the Lin-Kernighan traveling salesman heuristic », European Journal of Operations Research, no 12 :106-130, 2000 <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.25.4908>
6. DAVID S. JOHNSON, LYLE A. MCGEOCH, E.E. ROTHBERG, « Asymptotic Experimental. Analysis for the Held-Karp Traveling Salesman Bound », in Proceedings of the 7th Annual in Proceedings of the 7th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, Atlanta, Georgia, January 28-30, 341-350, 1996. <https://orca-mwe.cf.ac.uk/31865/1/HeldKarp.pdf>

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Васильева Лидия Ильясовна**, доцент, зав. кафедрой (и.о.) прикладной информатики ФГБОУ ВО БГПУ им. М. Акмуллы, Институт физики, математики цифровых и нанотехнологий
2. **Сугал Фуад Нух**, аспирант 1 курс ФГБОУ ВО БГПУ им. М. Акмуллы, Институт физики, математики цифровых и нанотехнологий
3. **Картак Вадим Михайлович**, профессор, зав кафедрой вычислительной техники и защиты информации ФГБОУ ВО УГАТУ, ФИРТ

УДК 004

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Забихуллин Ф.З., Ахмадишин Р.Д.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация:** В работе рассматривается информационный ресурс для управления работой предприятия.

**Ключевые слова:** Информационный ресурс, программное приложение.

### INFORMATION RESOURCE FOR ENTERPRISE MANAGEMENT

**Abstract.**The paper considers an information resource for managing the enterprise.

**Key words:** Information resource, software application.

Научно-технический прогресс в современной техногенной цивилизации движется стремительно, к этому подстёгивает капиталистический образ мысли, возведённый в ранг условия выживания человеческих сообществ. Буквально недавно, по меркам истории, мы не имели и понятия, что общество примет информационные технологии в таком обилии и разнообразии. Информационные технологии вовлечены во все направления жизни и деятельности, будь это поиск жизненно важной информации, профессиональное и бытовое общение на расстоянии, управление данными или родами услуг. Так или иначе, современный бизнес начинает свой путь с внедрения в Интернет. Первоначально требуется, чтобы предприятие было узнаваемо, услуги востребованы, товар надёжный, информация актуальна. В этом руководителю предприятия и IT специалисту помогают web-технологии. Разработка информационного ресурса предприятия позволяет отразить тематику предприятия и его направленность, что непосредственно влияет на интерес клиентов к данному предприятию.

Web-сайт – это ресурс предприятия [0]. А ресурс, в свою очередь, можно рассматривать как источник прибыли, как возможность привлечь клиентов, что способствует увеличению прибыли предприятия. В частности, web-сайт выполняет роль лица компании в Интернете. Помимо информации о самом предприятии на сайте чаще всего публикуются его услуги, на которые обращают внимание посетители сайта – потенциальные клиенты. Хотим отметить, что широкое использование информационных технологий бизнесом началось неспроста. Внедрение информационных технологий позволило облегчить ознакомление услугами предприятий и поспособствовало сокращению издержек предприятий. Целью нашего исследования является повышение эффективности управления предприятием путём разработки и внедрения информационного ресурса. Целью предприятия, является извлечение прибыли путём осуществления предпринимательской деятельности.

В настоящее время предприятия ставят в приоритет задачи, аналогичные следующим:

1. Развитие направления деятельности по управлению и обслуживанию объектов социальной сферы (объектов культуры, спорта, детского творчества, лечебно-оздоровительных объектов и т.п.), услуг по организации рабочего питания. Выполнение плана мероприятий по повышению качества оказания услуг и экономической эффективности физкультурно-оздоровительных комплексов.

2. Организационная работа по подготовке и запуску услуг в сфере пошива спецодежды и изготовления средств индивидуальной защиты, обслуживанию железнодорожных путей и приемке/отгрузки железнодорожных вагонов, обслуживанию производственных корпусов, делопроизводства и т.п. Продвижение компании на рынке инжиниринговых и консалтинговых услуг в сфере управления программами и проектами.

3. Продолжение мероприятий: по поиску и привлечению в штат компании высокопрофессиональных специалистов, квалифицированного управленческого персонала; по созданию собственной материально-технической базы и организации новых рабочих мест; по поиску потенциальных клиентов и партнеров, проработке направлений развития компетенций общества, заключению договоров и соглашений.

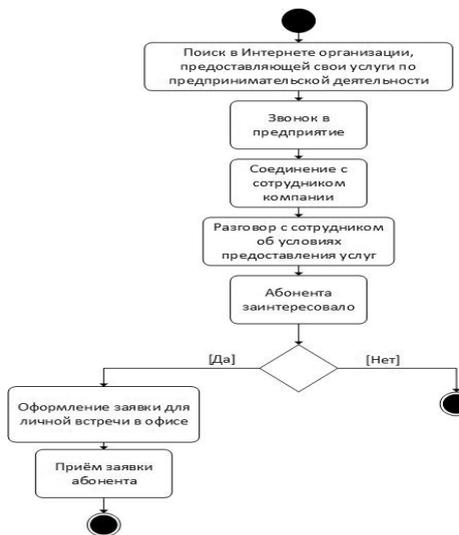
Проанализировав род деятельности и сферу интересов предприятия, мы выделили наиболее востребованный функционал разрабатываемой информационной системы. Информационный ресурс предприятия позволит: собрать все закупки данного предприятия в единый список; экономить время потенциальных клиентов в поиске услуг предприятия; увеличит узнаваемость предприятия; увеличить доверие к предприятию.

Исходя из целей и стратегии развития предприятия, мы предположили, что для рассматриваемого нами предприятия более всего подойдёт информационный ресурс

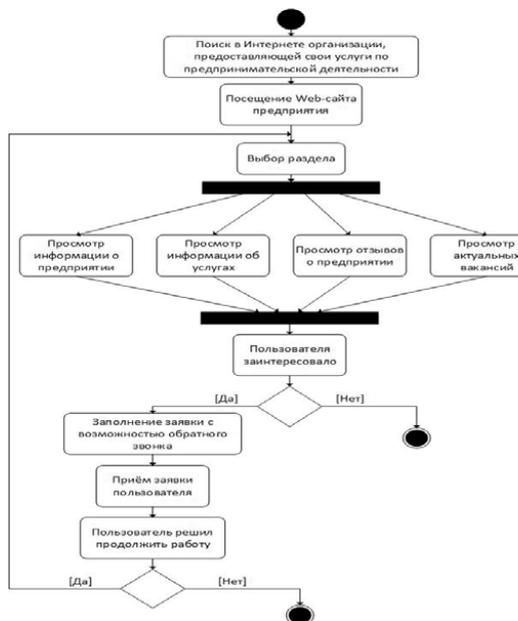
[0], который имеет структуру вида блога, так как в нём предприятие сможет повествовать о событиях своей жизни. В результате переговоров с заказчиком были достигнуты требования к информационному ресурсу, согласно которым мы проделали работу. В качестве программного средства был выбран FrameworkYii [0], нежели CMS, потому что функционал Framework не ограничен определёнными рамками. FrameworkYii имеет набор библиотек [0], за счёт которых можно построить необходимый функционал для управления работой предприятия, то есть набор библиотек даёт полную свободу действий. Разработчику представлен широкий набор инструментов, с помощью которых может быть реализован требуемый функционал. Рассмотрим классический бизнес-процесс предприятия «как работает» (рис. 1.) для того, чтобы очертить контуры будущего приложения.

**Рис. 1 - Бизнес-процесс предприятия «Как работает»**

В ходе разработки нам потребовалось спроектировать процесс предприятия «Как работает» (рис. 1) [0] и оптимизировать данный процесс в связи с появлением информационного ресурса предприятия «Как должно работать» (рис. 2) [0]. Результатом оптимизации бизнес-процесса является: сокращение сотрудников отдела операторов; увеличение продолжительности работы предприятия; сокращение прочих расходов.



**Рис. 2 - Бизнес-процесс предприятия «Как работает»**



**Рис. 2 - Бизнес-процесс предприятия «Как должно работать»**

В конечном варианте информационного ресурса была разработана удобная функциональная панель управления с уровнями доступа для сотрудников предприятия.

В результате проделанная работа оказалась удачным решением для управления работой предприятия, так как все направления предприятия были собраны в одном месте – на информационном ресурсе предприятия. Предприятие приняло решение отказаться от дополнительных расходов на рекламную деятельность в других ресурсах. Для поиска сотрудников была разработана своя система вакансий, а также функциональная система отклика на интересующую вакансию.

### Список литературы

1. Официальной сайт Yii Framework, служба поддержки [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.yiiframework.com>
2. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>
3. Фаулер, М. UML. Основы, 3-е издание [Текст] / М. Фаулер. – Спб.: Символ-Плюс, 2020. – 192 с.
4. Евдокимов, А. Создание сайтов своими руками на Bootstrap [Текст] / А. П. Евдокимов, М. В. Финков. – Спб.: Наука и техника, 2017 – 240 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Забихуллин Фларид Загидуллович**, канд.пед.наук, доцент кафедры прикладной информатики
2. **Ахмадишин Рустам Данисович**, студент направления Прикладная информатика в менеджменте

УДК 004

### РЕАЛИЗАЦИЯ ОТПРАВКИ ЗАКАЗОВ В ИНФОРМАЦИОННОМ РЕСУРСЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Забихуллин Ф.З., Бухмастова И.С.*  
Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация:** В работе рассматриваются особенности проектной реализации функции информационного ресурса предприятия по отправке заказов.

**Ключевые слова:** информационный ресурс, программное приложение.

### IMPLEMENTATION OF SENDING ORDERS IN THE COMPANY'S INFORMATION RESOURCE

**Abstract.** The paper considers the features of the project implementation of the information resource function of an enterprise for sending orders.

**Key words:** Information resource, software application.

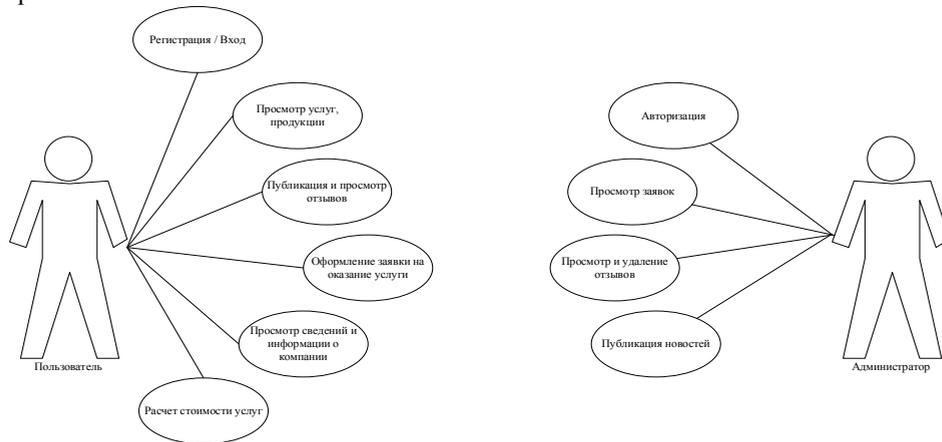
Разрабатываемый информационный ресурс предназначен для предприятия ИП Дмитриева (далее - салон). Данный салон занимается предоставлением услуг по цифровой обработке данных. В целях улучшения коммуникации между потребителем и салоном, а также привлечения новых клиентов было принято решение о необходимости создания сайта. Сайт предоставляет возможность ознакомиться с полным каталогом услуг и цен, предоставляемых организацией, а также отправить заявку на оказание услуг.

Ведение отчетности важная задача, для анализа и контроля деятельности предприятия. Внедряя информационный ресурс, мы решаем проблему автоматизации отчетной системы, что способствует более эффективному управлению предприятием. Главными задачами менеджера предприятия является не только отслеживание поступления и выполнения заявок, но и контроль качества выполнения услуг и выявление потребностей клиента. Выходной контроль качества, можно обеспечить через организацию обратной связи, такой как отзывы клиентов о продукции и услугах. Это дает возможность анализа и внесения корректировки в деятельность предприятия.

Итак, **целью нашего исследования** является повышение эффективности управления работой предприятия, предоставляющего услуги, путём разработки и внедрения информационного ресурса. Информационный ресурс должен соответствовать определенным требованиям: функциональным и не только; предоставлять достоверную информацию о предприятии; иметь визуально привлекательный интерфейс, адаптированный для просмотра на ПК и мобильных устройствах; иметь возможность подачи заявки на услугу; иметь форму для публикации и отображения отзывов.

Выбранный вид назначения разрабатываемого информационного ресурса предполагает услуги и сервисы, которые могут быть интересны как простым покупателям, так и представителям крупных организаций. Преимуществом наличия информационного ресурса является: наглядность и доступность информации об услугах, близость к потенциальному клиенту, его ожиданиям и потребностям. Важную роль занимает проектирование дизайна интерфейса. Главная цель дизайна пользовательского интерфейса — это предоставить информацию в удобном для восприятия виде, согласно предмету и задачам, которые поставили для себя разработчики. Главная особенность задач проектирования интерфейса, заключается в том, что нужно представить информацию в привлекательном виде, но визуальные эффекты не должны противоречить удобному каркасу web-сайта и приложения и отвлекать пользователя при работе с данным ресурсом.

По части функциональности мы решили отталкиваться от структуры предприятия, и запросов относительно этого предприятия. Рассмотрим диаграмму вариантов использования.



**Рис.1 - Диаграмма вариантов использования**

Потребность в создании ресурса для данного предприятия обусловлена необходимостью автоматизации процесса приема заказов на услуги. Для эффективного развития бизнеса предприятия необходимо организовать стабильный процесс оформления заказов удаленно. Существует несколько способов реализации данной задачи: 1) Оформление заказа через корзину. Благодаря авторизации пользователей, данные о покупателе будут сохраняться. Что дает возможность связываться с клиентом. 2) Оформление заказа через страницу заказа. В данном случае пользователь при каждом заказе вводит данные. 3) Оформление заказа через электронную почту. В данном случае нет наглядного отслеживания всех заказов. 4) Оформление заказа по телефону.

Выберем наиболее эффективный способ решения проблемы. Для этой цели необходимо создать панель администратора. После авторизации в системе администратор получает доступ не только к просмотру заказов, но и их

редактированию. А также добавляется возможность к заказу установить его статус: «не подтвержден», «подтвержден», «выполнен». Это предупреждает появление заказов, не рассмотренных администратором.

Обработка заявки на услугу в нашей системе – это последовательность действий от создания заявки до ее выполнения. Хранение заявок будет осуществляться в базе данных разрабатываемого ресурса. Как выходные данные всего процесса будут формироваться отчетная система. Это документация, хранящая данные о выполненных заказах. Первым этапом при получении заказа является авторизация администратора. По данным, предоставляемым для входа в систему, осуществляется поиск в базе пользователей, определяя уровень доступа к системе. После этапа авторизации предоставляется доступ к базе данных заказов. На этом этапе администратору предоставляется результат запроса всего перечня заявок в базе данных.

Отметим, что для возможности сортировки заказов, к каждой заявке будет присвоен изменяемый параметр «статус заказа». Согласование заказа с клиентом, подразумевает связь администратора с клиентом, по предоставленным пользователем контактными данным, в ходе которой может возникнуть потребность во внесении изменений в заказ базы данных заявок. Поэтому, на диаграмме необходимо предусмотреть такую возможность на следующем этапе изменение заказа, на котором вносятся поправки в заявку, через запросы к базе данных.



**Рис.2- Дерево функций (административная панель)**

Завершающим этапом является изменение параметра «статус заказа». Его изменение предупреждает ошибочное повторное рассмотрение заявок. А также их не рассмотрение, упущение. Что зачастую происходит при отсутствии целостной системы приема и хранения заявок. Главная цель данной работы - объединение нескольких потоков данных в одном ресурсе. Создание системы, позволяющей, посредством запросов к единой базе данных, отслеживать и вносить корректировки в заказы, добавлять и выводить отзывы.

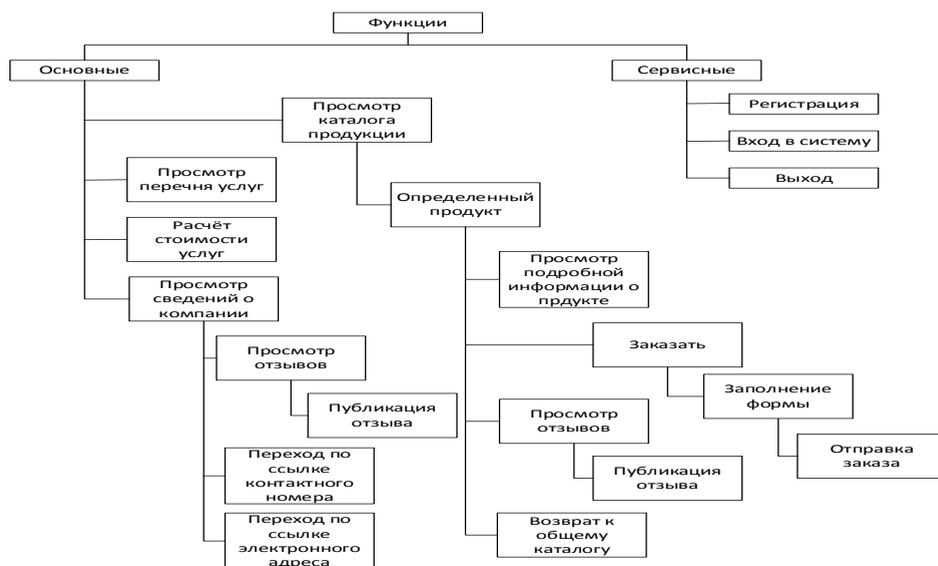


Рис. 3 - Дерево функций

Так как наш ресурс подразумевает использование, как администратором, так и пользователем, спроектируем две структуры одного ресурса. Различие данных структур будет в предоставлении администраторам дополнительных функциональных возможностей. Сервисными функциями у обеих структур будут авторизация в системе и выход из системы. При авторизации определяются права доступа. При положительной проверке административных данных подключается программный модуль с дополнительными функциями управления.

Основные функции сайта для пользователей – это просмотр услуг и продуктов, а также сведений о компании.

### Список литературы

1. Бородин, М.В. Интернет-технологии: учебное пособие [Текст] / М.В. Бородин, Е.А. Титенко. – Курск: Изд-во Юго-западный государственный университет, 2013. – 140 с.
2. Васильева, И.Н. Web-технологии: учебное пособие [Текст] / И.Н. Васильева, Д.Ю. Федоров. – СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 67 с.
3. Свободная энциклопедия Wikipedia [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
4. Ташков, П.А. Веб-мастеринг на 100% [Текст] / П.А. Ташков. – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2014. – 245 с.
5. Хомоненко А.Д. Базы данных: Учебник для вузов [Текст] / Цыганков В.М., Мальцев М.Г. – 2004.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Забихуллин Фларид Загидуллоевич, канд.пед.наук, доцент кафедры прикладной информатики
2. Бухмастова Ирина Сергеевна, студентка направления Прикладная информатика в менеджмента

## АНАЛИЗ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ САООТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПРОГРАММНОМ ПРИЛОЖЕНИИ

*Забихуллин Ф.З., Ханнанова А.Г.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе рассматривается анализ проблем оценки самооотношения студентов и задача автоматизации оценки самооотношения в программном приложении.

**Ключевые слова:** самооотношение студентов, оценка самооотношения студентов, автоматизация оценки самооотношения студентов.

## ANALYSIS OF THE PROBLEM OF AUTOMATION OF ASSESSMENT OF STUDENTS SELF-RELATIONSHIP IN THE SOFTWARE APPLICATION

**Abstract.** The paper considers the analysis of problems of assessing students' self-attitude and the task of automating self-assessment in a software application.

**Keywords:** student self-esteem, student self-esteem assessment, automation of student self-esteem assessment.

Оценка самооотношения студентов позволяет эффективно организовать работу в рамках учебного процесса и внеучебной деятельности с учетом психологических особенностей личности. Корректное определение уровня самооценки позволяет привлекать студентов к направлениям деятельности, максимально соответствующим их возможностям.

Уровень самооценки студента может использоваться в работе психологических служб ВУЗа. Уровень самооценки студентов может определяться через систему специально разработанных тестов в соответствии с методическими разработками психологических служб. Для исключения факторов субъективности при оценке ответов на тесты эффективно использовать автоматизированные системы тестирования, обеспечивающие максимально точные ответы со стороны объектов, проходящих тестирования с возможностью быстрого проведения оценки результатов полученных тестов.

Целью нашего исследования является совершенствование деятельности психологической службы ВУЗов путем разработки информационной системы оценки уровня самооотношения студентов. Для достижения заявленной цели мы проанализировали теоретические аспекты расчета уровня самооотношения студентов, а также особенности проявления феномена самооотношения студентов. В задачи исследования также входила разработка программного приложения для оценки уровня самооотношения студентов с проектированием структуры данных для программного приложения, построением соответствующих UML-моделей и сопутствующей программной документации.

Мы изучили общие подходы к анализу самооотношения студентов. Оценка самооотношения как самостоятельного объекта при психологическом анализе личности производится с учетом факторов, включающих получение знаний о себе в контексте самооотношения. Все попытки собственных характеристик человека включают комплекс оценочных элементов, определяемых в соответствии с общепризнанными стандартами, понятиями об уровне развития и достижений, наличием моральных принципов, соблюдением правил поведения.

Комплекс указанных аспектов составляет целостную Я-концепцию, определяемую как совокупность комплекса представлений личности о себе, сопряженных с их оценкой.

Описательную составляющую Я-концепции называют образом «Я» или представлением о себе. Различают следующие элементы самооотношения личности. Образ «Я» - представление личности о себе. Самооценка – аффективная форма оценки данного представления, обладающая различной интенсивностью, так как определенные черты образа «Я» быть связаны с более или менее сильными эмоциями, связанными с их принятием или осуждением. Потенциальные поведенческие реакции (действия, вызываемые образом «Я» и самооценкой).

При этом самооценка как аффективная составляющая установки на себя существует в силу того, что ее когнитивная составляющая не воспринимается человеком безразлично, а пробуждает в нем оценки и эмоции, интенсивность которых зависит от контекста и от самого когнитивного содержания. Существует определение самооотношения как отношения субъекта потребностей к ситуациям их удовлетворения, направленных на самого себя. Самоотношение субъекта жизнедеятельности отражает набор характеристик индивида, берущих начало в следующих видах активности: биологической; психологической; социальной.

Самоотношение отличается стройностью и полнотой, имеются также некоторые гендерные отличия в описании компонентов самооотношения: у женщин выше самоинтерес, у мужчин – самоуважение. В разных возрастных группах также существуют различия в структуре самооотношения: молодому поколению более характерен самоинтерес, старшему поколению – самопоследовательность. Самоинтерес как качество личности отражает близость своим чувствам и мыслям, уверенность в своей инересности для других. При этом человек, готовый к рискованному поступку и осознающий эту готовность, самому себе представляется интересной личностью. Объективная оценка личностью своих возможностей является фактором готовности к риску.

Самоотношение включает комплекс когнитивных, эмоциональных и конативных компонент. Когнитивные компоненты включают в себя процессы, связанные с самопознанием и самооценкой, так как задача «работы» самосознания и самопознания заключается не только в том, чтобы принимать себя в расчет в процессе активности и знать что-то о себе, но и в том, чтобы оценить свои свойства и возможности по определенным критериям. Эмоциональный компонент отражает отношение к знаниям о себе. Конативные компоненты выступают в качестве внутренних действий в собственный адрес или готовность к указанным действиям. Учитываются факторы манипуляторно-инструментального и диалогического отношения к себе, самоуверенности и самопоследовательности, самопрятия и самообвинения и других факторов.

Для диагностики самооотношения существует множество тестов, выявляющих степень адекватности самовосприятия личности. В рамках предпринятого исследования проведено создание программного решения для автоматизации оценки уровня самооотношения личности студентов, которое может быть использовано психологическими службами ВУЗов.

Тематика оценки самооотношения студентов в настоящее время является актуальной задачей для работы психологических служб ВУЗов. Правильно проведенное исследование личностных особенностей студентов позволит эффективно построить стратегию научной, учебной и внеучебной деятельности. Задачи автоматизации оценки уровня самооотношения включают учет показателей, подобранных в соответствии с методиками работ психологов.

Использование разработанного программного приложения позволяет проводить тестирование студентов в массовом порядке с проведением расчета показателей в разрезе потока студентов, что в значительной степени сокращает трудозатраты на аналитическую работу сотрудников психологических служб ВУЗа. Результаты разработки, выполненной в рамках данного исследования, могут использоваться в деятельности психологических служб учебных заведений. В программном приложении реализованы возможности настройки расчетов уровня самооотношения студента по

различным методикам. Отчетность, формируемая программой, позволяет проводить расчет рейтинга самоотношения по критериям, введенным пользователями (психологическими службами).

#### Список литературы

1. Мелихова Н. В. Информационные технологии управления: учебное пособие. - Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014. - 214 с.
2. Вагапова А.Р. Экопсихологические характеристики процесса адаптации студентов первого курса к образовательной среде вуза // Изв. Саратов. ун-та. Нов. серия. Акмеология образования. Психология развития. 2011, т.4, вып. 2, с 50-57.
3. Забихуллин Ф.З. Профессиональная информационная подготовка студентов гуманитарных специальностей в педагогическом вузе: монография. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2007

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Забихуллин Фларид Загидуллович**, канд.пед.наук, доцент кафедры прикладной информатики
2. **Ханнанова Азалия Гирфановна**, студентка направления Прикладная информатика в психологии

УДК 37.02

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ

*Игибаева И.Р., Васильева Л.И.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе рассматриваются социально-психологические особенности пожилых людей и их учет при организации обучения. В последнее время люди пенсионного возраста начинают проявлять активный интерес к инновациям, связанным с использованием компьютерной техники: они используют различные интернет сервисы, пользуются социальными сетями и поисковыми системами в целях найти дополнительные источники информации или расширить круг общения. Поэтому возникает необходимость организации и проведения курсов по повышению компьютерной грамотности для людей пенсионного возраста.

**Ключевые слова:** пенсионный возраст, образование, адаптация, психологические процессы, компьютерная грамотность.

### RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF TEACHING COMPUTER LITERACY TO OLDER PEOPLE

**Abstract.** This paper discusses the features of older people in terms of learning new information and their consideration in the organization of training. Recently, people of retirement age are beginning to take an active interest in innovations related to the use of computer technology: they use various Internet services, use social networks and search engines in order to find additional sources of information or expand their circle of communication. Therefore, there is a need to organize and conduct courses to improve computer literacy for people of retirement age.

**Keywords:** retirement age, education, adaptation, psychological processes, computer literacy.

Образование в пенсионном и предпенсионном возрасте может осуществляться различными путями: обучением в официальном учебном заведении или самообразованием. Последнее время все более распространенными во всем мире становятся формы образования, которые ориентированы именно на людей старшего возраста. Различные формы обучения удовлетворяют различные потребности именно данной возрастной категории. Образование в современном обществе рассматривается как важнейшее условие полноценной жизни людей, и в отношении представителей пожилого возраста это особенно актуально. Осваивая новые тенденции развития техники, сокращается разрыв между поколениями, улучшается взаимопонимание пожилых людей с молодежью.

Пожилый человек, который включился в образовательный процесс, не просто получает дополнительную информацию, он «нанализывает» полученные знания на тот жизненный, профессиональный, духовный опыт, который у него сложился к данному моменту. Пожилые люди начинают не только активно решать образовательные задачи, но и в процессе жизнедеятельности он становится более инициативным, активным при решении жизненных задач.

Организуя образовательные мероприятия для пожилых людей как особой возрастной группы, необходимо помнить, что учиться приходится уже сложившиеся личности. Поэтому к условиям обучения должны адаптироваться не только сами пожилые люди, но и система образования должна определенным образом адаптироваться к ним. Это значит, что необходимо подбирать те формы и методы работы, которые подходят именно для этой категории людей.

По наблюдениям ученых, *в пожилом возрасте более развито устно-слуховое восприятие*, тогда как в молодом возрасте преобладает визуально-ориентированное восприятие. По словам Б.Г. Ананьева, межличностные разговоры становятся главным инструментом понимания людей и окружающего мира. Необходимо в процессе обучения учитывать наличие различного жизненного и профессионального опыта пожилых людей и применять индивидуальный подход к каждому слушателю курса. Личность гармонично может развиваться только в благоприятной атмосфере, поэтому очень важно обратить внимание на создание необходимого настроения.

При построении учебного процесса также важно помнить, что люди старшего поколения, жившие в военное время, склонны к коллективному достижению целей.

Также при организации обучения необходимо учитывать еще и *гендерные особенности*. Когда супруги выходят на пенсию, часто бывает такое, что они меняются своими ролями в семье. Например, мужчины могут заинтересоваться приготовлением пищи для всей семьи или выращиванием цветов в саду, а женщины могут заняться общественной деятельностью.

В образовании мужчины отдают предпочтение точным наукам, таким как физика, экономика, техника, естественные науки и т.д. Для них не особо интересны такие курсы, как курсы по музыке, истории, искусству. Но, как говорят ученые, в будущем произойдут изменения, которые приведут к изменению ролей мужчины и женщины в семье и в результате изменятся и их потребности в образовании [1-3].

Итак, наиболее эффективно осуществляется процесс обучения при выполнении следующих условий:

Во-первых, когда жизненный опыт не перечеркивается, а когда на его основе строятся новые понятия; во-вторых, пожилой человек готов подвергнуть критике свое мнение и свое видение вопроса, если он доверяет преподавателю и не боится показывать ему свои ошибки. Третье условие – пожилой человек будет получать удовольствие от процесса обучения, если ему понравятся те методы и формы работы,

которые применяются при построении образовательного процесса, и при условии сохранения благоприятной атмосферы в группе, эффективность методов обучения остается на высоком уровне.

Значит, методы, которые применяет преподаватель, прямо влияют на успешное включение в образовательную деятельность слушателя. Так, например, применение методов одобрения и поощрения положительно влияет на обучающегося в любом возрасте, ведь из-за страха не добиться результата обучающийся может прекратить заниматься на занятиях, не достигнув образовательной цели. При этом, конечно, надо помнить, что и мотивация к обучению у людей возрастной группы заключается только в интересе к тенденциям современного мира, к возможности понимания происходящих в мире изменений и перспектив, и при этом отсутствует мотивация для получения «корочки» в отличие от молодых людей.

Есть такие пожилые люди, которые со всеми соглашаются, боятся задавать вопросы, не проявляют повышенного интереса и активно не включаются в образовательную деятельность. Поэтому они могут оказаться неудовлетворенными от процесса обучения и не будут проявлять интерес к получению знаний. Это создает трудности как самим пожилым людям, так и преподавателям, снижая эффективность самого образовательного процесса.

Еще один аспект, который нельзя не учитывать: в группе могут возникнуть конфликтные ситуации, когда сталкиваются два мнения. В этих случаях преподавателю можно применить такие методы работы, при которых каждый член группы должен попробовать себя в роли ведущего и в роли подчиненного. Такие методы помогут добиться понимания между участниками группы и прийти к компромиссу. Вдобавок это может развивать лидерские качества у людей и организаторские способности.

Итак, при организации обучения пожилых людей необходимо соблюдать следующие моменты:

Во-первых, использовать такие методы, которые учитывают половые, возрастные, психические особенности восприятия материала и формирования новых умений и навыков у пожилых людей. Во-вторых, использовать индивидуальный подход к каждому обучающемуся. В-третьих, организовать метод обратной связи для своевременного выявления недочетов в работе. Четвертое: установить и поддерживать доброжелательную атмосферу в группе. Пятое: использовать принцип подчинения, когда кто-то становится лидером, а кто-то подчиняется, и наоборот.

Предлагается разработка информационного ресурса – web-сайта – по обучению компьютерной грамотности людей пенсионного возраста. Процесс разработки сайта включает следующие этапы [4]:

Первый этап – подготовительный. На данном этапе вместе с заказчиком определяются цели и задачи сайта, выбирается доменное имя, хостинг, средство, с помощью которого будет происходить создание и дальнейшее управление сайтом.

Второй этап – этап проектирования. На данном этапе составляется вместе с заказчиком техническое задание, где будут записываться все технические моменты и конкретные требования сайту.

Третий этап – создание дизайна. На данном этапе разрабатывается внешний вид страниц, логотип, внешний вид кнопок, ссылок.

Четвертый этап создания сайта предполагает верстку. Верстка – это процесс нарезки элементов дизайна сайта на такие части, чтобы их можно было бы использовать программистами при написании кода сайта. Для этого перехода используются графические программы, такие как Photoshop.

Программная настройка является пятым этапом, на котором программисты объединяют все в единое целое и пишут программный код сайта. Этот этап является самым сложным и ответственным. От этого этапа зависит правильная работа сайта, функциональность, скорость загрузки сайта и многое другое.

Шестой этап – этап наполнения контентом и тестирование. То есть происходит наполнение сайта статьями, фотографиями, видеофайлами, музыкой. Так же сюда относится процесс проверки сайта на наличие ошибок, на проходимость гиперссылок и исправление при их возникновении.

Седьмой этап – это продвижение, дальнейшее сопровождение сайта. Сюда входят реклама сайта, введение сайта, взаимодействие с посетителями и устранение возможно возникающих проблем. При проектировании шестого этапа непосредственно планируется учет всех аспектов, касающихся психологических особенностей потенциальных слушателей. Поэтому для формирования групп слушателей предлагается предварительное тестирование, целью которого является разбиение потенциальных обучаемых на группы по интересам и психологическим особенностям, выбор способа преподнесения информации и способ обратной связи.

Какими могут быть результаты включения пожилых людей в образовательный процесс? Прежде всего, активное включение в социальную жизнь общества, улучшение отношений между людьми, установление доброжелательных отношений. И все это в результате должно привести к повышению качества жизни людей пенсионного возраста и внести комфорт в их жизнедеятельность.

#### **Список литературы**

1. Агапов, В. С. Общая психология. Раздел 1. Введение в психологию / В.С. Агапов, М.Ф. Секач. М.: ООО «ПКЦ Альтекс», 2015.-377с.
2. Агапцов, С. В. Пенсионная реформа в России: цели и результаты / С. В. Агапцов, Г. Г. Дегтярев. М.: Тиссо-Полиграф, 2018.-313с.
3. Ананьев, Б.Г. Некоторые проблемы психологии взрослых / Б. Г. Ананьев. М: Просвещение, 1983.-204с.
4. Алексеев А.П. Введение в Web-дизайн: учебное пособие. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**1. Игибаева Ильсеяр Ришатовна**, магистрант кафедры прикладная информатика (прикладная информатика в психологии)

**2. Васильева Лидия Ильясовна**, доцент, зав. кафедрой (и.о.) прикладной информатики

## СЕКЦИЯ. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 364:004.45

### ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ

*Агишев Р.Х., Агишева Э.Р., Старцева О.Г.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности применения информационных технологий в области социальной защиты населения. Исследована специфика использования информационных технологий в системе социальной защиты в зарубежных странах.

**Ключевые слова:** информационные технологии, информатизация, информация, Интернет, социальная сфера, социальная защита населения, социальная поддержка.

### FOREIGN EXPERIENCE IN USING INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF SOCIAL PROTECTION OF THE POPULATION

**Abstract.** The article discusses the specifics of the application of information technology in the field of social protection of the population. The features of the use of information technology in the social protection system in foreign countries are investigated.

**Keywords:** information technologies, informatization, information, Internet, social sphere, Social Welfare, social support.

В наше время компьютеры становятся более необходимыми и доступными для практически для всех людей, что порождает собой революционные изменения в социальной сфере: создаются новые возможности для различных направлений социальной защиты населения: автоматизации управленческой деятельности, социальное проектирование и прогнозирование, предоставления информационных социальных услуг. Развитию данных направлений способствует рост и распространение информационной культуры в обществе, изменение общественного сознания. Но, с другой стороны, как государство, так и общество должны быть заинтересованы в развитии, реформировании и финансировании соответствующих направлений деятельности (Гасумова С.Е., 2011, 2014). Информатизацию социальной защиты населения необходимо рассматривать как одну из основных направлений процесса информатизации социальной сферы, то есть процесса повсеместного производства и воспроизводства социальных изменений, которые происходят в современном обществе, с использованием наиболее актуальных информационных технологий, на основе актуализации ресурсных возможностей индивидов в решении социальных проблем.

В сфере социальной поддержке населения, можно выделить такие виды информационных технологий по характеру субъекта и объекта, как:

- Интернет-технологии, в основе которых, лежит использование Интернет-ресурсов социальной сферы (субъектом могут служить разработчики интернет-ресурсов, объектами- пользователи сети Интернет);

- программное обеспечение (базы данных и различные автоматизированные информационные системы), разработанное для социальной сферы (субъектами выступают ведомства социальной сферы, объектами служат работники и клиенты данных ведомств);

- социально ориентированные технологии массовых коммуникаций на основе наружной рекламы, теле и радиовещания, печатных средств массовой информации (субъекты — средства массовой информации, объекты - аудитория средств массовой информации);

- обучающие информационные технологии (субъектами выступают образовательные организации учреждения, объектами - обучающиеся).

Главной характеристикой информационных технологий в социальной поддержке населения служит их функциональная направленность на решение социальных проблем в обществе.

Пока процесс внедрения информационных технологий в социальную работу в России протекает крайне медленно, неравномерно, стихийно. Поэтому для развития информационных технологий в социальной сфере и дальнейшей информатизации данной области необходимо изучение опыта зарубежных стран (Листопад Ю.С., Дидковская Я.В., 2019). Так повсеместное внедрение компьютеров в работу социальных служб во многих зарубежных странах (например, в США) началось в 60–х, 70-х годах. 20 века. Использовались управляющие информационные системы, которые позволяли собирать и накапливать сведения об оказании помощи, и в дальнейшем обрабатывать и обобщать результаты и формировать отчетность. Спустя некоторое время система была в большинстве своем перенаправлена на клиентов (Никитин М.А., 2018).

Использование автоматизированных систем повышает эффективность как в работе руководителей при принятии решений, планировании, составлении отчетов, работе специалистов по сбору информации о клиенте, планировании оказания помощи, так и в получении клиентами необходимой информации об интересующих их услугах и оказании самопомощи. В связи с этим необходимо установить взаимодействие клиента и компьютера. В США существуют специальные компьютерные программы, которые позволяют клиентам получить необходимую информацию о своих правах на различные выплаты и услуги, дают необходимые советы в сложившихся трудных жизненных ситуациях, помогают престарелым в поиске подходящего места проживания.

Одной из ведущих стран в области информационных технологий является Швеция. Еще в начале 2000 годов в Швеции была сформирована круглосуточная диалоговая служба, деятельность которой была направлена на более уязвимые слои общества. Кроме того, был создан сайт Шведского агентства в области социальной политики. При рассмотрении деятельности данного сайта можно выделить следующие наиболее интересные виды деятельности:

- видеозвонок и видеответ на вопрос клиента в сфере социальной политики. Ответ на вопрос дает компетентный специалист;
- вызов работника социальной службы на дом с помощью электронной заявки;
- электронные чаты и отзывы;
- массовая рассылка объявлений всем гражданам, которые состоят на учете в учреждениях социальной направленности;
- проведение конкурсов среди участников форумов;
- оплата услуг социальных работников с помощью электронных денег.

В Великобритании в настоящее время также достаточно активно наблюдается процесс информатизации. Так во многих приютах для бездомных имеются компьютеры с выходом в сеть Интернет для клиентов данных организаций (Никитин М.А., 2018).

В Дании достаточно популярна программа социальных электронных баллов. Люди могут зарабатывать определенные баллы с помощью интернета и обеспечить себе пенсию, получить обед за баллы или пройти курс лечения. Баллы зарабатывают посредством участия в благотворительных акциях, забегах, помощи бедным и бездомным, где в качестве доказательства можно снять видеоролик.

Большинство учреждений социальной защиты населения в Европе применяют в своей деятельности информационные технологии- различные электронные приемные,

электронные правительства, интерактивные порталы и т.д. Для их исследования необходимо использовать системный подход, и рассматривать их как интегрированные технологии, служащих совместным основанием для перехода к информационному обществу (Никитин М.А., 2018).

Информатизация социальной сферы в России не отвечает данному принципу применения информационных технологий в общество. В России декларируются принципы информатизации главных отраслей экономики и общественной жизни, в то время как европейские страны направлены на развитие информационного общества во всех отраслях.

Таким образом, применение информационных технологий в области социальной поддержки населения велико. Это связано с ростом и развитием информатизации в обществе в целом. Безусловно, во многих зарубежных странах информационное развитие практически во всех областях началось задолго до России, однако, современные тенденции показывают, что и в России в настоящее время происходит повсеместное развитие информационных технологий. Кроме того, важно принять во внимание тот факт, что развитие информационных технологий во много облегчает жизнедеятельность определенных групп населения, таких как пенсионеры и инвалиды. Поэтому необходимо учитывать и использовать опыт применения информационных технологий в области социальной защиты населения у зарубежных стран для последующего применения и адаптации их к российской действительности.

#### **Список литературы**

1. Гасумова С.Е. Информационные технологии в социальной сфере / С.Е. Гасумова. - М.:Издательско-торговая компания «Дашков и Ко».- 2014. - 310 с.
2. Гасумова С.Е. Информатизация социальной работы: российский и зарубежный опыт / С.Е. Гасумова // Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. - 2011. - №1.- С.15-21.
3. Листопад Ю.С., Дидковская Я.В. Перспективы применения информационно-коммуникативных технологий во взаимодействии власти и населения: Анализ зарубежного опыта / Ю.С. Листопад, Я.В. Дидковская //Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы V Международной научно-практической конференции. - 2019 - Т. 1. - С. 204-208.
4. Никитин М.А. Зарубежный опыт в сфере информационной координации предоставления социальных услуг населению / М.А. Никитин // Молодой ученый.- 2018.-№ 24.- С. 146-149.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

1. **Агишев Рустэм Ханифович**, магистрант 2 курса направления Прикладная информатика (Разработка информационных ресурсов)
2. **Агишева Эльза Радиковна**, магистрант 2 курса направления Прикладная информатика (Разработка информационных ресурсов)
3. **Старцева Оксана Геннадиевна**, кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой информационных систем и технологий

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ДЛЯ МАССОВОГО ОНЛАЙН ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ: ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*Галлямов А.С., Филиппова А.С., Дямина Э.И.*  
Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумлы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье приводятся оценки экономической эффективности разработанного авторами универсального информационного ресурса для массовых онлайн тестирования (викторин, диктантов) знаний населения. Приведенные оценки показывают оправданность разработки ресурса с экономической стороны. Информационный ресурс целесообразно применять для проведения мероприятий с привлечением широкой аудитории.

**Ключевые слова:** информационный ресурс, тестирование знаний, экономическая эффективность

### INFORMATION RESOURCE FOR MASS ONLINE KNOWLEDGE TESTING: EVALUATING ECONOMIC EFFICIENCY

**Abstract.** The article provides estimates of the economic efficiency of the developed copyright resources for mass online testing (quizzes, dictations) of the knowledge of the population. The above estimates indicate the need to develop resources from an economic perspective. It is advisable to use the information resource for events involving a wide audience.

**Key words:** information resource, knowledge testing, economic efficiency.

Викторины и тесты, в виде интернет ресурсов, широко применяются для оценки уровня остаточных знаний по той или иной теме. Актуальным является разработка и использование информационного ресурса для онлайн викторин (тестирований, диктантов) по различным направлениям с поддержкой механизма добавления и изменения вопросов в различных тематиках. Авторами был разработан подобный информационный ресурс для массового онлайн тестирования знаний. В данной статье, рассмотрим его оценку экономической эффективности. Обоснование экономической эффективности онлайн тестирований осуществляется на основе сравнения базового и проектного вариантов организации информационной системы. В качестве базового варианта, принята организация очного тестирования по различным направлениям.

При этом, проектный вариант организации онлайн тестирований обладает дополнительными, не свойственными базовому варианту организации проведения онлайн тестов, характеристиками, за счет которых, в том числе, экономическая целесообразность проектного варианта выше, чем у базового. Экономическая эффективность проекта обусловлена косвенными и прямыми эффектами от внедрения проекта. К прямым эффектам относятся качественные и количественные улучшения организации всех этапов работы с информацией по сравнению с базовым вариантом организации проведения онлайн тестирований. К косвенным относятся эффекты, возникающие в связи тем, что проект обладает дополнительными характеристиками, использование которых приведет не только к окупаемости, но и позволит извлекать прибыль для дальнейшего совершенствования проекта.

Как известно, проект представляет собой информационный ресурс позволяющий автоматизировать процесс проведения онлайн диктантов (тестирований) по различным направлениям. Для обоснования прямой экономической эффективности сравним

организацию тестирования, включающего 50 вопросов, для двух типов групп: малой, численностью 30 респондентов и большой численностью 1000 респондентов. Для базового варианта предполагается проведение очного тестирования в обоих вариантах, а для проектного варианта проведение тестирования в малой группы предполагается также очно, а для большой группы заочно рассредоточено. Трудовые затраты оцениваются в человеко-часах, а денежные - в рублях. Оценочные трудовые и финансовые затраты по базовому и проектному вариантам будут сравнены.

В табл. 1 приведено оценочное сравнение трудовых и финансовых затрат для обоих вариантов организации проведения онлайн тестирований. По некоторым показателям производились оценка и расчет примерных затрат. Так, для составления вопросов было взято расчетное значение в 3.5 минут на один вопрос с ответами. Для показателя «Обеспечение респондентов опросными листами» взяты следующие расчетные значения: стоимость 1 экз. бумажного варианта теста 3.3 рубля (5 листов по 0.66 копеек в стоимость которого входит лист бумаги и расход тонера. Амортизация, общие затраты университета в расчет не берутся). Расчетная скорость распечатки бумажного варианта теста 30 стр./мин. без учета прочих временных затрат. Раздача тестов 5 минут на 30 человек. Временные затраты на устное оповещение респондентов при онлайн тестировании в группе 30 человек такие же. А варианта с онлайн тестированием 1000 респондентов – это уже рассредоточенное тестирование, расходы, на информационное сопровождение которого равны для очного варианта с таким же количеством участников. Поэтому в расчет берутся только указанные затраты.

**Таблица 1 - Оценочное сравнение трудовых и финансовых затрат для базового и проектного вариантов организации проведения онлайн тестирований**

Кол-во респондентов	Базовый вариант		Проектный вариант	
	30	1000	30	1000
<b>Оценка трудовых, временных и материально-финансовых затрат по этапам тестирования</b>				
Составление вопросов с вариантами ответов, человеко-час	1.75	1.75	1.75	1.75
Обеспечение респондентов опросными листами, руб.	99	3300	-	-
Обеспечение респондентов опросными листами, человеко-час	0.16	5.43	0.16	-
Организация и проведение тестирования, человеко-час	1	10	1	-
Сбор и обработка результатов, человеко-час	1.5	50	-	-
<b>Итого человеко-часов:</b>	4.41	67.1	2.91	1.75
<b>Итого человеко-часов в расчете на 25 тестов:</b>	110,25	1677,5	72,75	43,75
<b>Итого руб.:</b>	99	3300	-	-
<b>Итого руб. в расчете на 25 тестов:</b>	2475	82500	-	-

Предполагается, что очные тесты проводятся в аудиториях вместимостью до 100 человек, а онлайн тесты в малых группах в компьютерных залах вместимостью до 30 человек. В обоих случаях требуется человек для обеспечения процесса тестирования кроме онлайн теста для большой группы. Поэтому для базовых вариантов на 30 и 1000 респондентов требуется 1 и 10 человек соответственно, а для онлайн тестирования требуется только 1 человек для опроса 30 респондентов. Сбор и обработка результатов подразумевает просто получение готовых результатов проверки теста по всем

участникам без дальнейшей статистической обработки, обратной связи с респондентами(см. табл.1).

Экономическая оценка вариантов организации проведения онлайн тестирования для двух вариантов показала, что разработка системы целесообразна только при организации примерно 25 тестов для 1000 респондентов каждый. Однако такая оценка приведена лишь для иллюстрации примерных трудовых и финансовых затрат для вариантов организации онлайн тестирований. Применение проектного варианта на практике, конечно, может быть более широким, и использование онлайн тестирования будет оправданным. Главные преимущества проектного варианта – это возможность недорогой организации массовых рассредоточенных тестов, несопоставимая с базовым вариантом, а также большая скорость сбора и обработки результатов тестирований.

### Список литературы

1. Онлайн сервисы для учебы [Электронный ресурс]: Формула экономической эффективности – Режим доступа: <http://ru.solverbook.com/spravochnik/formuly-po-ekonomike/formula-ekonomicheskoy-effektivnosti/>. – Дата обращения: 03.06.2020.
2. Научный словарь-справочник по техническим и гуманитарным дисциплинам [Электронный ресурс]: Прямые и косвенные экономические эффекты – Режим доступа: [https://spravochnik.ru/ekonomika/ekonomicheskie\\_effekty/pryamye\\_i\\_kosvennye\\_ekonomicheskie\\_effekty/](https://spravochnik.ru/ekonomika/ekonomicheskie_effekty/pryamye_i_kosvennye_ekonomicheskie_effekty/). – Дата обращения: 03.06.2020.
3. eTutorium платформа для проведения вебинаров [Электронный ресурс]: Онлайн-тестирование в образовательной и корпоративной сферах – Режим доступа: <https://etutorium.ru/blog/onlajn-testirovanie-v-obrazovatelnoj-i-korporativnoj-sferakh>. – Дата обращения: 03.06.2020.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Галлямов Айдар Салаватович**, студент БГПУ им. М. Акмуллы, ИФМЦН, 4 курс, ПИНФ-41-16
2. **Филиппова Анна Сергеевна**, д-р.тех.наук, профессор кафедры прикладной информатики
3. **Дямина Элина Ильдаровна**, канд.тех.наук, доцент кафедры прикладной информатики

УДК 372.853

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATHEMATICA ПРИ РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ОТО

*Каримов Р.Х., Измаилов Р.Н., Нанди К.К.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе разработана методика обучения студентов для решения некоторых задач ОТО при использовании пакета Mathematica.

**Ключевые слова:** математические пакеты, тензорное исчисление, задачи ОТО.

## USING MATHEMATICA MATH PACKAGE TO SOLVE SOME OTO PROBLEMS

**Abstract.** The paper developed a method of teaching students to solve some problems of general relativity using the software package Mathematica.

**Key words:** Mathematical packages, tensor calculus, the problem of general relativity.

Современный этап развития человечества характеризуется высокой информатизацией общества, в частности компьютеризацией основных областей человеческой деятельности. В связи с этим, современный социальный заказ требует совершенствования профессиональной подготовки специалистов, владеющих информационными технологиями.

Одним из важнейших этапов подготовки магистров физикоастрономического образования, является развитие «компьютерной грамотности». Это обусловлено тем, что большая часть рассматриваемых в ходе обучения проблем представляют собой математически сложные физические задачи. К примеру, работа с тензорами, расчет символов Кристоффеля, ковариантное и контрвариантное дифференцирование и т.д.

На сегодняшний день в учебном процессе высшей школы наряду с языками программирования, электронными таблицами предлагается использовать такие средства информационных технологий, как интегрированные математические пакеты. В нашей работе мы рассматриваем возможности математического пакета Mathematica при решении типичных задач ОТО, которые решаются в тензорном виде. Решения таких задач вручную и сравнения с решениями, которые были получены с помощью пакета Mathematica, позволяет в будущем ускорить процедуру решения типичных задач и избегать ошибок в дальнейшей работе. В работе исследуется анализ теоретических вопросов, связанных с практическим использованием математического пакета Mathematica в профессиональной подготовке студентов вузов. Для этого мы изучим современное состояние проблемы использования математических пакетов в профессиональной подготовке студентов вузов, разработаем методику обучения студентов по использованию математического пакета Mathematica в будущей профессиональной деятельности, проверим результативность предложенной методики обучения.

Одним из главных достоинств данного математического пакета состоит в том, что он, освобождая пользователя от рутинных вычислений, высвобождает время для обдумывания алгоритмов решения задач, дает возможность наглядного представления результатов вычислений максимально в наглядной форме, а также содержит большое количество библиотек.

В работе приведены примеры решения некоторых задач ОТО с использованием пакета Mathematica и разработаны некоторые рекомендации по самостоятельному созданию алгоритмов решения подобных задач. Результаты работы ориентированы на подготовку магистрантов к использованию информационных технологий в их будущей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

### *Пример использования программного пакета*

Здесь рассматривается пример использования математического пакета Mathematica для решения задачи ОТО.

Тензор – объект линейной алгебры, линейно преобразующий элементы одного линейного пространства в элементы другого. Частными случаями тензоров являются скаляры, векторы, билинейные формы и т. п. Термин «тензор» также часто служит сокращением для термина «тензорное поле», изучением которых занимается тензорное исчисление.

*Определение.* Пусть  $V$  – векторное пространство,  $V^*$  – дуальное пространство. Тензором типа  $(r, s)$  называется отображение

$$t: V^r \times V^s \rightarrow R,$$

линейное по каждому аргументу. Запишем определение линейности по первому аргументу (линейность по остальным аргументам аналогична)

$$t(c) = \alpha t(X_1, X_2, \dots, X_r, u^1, \dots, u^s) + \beta t(\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, \dots, \tilde{X}_r, u^1, \dots, u^s),$$

где  $\alpha, \beta \in R$  – произвольные числа,  $X_1, \tilde{X}_1, X_2, \tilde{X}_2, \dots, X_r \in V$  – произвольные векторы,  $u^1, \dots, u^s \in V^*$  – произвольные ковекторы.

**Задача:** найти тензор Риччи для метрики

$$g_{\alpha\beta} = \begin{pmatrix} c^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{a^2(t)}{1-kr^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a^2(t)r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a^2(t)r^2 \sin^2 \theta \end{pmatrix}$$

*Определение.* Тензор Риччи, в явном виде находится следующим образом:

$$R_{\mu\nu} = \Gamma_{\mu\alpha,\nu}^{\alpha} - \Gamma_{\mu\nu,\alpha}^{\alpha} - \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} \Gamma_{\alpha\beta}^{\beta} + \Gamma_{\mu\beta}^{\alpha} \Gamma_{\nu\alpha}^{\beta},$$

где  $\Gamma_{\mu\alpha}^{\alpha}, \Gamma_{\mu\alpha,\nu}^{\alpha}$  - символы Кристоффеля.

Для того, чтобы решить эту задачу, нужно ввести сам тензор. В самом начале нужно ввести систему координат, через которую мы рассматриваем поле, к примеру в случае сферических координат:

```
coord = {t, r, \theta, \phi};
```

**Рис. 1 - Введение системы координат в Mathematica**

Вообще говоря, обозначение *coord* не обязательно, а лишь для того, чтобы везде не писать этот массив {\*, \*, \*, \*}. Далее определяется метрика - квадратная матрица nxn (в нашем примере 4x4) содержащая компоненты тензора метрики  $g_{\mu\nu}$ :

```
metric = {{c^2, 0, 0, 0}, {0, a[t]^2/(1-kr^2), 0, 0}, {0, 0, a[t]^2 r^2, 0}, {0, 0, 0, a[t]^2 r^2 Sin[\theta]^2}}
```

**Рис. 2 - Введение тензора  $g_{\alpha\beta}$  в Mathematica**

Далее необходимо подключить библиотеку *GenRel.m*. Библиотека *GenRel.m* содержит полный набор операций на языке *Mathematica* для работы с математическим аппаратом в общей теории относительности. Для ее использования нужно сначала интегрировать ее в программу командой:

Get["GenRel", "%disk name%\%full directory%\GenRel.m"], или как показано на рисунке

```
in[1]= Needs["GenRel`",
"D:\Program files\AddOns\Applications\GenRel.m"]
```

**Рис. 3 - Подключение библиотеки GenRel.m в Mathematica**

После этого должны появиться следующие строки :

```
in[1]= Needs["GenRel`",
"D:\Program files\AddOns\Applications\GenRel.m"]
GenRel functions are: IMetric, Christoffel, ChristoffelCmp, RiemannCmp,
Riemann, Ricci, SCurvature, EinsteinTensor, SqRicci, SqRiemann.
Enter 'helpGenRel' for this list of functions
```

**Рис. 4 - Активные функции после подключения библиотеки GenRel.m в Mathematica**

Здесь указаны функции, установленные в директории. Далее, после введения системы координат и в них указав метрический тензор, с помощью функции `Ricci[metric, coord]` в библиотеке можно найти тензор Риччи в виде массива  $R_{\mu\nu} = R^{\lambda}_{\mu\lambda}$ :

```

Ricci[metric, coord] // MatrixForm

```

**Рис. 5 - Ввод функции `Ricci[metric, coord]` в *Mathematica***

После чего получаем тензор Риччи в матричной форме:

```

Out[37]//MatrixForm=

$$\begin{pmatrix} -\frac{2a''[t]}{a[t]} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-c^2 k_2 - 2 a'[t] c^2 - 2 a[t] a''[t]}{c^2 (1 + k_1 x^2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{x^2 (2 c^2 k_2 - 2 a'[t] c^2 - 2 a[t] a''[t])}{c^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{x^2 \sin[\theta]^2 (2 c^2 k_2 - 2 a'[t] c^2 - 2 a[t] a''[t])}{c^2} \end{pmatrix}$$


```

**Рис. 6 - Тензор Риччи для тензора  $g_{\alpha\beta}$  в *Mathematica*.**

### Заключение

По проведенной работе мы можем сделать следующие выводы. Все алгоритмы, содержащиеся в курсе высшей математики технического вуза, заложены в память компьютерной системы *Mathematica*. Огромное преимущество системы *Mathematica* состоит в том, что ее операторы и способы записи алгоритмов просты и естественны. *Mathematica* имеет мощный графический пакет, с помощью которого можно строить графики очень сложных функций одной и двух переменных. Пакет *Mathematica* обеспечивает высокую скорость численных вычислений по сравнению с другими программными пакетами.

Главное преимущество *Mathematica*, делающее ее бесспорным лидером среди других систем высокого уровня, состоит в том, что эта система получила сегодня очень широкое распространение во всем мире, охватив огромные области применения в научных и инженерных исследованиях, а также в сфере образования.

Практическая значимость заключается в разработке методики проведения лабораторных работ с использованием математического пакета *Mathematica* на основе модульного подхода и создании учебно-методического комплекса для студентов.

### Список литературы

1. Арефьев, В.Н. Компьютерные технологии в науке и образовании/ В.Н. Арефьев// УлГТУ. Ульяновск, 2001.
2. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании/ И.Г. Захарова // М. : Изд. центр «Академия», 2003.
3. Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии. М. : Народное образование, 1998.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Каримов РамисХамитович**, аспирант 4 курса, ассистент БГПУ им. М. Акмуллы
2. **Измаилов Рамиль Наильевич**, канд. физико-математических наук, доцент
3. **Нанди Камал Канти**, PhD, профессор БГПУ им. М. Акмуллы.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО РАСЧЕТУ ЭФФЕКТА САНЬЯКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATHEMATICA

*Каримов Р.Х., Байгильдин С.С., Клименко Д.С.*  
Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумоллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе рассматривается курс лабораторных работ по расчету эффекта Саньяка с использованием математического пакета Mathematica.

**Ключевые слова:** эффект Саньяка, качество образования, математический пакет Mathematica.

## METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR STUDENTS ON CALCULATING THE EFFECT OF SANYAKA USING THE MATHEMATICA MATHEMATICAL PACKAGE

**Abstract.** The paper considers a laboratory course for calculating the Sagnac effect using the Mathematica mathematical package.

**Key words:** Sagnac effect, quality of education, software product Mathematica

В современном понимании качество образования определяется не только уровнем полученных знаний и соответствием определенным требованиям, а формированием у студентов компетентности в различных сферах жизнедеятельности, стремления к саморазвитию, самореализации и обучению в течение всей жизни. Обеспечить качество образования, помочь сформироваться мобильным, креативным личностям должен учитель, так как именно он является гарантом реализации изменений в образовании, и без его активного участия невозможно достичь прогрессивных результатов. В связи с этим, проблема профессиональной подготовки учителей сегодня занимает одно из ведущих мест в педагогической науке и является предметом пристального внимания и изучения.

Необходимость разработки методических рекомендаций обосновывается тем, что качество подготовки студентов педагогического ВУЗа соответствующих современному этапу развития человечества, науки и техники является одной из важнейших задач современного образования. Современное образование нуждается в инициативных и творческих специалистах, готовых к самостоятельному поиску решений, ответственных за результаты своей деятельности, восприимчивых ко всем новым, передовым и прогрессивным технологиям.

Однако вопрос повышения качества профессиональной подготовки студентов при решении сложных задач физики и математики с применением математических пакетов недостаточно определен.

Проведенный анализ позволяет определить существующие противоречия в профессиональной подготовке студентов между необходимостью повышения качества профессиональной подготовки студентов, и недостаточной разработанностью данной проблемы на примере расчетов задержки Саньяка с применением математических пакетов студентами.

Разработанные методические рекомендации направлены на повышение качества подготовки студентов при расчете задержки Саньяка. Цель данных методических рекомендаций: методическое сопровождение процесса расчета задержки Саньяка и оформление полученных результатов в программном пакете Mathematica.

Одной из задач, которая была поставлена в данных методических рекомендациях, дать студентам обобщенные и систематизированные представления о получении результатов задержки Саньяка для вращающихся решений на примере решения для черной дыры Керра.

В рекомендациях дан алгоритм расчета эффекта Саньяка для решения Керра, следуя ему, студент сможет самостоятельно рассчитать задержку Саньяка и оформить полученные результаты для любого вращающегося пространства-времени.

Методические рекомендации раскрывают порядок, логику и акценты изучения задержки Саньяка, проведение лекционных и лабораторных занятий. Упор делается не столько на последовательность осуществляемых действий, сколько на раскрытие способа расчета задержки Саньяка в программном пакете *Matematica*, выработанных на основе положительного опыта. Задача методических рекомендаций – реализовать для студентов упрощенный вариант расчета в программном пакете *Matematica*. Методические рекомендации представляют собой структурированную информацию по расчету величины задержки Саньяка.

Методические рекомендации состоят из двух частей: лекционная и лабораторная. Для получения полноценных знаний о задержке Саньяка требуется провести шесть лекционных занятий и четыре лабораторных занятия. Лекционные занятия включают в себя такие темы:

- 1) Понятие и определение эффекта Саньяка.
- 2) Наблюдательные данные эффекта Саньяка. Эксперименты Хафели и Киттинга и Алана, Вейса и Эшби.
- 3) Обновленные данные глобальных навигационных спутниковых систем.
- 4) Метод Тарталья для нахождения задержки Саньяка для негеодезических круговых орбит.
- 5) Метод Тарталья для нахождения задержки Саньяка для геодезических круговых орбит.
- 6) Ограничение параметра модификации решения из наземных данных эффекта Саньяка.

Лабораторные занятия в свою очередь включают в себя такие темы:

- 1) Расчет задержки Саньяка для негеодезических круговых орбит
- 2) Расчет задержки Саньяка для геодезических круговых орбит
- 3) Нахождение ограничения свободного параметра модификации решения из наземных данных эффекта Саньяка.
- 4) Оформление полученных результатов.

На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и компетенциями, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, учебной и производственной практики, преддипломной практики. Наряду с формированием умений и компетенций в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ.

Оценка «отлично» ставится, если все задания выполнены правильно, возможна одна неточность или описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала. Работа выполнена самостоятельно. Работа сдана с соблюдением всех сроков. Соблюдены все правила оформления отчета.

Оценка «хорошо» ставится, если все задания выполнены правильно, но недостаточны обоснования, рассуждения, допущены одна ошибка или два-три недочета. Обучающийся единожды обращается за помощью преподавателя. Работа сдана в срок (либо с опозданием на два-три занятия). Есть некоторые недочеты в

оформлении отчета. Оценка «удовлетворительно» ставится, если в заданиях допущены более одной ошибки или более трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме. Обучающийся многократно обращается за помощью преподавателя. Работа сдана с опозданием более трех занятий. В оформлении отчета есть отклонения и не во всем соответствует предъявляемым требованиям.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если выполнено меньше половины предложенных заданий, допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными умениями по данной теме в полном объеме. Обучающийся выполняет работу с помощью преподавателя. Работа сдана с нарушением всех сроков. Много нарушений правил оформления.

В результате изучения курса лабораторных работ по расчету эффекта Саньяка студент сможет использовать математический пакет Matematica для расчета задач различной сложности в области теоретической физики.

#### Список литературы

1. Sagnac, G. The demonstration of the luminiferous aether by an interferometer in uniform rotation [Text] / G. Sagnac // *Comptes Rendus.* – 1913.-V. 157. –Pp. 708-710.
2. Tartaglia, A. General relativistic corrections to the Sagnac effect [Text] / A. Tartaglia // *Physical Review D* – 1998.-V.58. –p.064009.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Каримов Рамис Хамитович, преподаватель БГПУ им. М. Акмуллы
2. Байгильдин Салим Сагадатович, магистр 2 курса БГПУ им. М. Акмуллы
3. Клименко Дмитрий Сергеевич, магистр 2 курса БГПУ им. М. Акмуллы

УДК 539.24

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНИРУЮЩЕЙ СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ПЬЕЗООТКЛИКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБМИКРОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

*Корнилов В.М., Карамов Д.Д., Хайретдинов Р.Р., Оразова С.Б.*  
Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмуллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В работе рассмотрена проблема поверхностного дипольного упорядочения тонких полимерных слоев в нанометровой области толщин. Методами сканирующей микроскопии пьезоэлектрического отклика исследованы процессы поляризации в полимерных пленках разной толщины. Обнаружено проявление спонтанной поляризации, свидетельствующие о наличии равномерно распределенных дипольных моментов в поверхностном слое. Наблюдается переключение поляризации, проявляющееся в смене контраста сигнала пьезоотклика при приложении поля различной полярности.

**Ключевые слова:** сканирующая зондовая микроскопия, тонкие полимерные пленки, поверхность.

## APPLICATION OF PIEZORESPONSE FORCE MICROSCOPY TECHNIQUE FOR THE STUDY OF THE SUBMICRON POLYMER FILMS

**Abstract.** The paper considers the problem of surface dipole ordering of polymer films thicknesses in the nanometer range. Piezoresponse force microscopy has been used to study the polarization processes in polymer films of different thicknesses. In thin films observed the spontaneous polarization this clearly demonstrates evenly spaced dipole moment in the surface layer. There is a polarization switching is reflected in the change of contrast piezoelectric response signal by a field of different polarity.

**Key words:** scanning probe microscopy, thin polymer films, surface.

Полимерные электроактивные материалы и структуры на их основе активно используются как активные компоненты гибкой электроники. Они охватывают различные направления: от систем отображения информации до транзисторов и сенсоров физических полей и других воздействий. В работе (Лачинов А.Н., Воробьев Н.В., 2006) обобщены результаты исследования электрофизических свойств тонких пленок несопряженных полимеров класса полигетероариленов. В тонких пленках данных полимеров происходит резистивное переключение малыми внешними воздействиями: электрическим полем, одноосным давлением, термоионизацией ловушек, электронным или ионным облучением, изменением граничных условий на границе раздела металл-полимер, магнитным полем.

Стоит отметить, что методы и условия создания полимерного слоя влияют на структуру полимерных пленок. Особое внимание уделяется пленкообразованию, структуре поверхности. На свойства одного и того же материала сильно влияет морфология поверхности и молекулярная упаковка полимерной пленки в объеме. Поверхностный слой полимерных пленок формируется за счет взаимодействия с твердой поверхностью, газообразной или жидкой средой при стремлении системы к минимуму энергии Гиббса (Budkowski A., 1999).

Такая поверхность обладает совершенно иным от объемного порядком полимерных цепей, вследствие чего проявляются особые свойства, наблюдающиеся, например, вдоль границ раздела (Салихов Р.Б., 2009). В работе (Гадиев Р.М. и др., 2009) описаны электрофизические свойства полимера полидифениленфталата (ПДФ) вдоль границы раздела полимер-полимер. Из анализа электропроводности и подвижности носителей заряда следует, что 2D-структура, возникающая вдоль контакта двух диэлектрических полимерных пленок, обладает аномально высокой проводимостью в отличие от объемной (Gadiev R.M., 2011). Для объяснения обнаруженного явления авторы используют предположение о спонтанной поверхностной поляризации полимерной пленки, вызванного дипольным упорядочением функциональных групп. Существование поверхности с такими свойствами может указывать на сегнетоэлектрическую природу данного слоя.

В работе (Блинов Л.М. и др., 2000) теоретически и экспериментально показано существование поверхностного сегнетоэлектрического перехода первого рода в пленках Лэнгмюра-Блоджетт полимера PVDF и его сополимерах. Такой переход возможен в наноразмерной области толщин пленок, сравнимых по порядку величины с размером критического зародыша домена 1-10 нм (Fridkin V.M., 2014). Для прямого экспериментального подтверждения предположения о спонтанной поляризации поверхности пленок ПДФ и влияния электрического поля на величину поляризации впервые применена методика силовой микроскопии пьезоэлектрического отклика (PFM).

### Объект и методика исследования

Исследуемый полимер из класса полигетероариленов – полидифениленфталат в обычном состоянии является диэлектриком, характеризующимся следующими электрофизическими и молекулярными параметрами: ширина запрещенной зоны ~

4.3 эВ, молекулярная масса  $\sim 50\,000$  гр/моль, средняя линейная длина молекулы  $\sim 150$  нм, дипольный момент бокового фрагмента  $\sim 5.6$  Дб (Лачинов А.Н., 2006).

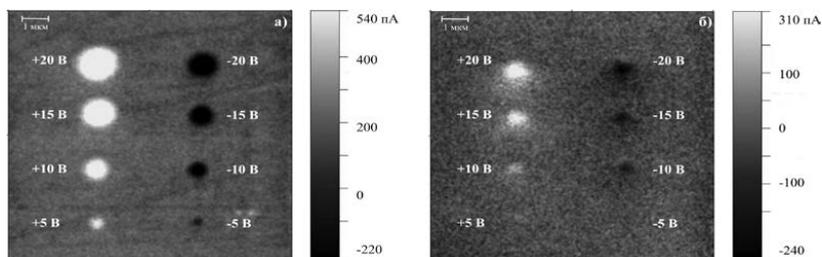
Для проведения исследований изготавливались образцы на подложках из полированной нержавеющей стали методом центрифугирования из растворов полимера в циклогексаноне. При такой методике изготовления удастся получить качественные полимерные пленки вплоть до толщин в несколько нанометров.

Поляризация полимерных образцов исследовалась методом PFM с помощью сканирующей зондовой нанолaborатории NTEGRAPrime (NT-MDT, Россия). PFM изображения сигнала пьезоотклика получали в контактной моде путем приложения на кантилевер переменного напряжения амплитудой 5 В и частотой 150 кГц. Для PFM измерений использовали проводящие зонды марки NSG10/Pt с радиусом кривизны острия кантилевера  $\sim 30$  нм.

### Эксперимент

Методом PFM было обнаружено, что субмикронные пленки ПДФ спонтанно поляризованы. При этом сигнал пьезоотклика существенно возрастает при уменьшении толщины пленки в исследованном интервале толщин. Это означает, что основной вклад в суммарную величину пьезоотклика вносит именно поляризация поверхностного слоя и подтверждает справедливость предположения о дипольном упорядочении поверхности. Уменьшение толщины полимерной пленки приводит к возрастанию роли поверхностных слоев, которая должна отражаться на величине сигнала остаточного пьезоотклика после предварительной поляризации полимерной пленки.

На рис. 1 представлены PFM изображения после локальной («точечной») поляризации полимерных образцов с одинаковым временем приложения импульса постоянного напряжения различной амплитуды от  $\pm 5$  В до  $\pm 20$  В. Светлые точки отвечают поляризации положительным напряжением, темные – отрицательным. Как видно из PFM изображений при поляризации положительными импульсами напряжения латеральный размер индуцированного домена и его остаточный пьезосигнал больше, чем для создаваемого домена при отрицательном напряжении. В работе (Gruverman A. et al., 2001) данное явление связывают с изменением барьера Шоттки между тонкой пленкой сегнетоэлектрического полимера и металлическим электродом.

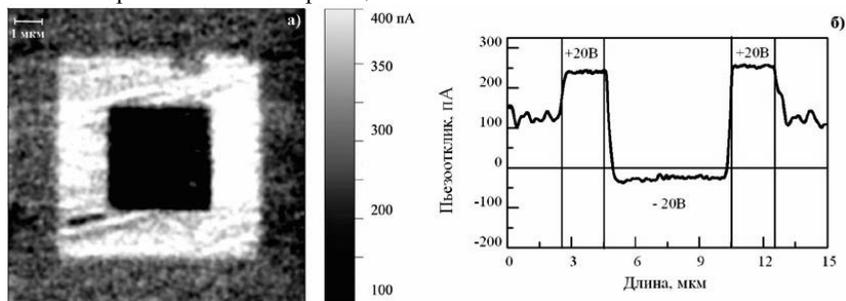


**Рис.1. - Изображения сигнала пьезоотклика после локально-точечной поляризации полимерных пленок толщиной 50 нм (а) и 900 нм (б)**

Следует также отметить разницу в форме создаваемых доменов для пленки толщиной 50 нм и 900 нм. В первом случае (толщина пленки 50 нм) создаются идеальные круглые домены, что соответствует равномерному радиальному распределению электрического поля, создаваемого зондом микроскопа на поверхности образца, в то же время для более толстой пленки форма доменов далека от идеальной.

Одним из проявлений сегнетоэлектрических свойств является переключение поляризации. Для этого, была проведена серия экспериментов по локальной

переполаризации участка поверхности полимерной пленки (рис. 2). Сначала полностью поляризовался участок поверхности пленки размером  $10 \times 10$  мкм<sup>2</sup> напряжением +20 В с помощью кантилевера, затем на внутреннюю часть воздействовали напряжением -20 В. Получившаяся структура «box-in-box» исследовалась методом PFM (снимался сигнал остаточного пьезоотклика). Рисунок 2 отражает процесс локального переключения поляризации под действием электрического поля. При напряжении -20 В происходит полное переключение поляризации.



**Рис.2. Изображение сигнала остаточного пьезоотклика после поляризации постоянным напряжением  $\pm 20$  В (а) и его профиль (б).**

Таким образом, методом PFM было установлено, что субмикронные пленки ПДФ характеризуются спонтанной поляризацией. Чем меньше толщина полимерной пленки, тем больше относительная величина спонтанной поляризации. Наблюдаемая разница может быть связана с влиянием внутреннего поля полимерной пленки на поверхностный слой. Ранее, в работе [9] были представлены результаты исследования пленок ПДФ методом электронной дифракции на просвет. Какого-либо кристаллического упорядочения в объеме пленки обнаружено не было. Наличие бокового фталидного фрагмента молекул с относительно большим дипольным моментом и спонтанной поляризации пленок подтверждают предположения о дипольном упорядочении поверхности полимерной пленки, которая привлекается для объяснения аномально высокой проводимости вдоль границы раздела полимер/полимер (Gadiev R.M. et al., 2014).

Чем тоньше полимерная пленка, тем более идеальны по форме создаваемые домены. По результатам исследования локально-точечной поляризации пленок можно сделать предположение, что уменьшение одной из пленок до наноразмерных толщин (менее 100 нм) при создании интерфейса двух полимерных пленок из ПДФ должно существенно образом увеличить проводимость двумерной структуры. Однородное переключение поляризации в наноразмерной области свидетельствует о проявлении сегнетоэлектрических свойств в субмикронных пленках ПДФ. Использование данной методики при исследовании традиционных полимерных сегнетоэлектриков обнаруживает в них аналогичные проявления спонтанной поляризации и переключения поляризации (Bystrov V.S. et al., 2007). Ответ на вопрос, можно ли считать поверхность ПДФ двумерным сегнетоэлектриком, требует дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Лачинов А.Н. Электроника тонких слоев широкозонных полимеров / А.Н. Лачинов, Н.В. Воробьева / УФН. 2006. Том 176. № 12. С. 1249-1266.
2. Budkowski, A. Interfacial phenomena in thin polymer films: phase coexistence and segregation / Adv. Polym. Sci. – Springer Berlin Heidelberg (1999). pp. 1-111.
3. Салихов, Р.Б. Свойства транспортног ослоя, сформированного на границе раздела двух полимерных пленок / Р.Б. Салихов, А.Н. Лачинов, В.М. Корнилов, Р.Г. Рахмеев // ЖТФ. 2009. Том. 79. № 4. С. 131-135.

4. Гади́ев, Р.М. Аномально высокая проводимость вдоль интерфейса двух полимерных диэлектриков / Р.М. Гади́ев, А.Н. Лачинов, В.М. Корнилов, Р.Б. Салихов, Р.Г. Рахмеев, А.Р. Юсупов. // Письма в ЖЭТФ. 2009. Том. 90. Вып. 11. С. 821-825.
5. Gadiev, R.M. The conducting polymer/polymer interface / R.M.Gadiev, A.N.Lachinov, V.M.Kornilov, et al. // Appl. Phys. Lett. 2011. Vol. 98. P. 173305-173309.
6. Блинов, Л.М. Двумерные сегнетоэлектрики / Л.М. Блинов, В.М. Фридкин, С.П. Палто, А.В. Буне, П.А. Даубен, С. Дюшарм // УФН. 2000. Том. 170. С. 247-262.
7. Fridkin, V.M. Ferroelectricity at the nanoscale / V.M. Fridkin, S. Ducharme // Phys.Usp. 2014. Vol. 57. P. 597–603.
8. Gruverman, A. Asymmetric nanoscale switching in ferroelectric thin films by scanning force microscopy / A. Gruverman, A.L. Kholkin, A. Kingon, H. Tokumoto // Appl. Phys. Lett. 2001. Vol. 78. P. 2751-2755.
9. Kornilov, V.M. Electron-microscopic analysis of polymer thin films capable of switching to the conductive state / V.M. Kornilov, A.N. Lachinov // Synth.Metals. 1992. Vol. 53. P. 71-74
10. Gadiev, R.M. Effect of dipole ordering on the electrical properties of the interface between two organic insulators / R.M. Gadiev, A.N. Lachinov, A.F. Galiev, L.R. Kalimullina, I.R. Nabiullin // JETP Letters. 2014. Vol. 100. P. 251-255.
11. Bystrov, V.S. Nanoscale polarization patterning of ferroelectric Langmuir–Blodgett P (VDF-TrFE) films / V.S. Bystrov, I.K. Bdikin, D.A. Kiselev, et al. // J. Phys. D: Appl. Phys. 2007. Vol. 40. P. 4571-4575.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Корнилов Виктор Михайлович**, д-р. ф.-м.наук, профессор кафедры прикладной физики и нанотехнологий Института физики, математики, цифровых и нанотехнологий
2. **Карамов Данфис Данисович**, канд. ф.-м.наук, ассистент кафедры ПФН ИФМЦиНТ
3. **Хайретдинов Руслан Равилевич**, студент 4 курса ИФМЦиНТ
4. **Оразова Сабина Батыровна**, студентка 4 курса ИФМЦиНТ

**УДК 004.023**

#### ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ НАСТРОЕК ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ НА БАЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА<sup>1</sup>

*Михайлова А.Н., Никитин В.К., Рамазанова Р.Р., Филиппова А.С.*  
Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумлы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается использование генетического алгоритма для решения задачи маршрутизации транспорта. Проводится оценка и выявление эффективных настроек основных процедур алгоритма на базе программного модуля. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

**Ключевые слова:** задача маршрутизации транспорта, генетический алгоритм, процедура мутации, программный модуль.

---

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-07-00895

## IDENTIFYING EFFECTIVE SETTINGS THE SOFTWARE MODULE ON THE BASIS OF GENETIC ALGORITHM

**Abstract.** The article discusses the use of a genetic algorithm to solve the Vehicle Routing Problems. Evaluation and identification of the effective settings of the basic procedures of the algorithm based on the software module is carried out. The results of a computational experiment are presented.

**Keywords:** Vehicle Routing Problems, Genetic algorithm, mutation procedure, VRP, software module.

В наше время большое внимание уделяется транспортной логистике, в частности построению рациональных маршрутов при транспортировке груза. Это внимание обусловлено тем, что от эффективности решения задачи маршрутизации зависит конечная стоимость товара или услуги [2]. Так как затраты на перевозку или доставку грузов существенная статья расходов, которая подчас соизмерима со стоимостью самого товара или оказываемой услуги. Для сокращения расходов в этой области необходимо совершенствование логистических информационных систем в части построения маршрутов путем создания эффективных программных решений расчета рациональных маршрутов транспортных средств [2].

Существует множество вариантов построения маршрутов. Большое значение имеет количество пунктов для посещения, от которого зависит выбор метода для решения подобных NP-полных задач. Так, например, для решения задач небольшой размерности можно эффективно использовать точные методы. Тогда в процессе решения, который не будет требовать большого времени на расчеты, строится оптимальный (кратчайший) маршрут. Однако при увеличении количества клиентов использовать точные методы и алгоритмы не представляется возможным, так как они являются экспоненциальными алгоритмами, и нахождение оптимального маршрута тратится слишком много времени, что на практике бывает нецелесообразным. В таких случаях используются эвристические и мета-эвристические алгоритмы. Они не гарантируют нахождение оптимального решения, но выдают рациональные, приемлемые для применения, маршруты. Наибольший интерес представляют мета-эвристические алгоритмы, которые направлены на исследование наиболее перспективных пространств решений. Главное условие для успешности таких алгоритмов – результат, качественно превосходящий классические эвристики. К мета-эвристическим и относится генетический алгоритм, процедуры которого используются в программном модуле, описанном в данной статье.

Генетический алгоритм основывается на моделировании биологических процессов популяционной генетики, поэтому в алгоритме используется терминология, напоминающая биологическую [1]. Так, пункт для посещения называется геном, последовательность посещения маршрутов – хромосомой или особью, а набор хромосом – популяцией. Операторы генетического алгоритма также имеют название сходное с биологическими терминами. А именно: скрещивание – процедура обмена генами между двумя особями, для создания новой (дочерней) особи, мутация – оператор генетического алгоритма, при использовании которого в случайное место в хромосоме вставляется ген или несколько генов. После проведения так процедур происходит корректировка – исследование особи на предмет повторяющихся генов и в случае нахождения удаления их, а также добавление недостающих в хромосоме. Скрещивание отвечает за поиск рационального решения в пределах одной области решений, а мутации обеспечивают генетическое разнообразие, то есть переход в другую область поиска. Мутации носят случайный характер, и при их проведении не учитывается улучшат ли они решение или сделают его непригодным для дальнейшего использования.

Итак, при решении задачи с помощью генетического алгоритма используется следующий алгоритм (рисунок 1):

1. формируется начальная популяция (для ее создания может быть использован эвристический алгоритм или случайный метод);
2. вычисляется целевая функция (общая длина (стоимость) маршрута) для каждой особи популяции;
3. из популяции выбирается пара хромосом-родителей (выбор может носить как случайный характер, так и быть обусловлен каким-либо признаком особей);
4. проводится скрещивание выбранной пары хромосом и корректировка результата;
5. с определенной степенью вероятности проводится мутация с последующей корректировкой;
6. пункты 2-5 повторяются до тех пор, пока не будет сформирована новая популяция;
7. проводится проверка достижения критерия окончания;
8. если критерий достигнут, то решение считается найденным, в противном случае пункты 2-7 повторяются снова[3].



**Рис. 1 - Блок-схема генетического алгоритма**

Используя разработанный генетический алгоритм и алгоритм ближайшего соседа, был создан настраиваемый программный модуль.

Программный модуль может запускаться в следующих режимах:

- Запуск алгоритма ближайшего соседа с началом в первой пункте;
- Запуск алгоритма ближайшего соседа с началом в последнем пункте;
- Запуск эволюционного алгоритма;
- Запуск генетического алгоритма;

Программный модуль содержит следующие типы настроек генетического алгоритма:

- Определение количества итераций;
- Определение количества мутаций (в шт.);
- Определения вероятности мутации на каждом шаге;
- Определение количества родительских особей;

Были выбраны несколько типов настроек программного модуля для проведения вычислительного эксперимента:

1. Алгоритм с обязательной мутацией (мутация происходит с вероятностью 100%, количество итераций – 100 000);
2. Алгоритм с малой вероятностью мутаций (мутация происходит с вероятностью 10%, количество итераций равно 100 000);
3. Алгоритм с равнозначным количеством мутаций (количество мутаций равно размерности матрицы, количество итераций 100 000, количество родительских особей на каждом шаге – 10);
4. Алгоритм ближайшего соседа (АБС) с началом в последней точке;
5. АБС с началом в первой точке.

Вычислительный эксперимент был проведен для матриц размерностью 10, 20 и 50 пунктов для посещения.

Было решено определять отклонение значения целевой функции в процентном отношении от результата алгоритма ближайшего соседа с началом в первом пункте. Было определено, что для каждого из видов размерности матрицы лучшее решение было получено с помощью алгоритма с равнозначным количеством мутаций. Также стоит отметить, что обе вариации алгоритма ближайшего соседа дают стабильно хороший результат, однако их результат хуже, чем результат алгоритма с равнозначной мутаций в среднем на 17%. Более наглядно результаты вычислительного эксперимента представлены на рисунке 2.



**Рис. 2 - Диаграмма, демонстрирующая результаты вычислительного эксперимента**

Подытоживая, можно сказать, что при использовании процедуры генетического алгоритма необходимым условием является его настройка и подбор эффективных параметров. Хорошо подобрав параметры можно улучшить классическое решение алгоритма ближайшего соседа и сократить издержки.

#### Список литературы

1. Батищев, Д.И. Генетические алгоритмы решения экстремальных задач [Текст] / Д.И. Батищев. – Нижний Новгород, 1995. – 24 с.

2. Филиппов, Д.В. Управление и оптимизация процесса формирования маршрутов поставок потребительских товаров в распределительных центрах [Текст]: диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Д.В.Филиппов [Место защиты: Гос. ун-т упр.]. – Москва, 2012. – 187 с.

3. Филиппова, А.С. Алгоритмическое обеспечение транспортно-логистических информационных систем на базе метаэвристик [Текст] : Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ 2012): труды научно-технической конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи, посвященной 40-летию кафедры информационных систем и технологий СГАУ / под ред. С.А. Прохорова / А.С.Филиппова, Ю.И.Валиахметова, Р.В. Фролов – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. – 257-260с.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Михайлова Анастасия Николаевна, магистрант
2. Никитин Владимир Константинович, студент,
3. Рамазанова Рузана Разифовна, преподаватель
4. Филиппова Анна Сергеевна, д-р.т. наук, профессор

УДК517.928

#### ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПО СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОСЦИЛЛИРУЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

*Султанаев Я.Т., <sup>1</sup>Сагитова А.Р.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумуллы, г. Уфа, Россия

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Доказана асимптотическая устойчивость системы дифференциальных уравнений первого порядка с осциллирующими коэффициентами, к которой не применима теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

**Ключевые слова:** асимптотические методы, обыкновенные дифференциальные уравнения.

#### ON ASYMPTOTIC STABILITY BY SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH OSCILLATING COEFFICIENTS

**Abstract.** The asymptotic stability of a system of first-order differential equations with oscillating coefficients has been proved, to which Lyapunov's stability theorem on the first approximation is not applicable.

**Keywords:** asymptotical methods, ODE.

#### Введение

Хорошо известна [1] теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости по первому приближению.

**Теорема 1.** Пусть для системы

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + \varphi_i(t, x_1, \dots, x_n), \quad i = \overline{1, n},$$

где  $x \in \square^n$ ,  $\varphi_i(t, x_1, \dots, x_n)$  - бесконечно малая порядка выше первого по сравнению с  $\|x\|$ , выполнены условия:

- 1) все  $Re\lambda_i < 0, \forall i$ , где  $\lambda_i$  собственные значения матрицы  $A$  ;
- 2)  $\forall i, \overline{1, n}$  справедлива оценка

$$|\varphi_i(t, x_1, \dots, x_n)| \leq M(\sum_{j=1}^n x_j^2)^{1/2+\alpha};$$

- 3) все собственные значения матрицы  $A$  простые.

Тогда нулевое решение системы асимптотически устойчиво по Ляпунову.

Что означает как известно по определению:

решение  $x = \psi(t)$  системы  $\frac{dx}{dt} = f(t, x)$  называется асимптотически устойчивым по Ляпунову при  $t \rightarrow \infty$ , если для любого  $\varepsilon > 0$ , существует  $\delta(\varepsilon) > 0$  такое, что для любого решения  $x = x(t)$  системы из неравенства  $\|\psi(t_0) - x(t_0)\| < \delta$  следует неравенство  $\|\psi(t) - x(t)\| < \varepsilon, \forall t \geq t_0$  и кроме того выполняется условие  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \|\psi(t) - x(t)\| = 0$ .

Эта теорема существенно опирается на малость возмущения линейной системы и при ее доказательстве используется лемма Гронуолла. В настоящей заметке мы рассматриваем системы, к исследованию устойчивости которых эта теорема неприменима.

Приведем пример.

$$\begin{cases} y_1' = -y_1 + by_2 \sin t, \\ y_2' = -2y_2. \end{cases}$$

Очевидно, что данная система не удовлетворяет условиям теоремы 1 устойчивости по первому приближению. Второе уравнение имеет решение  $y_2 = C_2 e^{-2t}$ , подставим его в первое уравнение:

$$y_1' = -y_1 + bC_2 e^{-2t} \sin t.$$

Тогда,  $y_1 = C_1(t)e^{-t}$

$$C_1' e^{-t} - C_1 e^{-t} = -C_1 e^{-t} + bC_2 e^{-2t} \sin t,$$

$$C_1(t) = \int_0^t bC_2 e^{-t} \sin t dt + C_1$$

Покажем, что нулевое решение устойчиво. Очевидно

$$y(0) = (y_1(0), y_2(0))^T = (C_1, C_2).$$

Пусть  $\|y(t)\| = \max\{|y_1|, |y_2|\}$ , тогда если  $\|y(0)\| = \max\{|C_1|, |C_2|\} < \delta$ , то

$$\|y(t)\| = \max\{|y_1(t)|, |y_2(t)|\} = e^{-t} \max\left\{ \left| C_1 + C_2 \int_0^t b e^{-\tau} \operatorname{sine}^\tau d\tau \right|, |C_2 e^{-t}| \right\} \leq \max\left\{ \left| C_1 + C_2 \int_0^t b e^{-\tau} \operatorname{sine}^\tau d\tau \right|, |C_2| \right\}$$

Заметим, что интеграл  $\int_0^\infty b e^{-\tau} \operatorname{sine}^\tau d\tau$  сходится абсолютно,

$$\left| \int_0^t b e^{-\tau} \operatorname{sine}^\tau d\tau \right| \leq |b| \int_0^t e^{-\tau} d\tau = |b|(1 - e^{-t}) \leq 2|b|,$$

откуда  $\|y(t)\| \leq \max\{|C_1| + 2|C_2||b|, |C_2|\} < \varepsilon, \forall t > 0$  как только  $\delta = \varepsilon/(1 + 2|b|)$ .

Сформулируем более общий результат. Рассмотрим следующую систему

$$\frac{dy}{dt} = By + A \operatorname{sine}^{t^2} y, \quad y = (y_1, y_2)^T, \quad (1)$$

где  $B$  и  $A$  - постоянные матрицы  $2 \times 2$ , причем матрица  $B$  имеет вещественные простые отрицательные собственные значения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Тогда как известно с помощью неособого преобразования эта система приводится к виду

$$\frac{du}{dt} = \Lambda u + \tilde{A} \operatorname{sine}^{t^2} u, \quad (2)$$

где  $\Lambda = \operatorname{diag}\{\lambda_1, \lambda_2\}$ ,  $u = (u_1, u_2)^T$ ,  $\tilde{A}$  - постоянная матрица.

**Теорема 2.** Нулевое решение системы (1) асимптотически устойчиво по Ляпунову.

Наметим идею доказательства. С помощью замены  $u = e^{\lambda_1 t} v$ ,  $v = (v_1, v_2)^T$  придем к системе дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dv_1}{dt} = (\tilde{a}_{11} v_1 + \tilde{a}_{12} v_2) \operatorname{sine}^{t^2}, \\ \frac{dv_2}{dt} = (\lambda_2 - \lambda_1) v_2 + (\tilde{a}_{21} v_1 + \tilde{a}_{22} v_2) \operatorname{sine}^{t^2} \end{cases} \quad (3)$$

Эта система эквивалентна системе интегральных уравнений

$$\begin{cases} v_1(t) = \int_0^t [\tilde{a}_{11} v_1(\tau) + \tilde{a}_{12} v_2(\tau)] \operatorname{sine}^{\tau^2} d\tau + C_1, \\ v_2(t) = C_2 e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + \int_0^t e^{(\lambda_2 - \lambda_1)(t-\tau)} [\tilde{a}_{21} v_1(\tau) + \tilde{a}_{22} v_2(\tau)] \operatorname{sine}^{\tau^2} d\tau. \end{cases} \quad (4)$$

Из последних формул следует  $u_1(0) = C_1, u_2 = C_2$ .

Устойчивость по Ляпунову означает, что если  $\|u(0)\| = \max\{|C_1|, |C_2|\}$  мала, то  $\|u(t)\|$  также мала, при  $t > T$ , где  $T$  - некоторое положительное число.

Из (4) следует, что

$$\begin{cases} u_1(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + e^{\lambda_1 t} \int_0^t [\tilde{a}_{11} u_1(\tau) + \tilde{a}_{12} u_2(\tau)] e^{-\lambda_1 \tau} \operatorname{sine}^{\tau^2} d\tau, \\ u_2(t) = C_2 e^{\lambda_2 t} + e^{\lambda_2 t} \int_0^t [\tilde{a}_{21} u_1(\tau) + \tilde{a}_{22} u_2(\tau)] e^{-\lambda_2 \tau} \operatorname{sine}^{\tau^2} d\tau \end{cases} \quad (5)$$

Теперь нам нужно показать, что из малости  $|C_1|, |C_2|$  следует малость  $\|u(t)\|$  при  $t > T$ . Для этого далее поступим так же, как в работах [2],[3], а именно, при помощи интегрирования по частям получим под интегралом быстро

убывающий множитель и воспользуемся тем, что интеграл  $\int_t^\infty \text{sine}^{t^2} dt$  сходится условно. Действительно,

$$\int_t^N \text{sine}^{t^2} dt = \int_t^N \frac{e^{-t^2}}{2t} 2t e^{t^2} \text{sine}^{t^2} dt = - \int_t^N \frac{e^{-t^2}}{2t} d(\text{cose}^{t^2}) = - \frac{e^{-t^2}}{2t} \text{cose}^{t^2} \Big|_t^N + \int_t^N \left( \frac{e^{-t^2}}{2t} \right)' \text{cose}^{t^2} dt$$

Первое слагаемое в правой части равенства конечно за счет наличия быстро убывающей экспоненты  $e^{-t^2}$ , по той же самой причине конечно и второе слагаемое.

Далее, очевидно, наличие убывающих экспонент обеспечивает малость правых частей (5) при  $t \rightarrow \infty$ , что в свою очередь влечет асимптотическую устойчивость по Ляпунову

Теперь, возвращаясь к переменной  $y(t)$  получаем ее малость при  $t \rightarrow \infty$ .

Замечание 1. Полученный результат справедлив для системы дифференциальных уравнений 1-го порядка произвольной размерности.

Замечание 2. Понятно, что наличие после интегрирования по частям убывающих экспонент  $e^{-t^2}$  обеспечивает справедливость аналогичной теоремы и для случая кратных собственных значений.

Замечание 3. Все сказанное справедливо и в случае, когда собственные значения являются комплексными с отрицательными вещественными частями.

*Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №18-01-00250-А.*

#### Список литературы

1. Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. 3-е изд. - «Лань». СПб. 2003. 448с.
2. Myakinova O. V., Nazirova E. A., Valeyeva L. R. On asymptotic behavior of solutions of the first-order differential equations with a strongly oscillating coefficient. // Vestnik Bashkirskogo universiteta. Vol. 21. 2016. No. 3. Pp. 549-550.
3. Валеев Н. Ф., Назирова Э. А., Султанаев Я.Т. О новом подходе к изучению асимптотического поведения решений сингулярных дифференциальных уравнений. // Уфимск. матем. журн., 2015. Т. 7. №3. С. 9-15.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**1. Султанаев Яудат Талгатович**, профессор, доктор физ-мат.наук, профессор БГПУ им. Акумуллы, Уфа, sultanaevyt@gmail.com

**2. Сагитова Айгуль Рашитовна**, доцент, кандидат физ-мат.наук, доцент БашГУ, mohlesnoy@yandex.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОЙ СРЕДЫ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Фатыхов М.А.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумлы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Исследован один из новых способов ликвидации асфальто-парафиновых и газогидратных пробок в нефтепроводах с помощью передвижного источника электромагнитного излучения. Для модельной задачи получено выражение объемного источника тепла для волны типа  $H_{11}$ ; рассчитаны изменения температуры на внутренней поверхности трубы.

**Ключевые слова:** однофазная среда, температура, электромагнитное поле.

### INVESTIGATION OF A SINGLE-PHASE MEDIUM IN A HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD

**Abstract.** One of the new ways of elimination of asphalt-paraffin and gas hydrate plugs in oil pipelines by means of a mobile source of electromagnetic radiation is investigated. For the model problem, the expression of the volumetric heat source for the wave type  $H_{11}$  is obtained; the temperature changes on the inner surface of the pipe are calculated.

**Key words:** single-phase medium, temperature, electromagnetic field

Борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями и ликвидация их в трубах в нефтегазовой области представляют собой острую проблему [1-9]. В связи с этим в настоящей работе исследован один из новых способов ликвидации асфальто-парафиновых и газогидратных пробок в нефтепроводах с помощью передвижного источника электромагнитного излучения. Передвижной источник электромагнитного излучения устраняет пробку путем ее расплавления вследствие выделения тепла при поглощении электромагнитной волны. Скорость его передвижения определяется скоростью движения границы раздела жидкой и твердой фаз в процессе плавления асфальто-парафинового отложения под воздействием электромагнитного излучения. Для модельной задачи получено выражение объемного источника тепла для волны типа  $H_{11}$ ; рассчитаны изменения температуры на внутренней поверхности трубы.

Процесс нагревания и плавления парафиновой пробки описаны на основе уравнения теплопроводности с заданным внешним тепловым источником. Трубу, заполненную диэлектриком (парафиновой пробкой), в электродинамическом смысле можно рассматривать как круглый волновод. Предполагалось, что диэлектрик полностью заполняет металлический волновод. Задачу считаем аксиально-симметричной. Распределение температуры в волноводе описывается уравнением теплопроводности без явного выделения фаз:

$$\rho c_T \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q(r, z, t) \quad (1)$$

где  $\rho$ ,  $c$ ,  $\lambda$  – плотность, удельная теплоемкость и  $\lambda$  – теплопроводность высокопарафинистой нефти соответственно. Плотность и теплопроводность считаем не зависящими от температуры.

Уравнение теплопроводности (1) необходимо дополнить граничными условиями. На торце пробки  $z = 0$  зададим граничное условие в виде конвективного теплообмена по закону Ньютона:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0} = \chi_1 [T(r, 0, t) - T_0],$$

где  $T_0$  - температура окружающей среды и начальная температура парафиновой пробки,  $\chi_1$  - коэффициент теплообмена. На удаленном торце пробки  $z=H$  теплообмен отсутствует:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=H} = 0.$$

На боковой поверхности цилиндра  $r=R$  граничное условие также записывается в виде закона конвективного теплообмена, но с другим коэффициентом теплообмена  $\chi$  и с учетом тепловыделения вследствие поглощения электромагнитной волны на

$$\text{поверхности металлического волновода: } \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=R} = \chi [T(R, z, t) - T_0] - q(z, t),$$

где  $\chi = Nu \frac{\lambda}{R}$  - коэффициент теплообмена с внешней средой,  $Nu$  - число Нуссельта.

Плотность источников тепла вычисляется по следующей формуле:

$$Q = \frac{\omega \varepsilon' \varepsilon_0 t g \delta}{2} |\dot{E}|^2, \quad t g \delta \approx \frac{\varepsilon_d''}{\varepsilon_d'}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_0$  - диэлектрическая постоянная;  $t g \delta$  - тангенс угла диэлектрических потерь пробки;  $\dot{E}$  - комплексная амплитуда напряженности электрического поля. Возникновение внутренних источников тепла в такой диэлектрике при его взаимодействии с высокочастотным электромагнитным полем и, как следствие, изменение температуры и давления в нем представляет физическую основу метода разложения парафино-газогидратных пробок, образующихся в различных узлах нефтегазопромыслового оборудования [1-9].

Рассмотрим волну типа  $H_{11}$ . Выражения для составляющих векторов поля волн типа  $H_{11}$  в круглом волноводе имеют следующий вид:

$$\dot{E}_r = j \frac{\omega \mu_a}{g^2 r} m H_0 J_m(g r) \sin m \varphi \cdot e^{-j h z}, \quad \dot{E}_\varphi = j \frac{\omega \mu_a}{g} H_0 J_m(g r) \cos m \varphi \cdot e^{-j h z}, \quad \dot{E}_z = 0.$$

Для волны типа  $H_{11}$ ,  $m=1$  и  $n=1$ , и пусть  $z=0$ , тогда получим следующее выражение:  $\dot{E}_r = \frac{\omega \mu_a}{g^2 r} H_0 J_1(g r) \sin \varphi$ ,  $\dot{E}_\varphi = \frac{\omega \mu_a}{g} H_0 J_1(g r) \cos \varphi$ , т.к. непрерывным

является компонента  $\dot{E}_r$  и  $\dot{E}_\varphi$ , то получим:  $|\dot{E}|^2 = |\dot{E}_r|^2 + |\dot{E}_\varphi|^2$ .

$$|\dot{E}|^2 = \left( \frac{\omega \mu_{11}}{g^2 r} H_0 J_1(g r) \sin \varphi \right)^2 + \left( \frac{\omega \mu_{11}}{g} H_0 J_1(g r) \cos \varphi \right)^2,$$

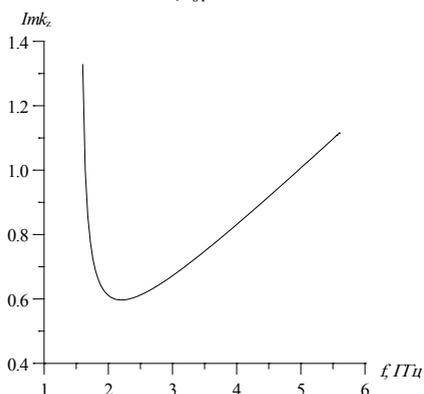
$$Q = \frac{\omega \varepsilon' \varepsilon_0 t g \delta}{2} \frac{\beta_{11}^2}{\mu_{11}^2} \times P \left[ J_1^2 \left( \mu_{11} \frac{r}{R} \right) \cos^2 \varphi + J_1^2 \left( \mu_{11} \frac{r}{R} \right) \sin^2 \varphi \right],$$

где  $P$  - ВЧ мощность источника электромагнитного излучения.

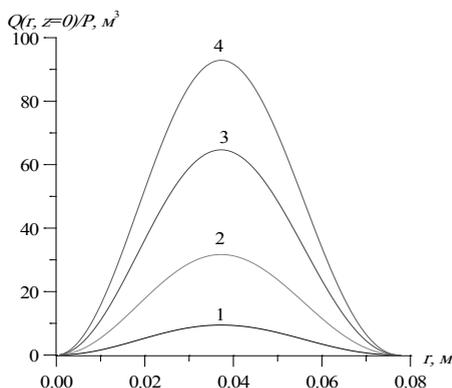
Формула для расчета мощности, переносимой волной типа  $H_{11}$  в круглом волноводе, вычисляется по следующей формуле:

$$P = 0.5 R \operatorname{Re} \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \dot{E}_r \dot{H}_\varphi r d r d \varphi = \frac{\pi \varepsilon_0 R^2}{4.28 \mu_{11}} E_0^2 \sqrt{1 - \left( \frac{\lambda_0}{\lambda_{kp}} \right)^2}$$

где  $\lambda_{кр} = \frac{2\pi R}{\mu_{01}}$  - критическая длина волны.



**Рис. 1.** Мнимая часть продольного волнового числа, как функция частоты для металлического цилиндрического волновода, заполненного парафином



**Рис. 2.** Поперечное распределение плотности мощности тепловых потерь, нормированной на мощность источника в цилиндрическом волноводе, заполненном парафином  $f$ ,  $10^9$  Гц; 1 – 1,6; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4

Приведенные численные результаты получены для модельного нефтепровода радиуса  $R = 0.0775$  м. Стенка нефтепровода сделана из стали с проводимостью  $\sigma = 0.37 \cdot 10^{17} \text{ с}^{-1}$ . Длина парафиновой пробки выбрана, равной  $H = 5$  м.

На рис.1 приведен график зависимости мнимой части продольного волнового числа  $k_z''$  от частоты для приведенных выше параметров цилиндрического волновода и асфальто-парафиновой пробки. Мнимая часть продольного волнового числа имеет минимум  $k_z'' \approx 0.459 \frac{1}{\text{м}}$  на частоте  $f \cong 2 \cdot 10^9$  Гц и растет при дальнейшем увеличении частоты. Процесс перехода твердой фазы парафина в жидкую существенным образом определяется распределением плотности мощности объемного тепловыделения  $Q(r, z)$ . На рис.2 приведены распределения  $Q(r, z = 0)$ , нормированные на мощность источника, в поперечном сечении волновода для различных частот. С увеличением частоты растет поперечная компонента электрического поля. Наиболее однородное в поперечном сечении распределение плотности мощности тепловыделения обеспечивают волны с частотами  $f = 1.4$  ГГц и  $f = 2$  ГГц. Расчеты вышеописанного уравнения теплопроводности при краевых условиях показывает, что разогрев пробки является однородным и расплавление парафина должно происходить практически одновременно по всему поперечному сечению диэлектрической пробки. Вследствие этого не будет сильного перегрева отдельных слоев нефти и снижения эффективности ликвидации парафиновой пробки.

### Список литературы

1. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Электромагнитный способ плавления парафина в трубе // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2012. – № 7. – С. 25 – 28.
2. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Расплавление твердых отложений в трубопроводах движущимся источником электромагнитного поля // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012. – № 6. – С. 60 – 68.
3. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Определение частоты электромагнитного воздействия на гидратопарафиновые отложения в подземном

оборудовании скважин // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 78.

4. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я. Воздействие электромагнитного поля на процесс кристаллизации парафина // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 93.

5. Фатыхов Л.М., Галкин С.В., Фатыхов М.А. Применение численного моделирования для оценки эффективности электромагнитной очистки скважин от асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. – 2018. – №8. – С. 56–59.

6. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Предотвращение отложения парафина, солей и гидратов // Нефтепромысловое дело. – 2007. – № 7. – С. 48 – 51.

7. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. СВЧ электромагнитный метод плавления парафиновой пробки в разомкнутой коаксиальной системе // Инженерно-физический журнал. 2015. – Т. 88. – № 3. – С. 697 – 702.

8. Фатыхов М.А. Особенности нагрева и плавления парафина в коаксиальной трубе высокочастотным электромагнитным излучением // Теплофизика высоких температур. – 2002. – Т. 40. – № 5. – С. 802.

9. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. Особенности фазовых переходов в сверхвысокочастотном электромагнитном поле // Научное обозрение. – 2014. – № 8-2. – С. 576 – 580.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

1. **Фатыхов Миннехан Абузарович**, д-р физико-математических наук, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, профессор

УДК 004.4

#### ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРАВИЛЬНОГО ПИТАНИЯ И КОНТРОЛЯ ВЕСА

*Хакимова А.В., Титова Л.Н.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Мобильная разработка является весьма актуальной, так как смартфоны уже занимают неотъемлемую часть жизни не только современной молодежи, но и людей преклонного возраста. Наиболее популярными мобильными операционными системы являются Android от компании Google, которая занимает лидирующее место не один год, IOS от Apple и MicrosoftPhone от Microsoft.

**Ключевые слова:** мобильная разработка, проект, платформа, возрастной диапазон, инструменты.

#### EFFICIENCY FACTORS FOR CREATING A MOBILE APPLICATION FOR PROPER NUTRITION AND WEIGHT CONTROL

**Abstract.** Mobile development is very relevant, since smartphones already occupy an integral part of the lives of not only modern youth, but also elderly people. The most popular

mobile operating systems are Google's Android, which has been a leader for years, Apple's IOS, and Microsoft's Microsoft Phone.

**Keywords:** mobile development, project, platform, age range, tools

Мобильные приложения являются новейшими IT-инструментами для автоматизации мобильной торговли, мерчендайзинга, дистрибуции, банковской финансовой деятельности. Они способны выполнять не только самостоятельные, но и вспомогательные задачи. Мобильные приложения могут разрабатываться различными организациями – предприятиями торговли, банками, платежными системами и другими компаниями. С их помощью могут решаться разнообразные задачи: совершаться покупки, осуществлять заказ товара, мобильный банкинг и других финансовые операции, реализовываться управленческие решения. Хотя и пользователями мобильных устройств в современном мире могут являться дети уже с четырех лет и даже люди за шестьдесят, наиболее сознательно и целенаправленно используют мобильные приложения аудитория от четырнадцати до тридцати лет.

Данный возрастной диапазон характеризуется повышенным стремлением к совершенству во всем. Чтобы этого достичь пользователям необходимо изучить огромное количество информации на многих ресурсах. Объединив хотя бы несколько факторов, жизнь станет проще, что очень оценят пользователи, стремящиеся к экономии своего времени. Нашей первичной целью стало убеждение в актуальности задуманного проекта. Для этого создали опрос с помощью платформы GoogleForm и попросили пройти его своих друзей, коллег и знакомых. Проанализировав результаты проведенного исследования, относительно данной работы мы получили следующие статистические данные.

Исходя из того, что из 100% опрошенных женщин, 83% необходимо данное приложение, а из 100% мужчин – всего 15%, следует сделать вывод о том, что данное приложение больше ориентировано на женскую аудиторию. Возрастной диапазон у женского пола также оказался значительно шире, чем у мужского. И учитывая все остальные процентные показатели, можно с уверенностью сказать, что мобильное приложение «WeightControl» актуально и его использование может помочь многим пользователям полюбить себя, что является главной целью разработки.

**Таблица 1 - Результаты исследования**

Пол	Необходимость в использовании приложения, %	Возрастной диапазон, лет	Необходимость в рецептах, %	Необходимость в инструкции и физ. упражнениях, %	Необходимость в уходе за лицом, %
мужчины	15	16-25	73	90	93
Женщины	83	14-45			

В результате изучения данной предметной области мы пришли к следующему выводу о необходимости объединения сферы ухода за лицом, за телом и внедрение в жизнь правильного и вкусного питания остается актуальным. Мобильное приложение «WeightControl» - это информационный минимум трех сфер жизнедеятельности в кармане: уход за лицом, приведение тела в форму и приготовление «правильной» еды.

На рис. 1 представлена схема «КАК ЕСТЬ» в нынешней ситуации. В качестве сравнения рассматривались мобильные приложения в свободном доступе на сервисной площадке PlayMarket от компании Google.

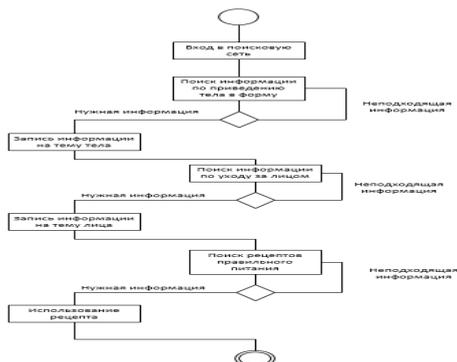
1. «Дневник контроля веса». Данное приложение вмещает в себе лишь данные об изменении веса.

2. «Весовой дневник и калькулятор ИМТ». Так же, как и первый вариант, приложение имеет данные об изменении веса и расчеты зависимости индекса массы тела от веса.

3. «Идеальное тело: пропорции». Приложение содержит в себе теорию по параметрам идеального тела и дневник для отслеживания результатов физической деятельности.

4. «Диетические рецепты». Содержит в себе рецепты правильного питания для похудения, которые могут также помочь в поддержании стабильно хорошего веса.

В результате изучения существующих мобильных приложений на эту тему, были выделены 4 актуальные темы для внедрения в разработку: чистое лицо, физические упражнения, рецепты и формулы для расчетов параметров тела пользователя.



**Рис. 1. Схема «КАК ЕСТЬ»**

Следующим этапом стал отбор информации для каждого раздела. В этом нам помогли несколько Web-сайтов.

Мобильное приложение будет содержать в себе четыре раздела: уход за лицом, калькулятор по подсчету индексов тела относительно веса, физические упражнения и рецепты правильного питания. Рассмотрим их более подробно.

Уход за лицом. Ритм современной жизни, в которой сложно избежать стрессовых ситуаций, уровень загрязненности атмосферы, редкие вылазки на природу – в тишину и к свежему воздуху, неправильно подобранная косметика и недостаток времени за уходом за лицом приводят к тому, что наша кожа нуждается в обязательном правильном уходе, ей необходимо питание и увлажнение.

Иногда окружающая обстановка неотвратимо влияет на состояние кожи. Загазованный городской воздух запускает чрезвычайно активные процессы окисления в клетках кожи, что повергает ее в плачевное состояние. В зависимости от особенностей организма, последствия негативных внешних и внутренних воздействий могут проявляться постепенно, а в некоторых случаях – внезапно и выраженно дают о себе знать. Именно поэтому регулярный уход за лицом необходим в нынешнее время каждому человеку для сохранения здоровья и жизненных сил кожи.

В данной сфере большую роль играет важность профессионального подхода к процедурам. Для этого в приложении «Weight Control» выделен целый раздел для статьи по обязательному ежедневному уходу за кожей лица.

Спорт. Сегодня, когда спорт находится на пике популярности, физическая культура становится неотъемлемой частью жизни каждого современного человека. Занятия физическими нагрузками – это не только выполнение стандартных комплексов физических упражнений, а еще и активный отдых, общение. Гарантированным результатом таких занятий становятся здоровье, красота, хорошее настроение и успех. Ведь рациональные физические нагрузки, помимо того, что тренируют тело, еще и учат четко формулировать свои цели и добиваться их. Поэтому в приложении «Weight

Control» можно найти комплекс наиболее эффективных упражнений для разных групп мышц, а именно: спина, ноги, руки, ягодичные и грудные мышцы.

Рецепты. Правильное питание и здоровая еда подразумевают регулярность, нужное количество и соотношение поступающих в организм полезных веществ: воды, белков, жиров, витаминов, углеводов, минеральных веществ. Все это – залог красоты, долголетия, здоровья. Соответственно, недостаток или избыток какого-то из элементов провоцирует различные заболевания, ускоряет процесс старения, отрицательно влияет на организм в целом.

Польза сбалансированного питания:

- избавит от многих болезней или предупредит их;
- стабилизирует вес без лишних усилий;
- восстанавливает физическую и интеллектуальную энергию.

Итог: хорошее здоровье, которое содействует отличному самочувствию, прекрасному внешнему виду и достижению поставленных в жизни целей.

Калькулятор. Каждый человек не похож на другого, и поэтому не существует однозначного ответа, сколько именно надо весить. Но в результате вычислений по формулам можно определить диапазон возможных значений и следовать, например, среднему из них или наиболее популярным формулам.

### Список литературы

1. Айрапетян Г. М. Дизайн мобильного приложения. // Молодой ученый. [Текст] / Айрапетян Г.М. — 2018. — №48. — С. 12-15.

2. Бурнет Э., Голощапов А.Л. Google Android программирование для мобильных устройств [Текст] / Бурнет Э., Голощапов А.Л. – СПб.: BHV , 2011. – 325 с.

3. Уроки по программированию в AndroidStudio [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://startandroid.ru/ru/>

### Сведения об авторах

1. **Хакимова Арина Вадимовна**, студентка группы ПИНФ 41-16

2. **Титова Людмила Николаевна**, доцент кафедры прикладная информатика

УДК 372.853

## ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА МАТНЕМАТИСА НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АККРЕЦИОННЫХ ДИСКОВ

*Юсупова Р.М., Каримов Р.Х., Измаилов Р.Н.*

Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Данная работа посвящена методике вычисления кинематических параметров аккреционных дисков астрофизических объектов в рамках общей теории относительности с использованием программного продукта Mathematica.

**Ключевые слова:** аккреционный диск, астрофизические компактные объекты, программный продукт Mathematica.

## STUDENT TRAINING USING MATHEMATICA MATH PACKAGE USING EXAMPLE OF CALCULATION OF ACCRETION DISK PARAMETERS

**Abstract.** This paper is devoted to the method of calculating the kinematic parameters of astrophysical objects's accretion discs in the framework of the general theory of relativity using the software product Mathematica.

**Key words:** accretion disc, astrophysical compact objects, software product Mathematica

На сегодняшний день практически в каждой области человеческой деятельности используются различные приложения математики. Это является следствием развития техники и приложений для него. В связи с их высоким развитием, необходимо постоянно совершенствовать подход к обучению студентов. Обучение по старым программам подготовки выпускает просто грамотных специалистов, обладающих необходимым багажом фундаментальных знаний, но неспособных применять знания на практике. Следовательно, необходимо поменять подход обучения студентов таким образом, чтобы выпускник обладал способностью ориентироваться в современных компьютерных технологиях и находить наиболее подходящие для него программные продукты, быстро осваивать их, и с успехом применять на практике. Таким образом, возрастает роль использования специализированных систем компьютерной математики в процессе преподавания естественнонаучных дисциплин в образовании.

Начиная с 80-х годов, начали выпускаться такие программы как: *MathCAD*, *MatLab*, *Maple* и *Mathematica* которые в ходе практики зарекомендовали себя как удобные, надежные помощники при выполнении сложных математических расчетов, позволяя сэкономить время и исключить возможность допущения грубых ошибок. Наиболее подходящим средством для исследования кинематических свойств аккреционного диска, где используются, в основном, численные методы, является математический пакет Mathematica. Система Mathematica –мировой лидер среди программ символьной математики для компьютеров.

Теоретические основы программирования студенты осваивают в рамках информационных дисциплин, как правило, на младших курсах. Таким образом, студенты к началу обучения использования математического пакета Mathematica для расчета параметров аккреционных дисков подходят со знаниями фундаментальных основ использования рассматриваемого математического пакета.

Авторами разработаны и апробированы методические рекомендации по расчету свойств тонких аккреционных дисков для магистров первого года обучения профиля «Физико-астрономическое образования». В работе будет представлена только первая лабораторная работа методических рекомендаций.

Каждая лабораторная работа состоит из теоретической и практической (или теоретической задачи) частей. Данное пособие не заменяет курс лекций, но авторы, по возможности, старались представить механизм вывода методов, особенно в тех случаях, когда его можно с выгодой использовать при проведении некоторых самостоятельных исследований при апробации алгоритмов. Для закрепления теории во многих лабораторных работах приведен набор заданий для самостоятельных работ. Важно отметить, что часть задач подобрана так, что их выполнение вручную требует огромных затрат времени и энергии, поэтому использование программного пакета *Mathematica* является эффективным и целесообразным решением.

### ***Теоретическая часть лабораторной работы №1.***

Аккреционный диск представляет собой структуру, состоящая из вещества, которая вращается по кеплеровским орбитам вокруг компактного астрофизического объекта (черных дыр, нейтронных звезд и т.д.). Гравитация является главной

действующей силой в астрофизике, поэтому аккреционные диск всегда находятся в гравитационном потенциале.

В астрофизике теория аккреционных дисков позволяет объяснить явления, происходящие в разнообразных источниках рентгеновского излучения, их энергетику, переменности и спектры. К настоящему времени предложено значительное количество моделей дисковой аккреции для объяснения наблюдаемых характеристик компактных объектов, среди которых модель Пейджа-Торна является ключевой, так как именно эта модель строго учитывает эффекты общей теории относительности.

Геометрия пространства-времени позволяет определить физические свойства и излучательные характеристики частиц, движущихся по круговым орбитам вокруг компактных тел. Метрика статичной и сферически-симметричной геометрии имеет вид:

$$ds^2 = g_{tt}dt^2 + g_{rr}dr^2 + g_{\theta\theta}d\theta^2 + g_{\phi\phi}d\phi^2, \quad (1)$$

где  $g_{tt}, g_{rr}, g_{\theta\theta}, g_{\phi\phi}$  – компоненты метрики.

Для анализа физических параметров аккреционных дисков, в первую очередь вычисляется радиальная зависимость угловой скорости  $\Omega$ , удельной энергии  $\tilde{E}$  и удельный угловой момент частиц  $\tilde{L}$ , движущихся по круговым орбитам в статичной и сферически-симметричной геометрии через геодезические уравнения. В итоге, получаем:

$$\tilde{E} = \frac{g_{tt}}{\sqrt{g_{tt} - g_{\phi\phi}\Omega^2}}, \quad (2)$$

$$\tilde{L} = \frac{g_{\phi\phi}\Omega}{\sqrt{g_{tt} - g_{\phi\phi}\Omega^2}}, \quad (3)$$

$$\Omega = \frac{d\phi}{dt} = \sqrt{\frac{g_{tt,r}}{g_{\phi\phi,r}}}. \quad (4)$$

### **Пример расчета кинематических параметров аккреционного диска черной дыры с использованием программы Mathematica**

Рассмотрим пример расчета кинематических характеристик аккреционного диска черной дыры Шварцшильда, а именно: угловую скорость, угловой момент и энергию.

Интервал в метрике Шварцшильда в сферической системе координат  $(t, r, \theta, \varphi)$  имеет следующий вид:

$$ds^2 = \left(c^2 - \frac{2GM}{r}\right) dt^2 - \frac{1}{\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)} dr^2 - r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2 - r^2 d\theta^2, \quad (5)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная,  $M$  – масса черной дыры Шварцшильда,  $r$  – радиус диска,  $c$  – скорость света. Область изменения координат  $-\infty < t < +\infty, 0 \leq \theta \leq \pi, 0 \leq \varphi \leq 2\pi$ . В данном примере рассмотрим случай, когда  $\theta = \frac{\pi}{2}$ .

Так же данную метрику записывают в виде метрического тензора с топологией  $R^2 \times S^2$ :

$$g = \begin{bmatrix} \left(1 - \frac{r_s}{r}\right) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\left(1 - \frac{r_s}{r}\right)^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -r^2 \sin^2 \theta \end{bmatrix} \quad (6)$$

где  $r_s = \frac{2GM}{c^2}$  – радиус Шварцшильда.

Введем компоненты метрики в программу Mathematica без постоянных величин *G* и *c*:

```
grr = 1 - 2 * M / r
      1 - 2M
      r

grr = 1 / (1 - 2 * M / r)
      1
      1 - 2M
      r

gphi = r^2 * (Sin[theta])^2
      r^2 Sin[theta]^2

gtheta = r^2
      r^2
```

### Рис. 1 - Введение компонентов метрики черной дыры в Mathematica

Далее определяем детерминант метрического тензора и вводим значение угла  $\theta$ :

```
g = FullSimplify[Det[{{-grr, 0, 0, 0}, {0, grr, 0, 0}, {0, 0, gphi, 0}, {0, 0, 0, gtheta}}]]
      упростить в по... детерминант
      -r^4 Sin[theta]^2

theta = pi/2
      pi
      2
```

### Рис. 2 - Определение детерминанты метрического тензора в Mathematica

По формулам (2)-(4) вычисляем кинематические параметры. Чтобы не путать с постоянными величинами обозначим угловую скорость как  $\Omega k_1$ , угловой момент  $L k_1$  и энергию  $E k_1$ .

```

 $\Omega_{k1} = \text{FullSimplify}[\text{Sqrt}[\text{D}[\text{g}t\text{t}, r] / \text{D}[\text{g}\phi\phi, r]]]$ 
    [упростить в по... [ква... [дифферен... [дифференциир

```

$$\sqrt{\frac{M}{r^3}}$$

```

 $L_{k1} = \text{Simplify}[(\text{g}\phi\phi * \Omega_{k1}) / \text{Sqrt}[(\text{g}t\text{t} - \text{g}\phi\phi * \Omega_{k1}^2)]]$ 
    [упростить [квадратный корень

```

$$\frac{\sqrt{\frac{M}{r^3}} r^2}{\sqrt{1 - \frac{3M}{r}}}$$

```

 $E_{k1} = \text{Simplify}[\text{g}t\text{t} / \text{Sqrt}[(\text{g}t\text{t} - \text{g}\phi\phi * \Omega_{k1}^2)]]$ 
    [упростить [квадратный корень

```

$$\frac{1 - \frac{2M}{r}}{\sqrt{1 - \frac{3M}{r}}}$$

### Рис.3 - Определение кинематических параметров в Mathematica

Для наглядности можно построить графики зависимости угловой скорости, углового момента и энергии от радиуса.

```

Plot[ $\Omega_{k1}$ , {r, M, 25 * M}, Frame -> True,
    [график функции [рамка [истина
    PlotRange -> Automatic, FrameLabel -> {"r [cm]", " $\Omega_{k1}(r)$ "}]
    [отображаем... [автоматиче... [пометка для обрамления

```

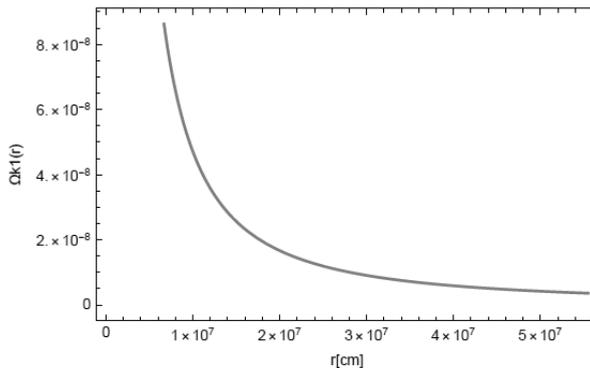
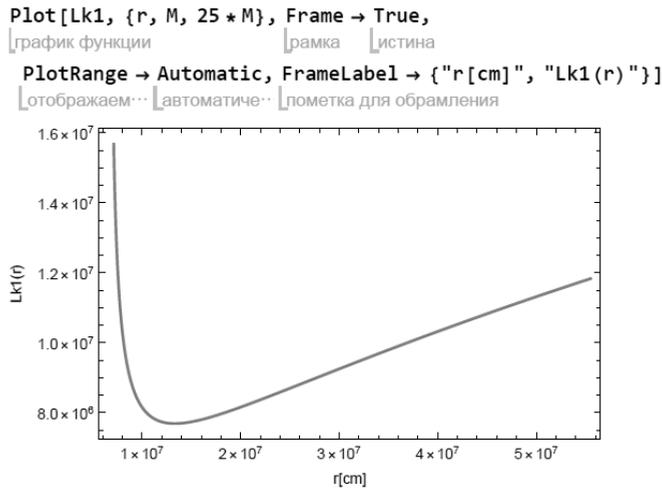


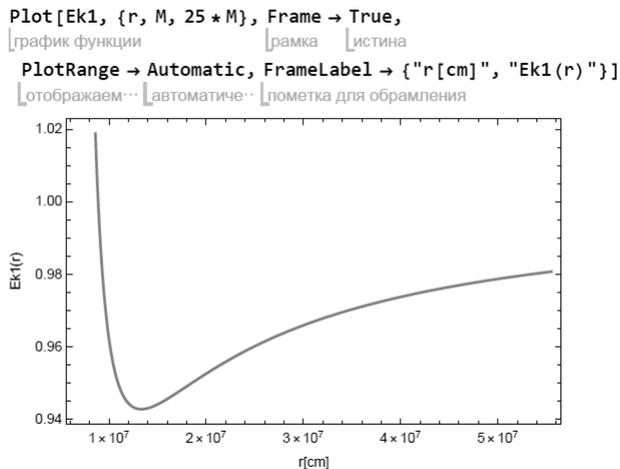
Рис. 4 - Построение графика зависимости угловой скорости от радиуса аккреционного диска в Mathematica



**Рис. 5 - Построение графика зависимости углового момента от радиуса аккреционного диска в Mathematica**

По проведенной работе можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением радиуса диска угловая скорость частиц вещества аккреционного диска уменьшается.
2. В интервале  $[1 \times 10^7; \infty]$  угловой момент частиц вещества увеличивается.
3. В интервале  $[1 \times 10^7; \infty]$  энергия частиц вещества увеличивается.



**Рис. 6 - Построение графика зависимости энергии от радиуса аккреционного диска в Mathematica**

Практическая значимость данной работы заключается в разработке методики проведения лабораторных работ с элементами исследования с использованием программы *Mathematica* создании методических рекомендаций для студентов высших учебных заведений.

Таким образом, современный студент, в результате изучения методических рекомендаций по расчету свойств тонких аккреционных дисков, должен не только

обладать фундаментальными теоретическими знаниями, но и стать уверенным пользователем новейших компьютерных технологий.

#### **Список литературы**

1. Шакура Н.И. Аккреционные процессы в астрофизике / Н.И. Шакура, Г.В. Липунова, К.Л. Маланчев // Физматлит. – 2015. – с.416.
2. Harko T. Thin accretion disks in stationary axisymmetric wormhole spacetimes / T. Harko, Z. Kovacs, F. Lobo // Physical rev. D. – 2009. –vol.79.– 064001.
3. Karimov R.Kh. Accretion discs around the Gibbons-Maeda-Garfinkle-Horowitz-Strominger charged black holes / R.Kh. Karimov, R.N.Izmailov, Amrita Bhattacharya, K. K. Nandi // Eur. Phys. J.C – 2018 – 78:788

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

1. **Измаилов Рамиль Наильевич**, канд. физико-математических наук, доцент
2. **Каримов Рамис Хамитович**, преподаватель БГПУ им. М. Акмуллы
3. **Юсупова Розалия Мансуровна**, магистр 2 курса БГПУ им. М. Акмуллы

## СЕКЦИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 544.013+544.228

### РАСТВОРИМОСТЬ И ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ СУЛЬФАТОВ ЛИТИЯ, НАТРИЯ И КАЛИЯ В ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫХ РАСТВОРАХ НА УРОВНЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПРИ 25<sup>0</sup>С

<sup>1</sup>Борисов И.М., <sup>1</sup>Набиев А.А., <sup>2</sup>Солиев Л.

<sup>1</sup>Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумоллы, г. Уфа, Россия

<sup>2</sup>Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни, Таджикистан

**Аннотация.** Введение этилового спирта в объеме до 90 % в насыщенный водный раствор сульфата лития, натрия и калия понижает растворимость соли в 270-280 раз и снижает плотность насыщенных растворов сульфатов щелочных металлов в водно-этанольных растворах. Кристаллооптический анализ твердой фазы показал, что добавки спирта приводят к образованию наряду с  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  кристаллов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . Построена фазовая диаграмма в трехкомпонентных системах:  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при 25<sup>0</sup>С.

**Ключевые слова:** сульфаты лития, натрия и калия, вода, этанол, растворимость, кристаллооптический анализ, фазовая диаграмма.

### SOLUBILITY AND PHASE EQUILIBRIUM OF LITHIUM, SODIUM AND POTASSIUM SULPHATES IN AQUEOUS-ETHANOL SOLUTIONS AT LEVEL OF THREE-COMPONENT COMPOSITION AT 25<sup>0</sup>C

**Abstract.** Introduction of ethyl alcohol in volume up to 90% into saturated aqueous solution of lithium, sodium and potassium sulfate reduces solubility of salt by 270-280 times and reduces density of saturated solutions of alkali metal sulphates in water-ethanol solutions. Crystal optic analysis of the solid phase showed that alcohol additions lead to formation along with  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  crystals  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . The phase diagram is built in three-component systems:  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  and  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  at 25<sup>0</sup>C.

**Key words:** lithium, sodium and potassium sulfates, water, ethanol, solubility, crystal optics, phase diagram.

### ВВЕДЕНИЕ

Физико-химические свойства сульфатов щелочных металлов в водно-органических растворах ограничиваются, в основном, сведениями о растворимости солей. Прежде всего, изучена растворимость сульфата натрия в водно-органических растворах, начиная с работ [1-3] в прошлом столетии. Есть данные о растворимости  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в смешанных растворителях: вода-спирт (метанол, этанол, н-пропанол, изопропанол, трет-бутанол) [4-6], вода-ацетон [7], вода-1,2-диметоксиэтан [8], вода-пиридин [9]. Изучение фазовых равновесий в водно-органических растворах солей, в том числе в водно-спиртовых средах, требует выбора методики нахождения концентрации солей в этих системах и инструментальных методов изучения твердых фаз [10]. Кроме этого литературные данные недостаточны для построения фазовых диаграмм. В связи с этим нами изучены фазовые равновесия в трёхкомпонентных системах  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при 25<sup>0</sup>С, в растворах с содержания этилового спирта составило от 0 до 90 % объемных.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В эксперименте использован пищевой этанол-ректификат с объёмной долей спирта 96% без дополнительной очистки. Сульфат натрия марки «Ч.Д.А.» повторно подвергнут перекристаллизации и из очищенного сульфата натрия приготовлен насыщенный водный раствор. К полученному раствору добавляли этанол, варьируя соотношения водного раствора сульфата натрия и этанола в пределах 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60; 30:70; 20:80 и 10:90 % объёмных. При добавлении спирта к водному раствору наблюдается выпадение осадка соли. Полученные гетерогенные системы перемешивали с помощью магнитной мешалки до достижения состояния равновесия между жидкой и твердой фазами. Критерием состояния равновесия служила неизменность морфологии образующихся кристаллов, которую устанавливали кристаллооптическим методом [11] с помощью микроскопа Levenhuk 670 DT. Растворимость сульфата натрия в жидкой фазе находили по ГОСТу [12], титрованием хлоридом бария в присутствии индикатора нитхромазо.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

При увеличении содержания спирта (табл. 1) в системе системах  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при  $25^\circ\text{C}$ , уменьшается плотность раствора, которую определяли с учетом методики [13].

**Таблица 1 - Плотность насыщенных растворов сульфатов щелочных металлов водно-этанольных растворах  $25^\circ\text{C}$**

[H <sub>2</sub> O]: [C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH], Объемных %	$\rho \text{ Li}_2\text{SO}_4$ кг/м <sup>3</sup>	$\rho \text{ Na}_2\text{SO}_4$ кг/м <sup>3</sup>	$\rho \text{ K}_2\text{SO}_4$ кг/м <sup>3</sup>
100:0	1245	1240	1093
90:10	1150	1175	1035
80:20	1095	1100	990
70:30	1040	1000	966
60:40	1000	950	950
50:50	970	940	911
40:60	950	920	901
30:70	902	885	878
20:80	890	865	858
10:90	860	845	839

Уменьшение плотности насыщенных растворов сульфатов лития. Натрия и калия связано с уменьшением концентрации соли в системах. (уменьшением растворимости солей). Полученные данные согласуется [14], в литературе.

В табл. 2. приведена содержания массовых долей отдельных компонентов, которые составляют изучаемых нами систем. Как видно из таблицы ведение этанола в системе приводит к уменьшению растворимости сульфатов лития, натрия и калия, это связано с изменением полярности растворителя в системе, т.е. переход от сильно полярной воды ( $\epsilon = 78,53$ ) к менее полярному этанолу ( $\epsilon = 24,3$ ). Если сравнить растворимость солей по катиону т.е. от Li от K растворимость этих солей тоже падает, это связано с уменьшением растворимости этих солей в воде. Растворимость сульфата лития в воде при  $25^\circ\text{C}$ , составляет 25,6 массовых % а сульфат калия при данной температуре растворяется всего лишь на 11,1 массовых %.

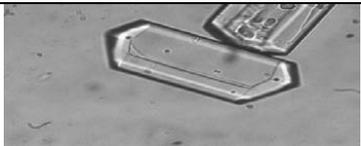
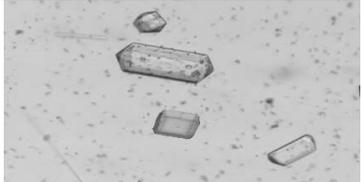
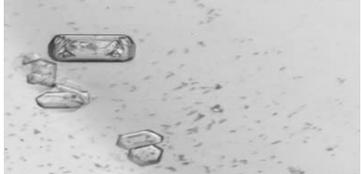
Полученные нами данные дополняют и согласуется с работами [6,15-16]. Кристаллооптический анализ кристаллов, выпадающих в осадок из водно-этанольных растворов, показал, что от содержания спирта также зависит состав образующейся твердой фазы (табл. 3). Микрофотографии твердых фаз, равновесных с жидкой фазой, представлены в таблице 3.

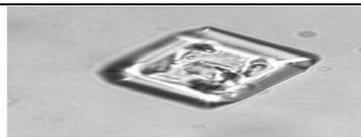
**Таблица 2 - Составы жидкой фаз в трёхкомпонентных системах:  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$   
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при  $25^\circ\text{C}$**

Состав насыщенных растворов масс. %								
Система $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$			Система $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$			Система $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		
$\text{Li}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
25,6	74,4	0	21,9	78,1	0	11,1	88,9	0
19,8	73,65	6,55	12,2	80,6	7,2	8,1	84,4	7,5
15,08	70,77	14,15	5,3	78,9	15,8	5,97	78,4	15,8
11,04	66,25	22,71	2,4	72,7	24,9	1,82	73,1	25,1
8,13	59,92	31,96	1,2	64,5	34,4	1,09	64,5	34,4
4,99	52,78	42,22	0,8	55,1	44,1	0,42	55,3	44,3
2,24	44,43	53,33	0,6	45,2	54,2	0,3	45,3	54,4
1,13	34,49	64,38	0,3	34,8	64,9	0,18	34,8	65
0,41	23,71	75,88	0,1	23,8	76,1	0,1	23,8	76,1
0,09	12,18	87,72	0,08	12,2	87,7	0,04	12,2	87,8

Идентификацию кристаллов мирабилита и тенардита (табл. 3) проводили на основе данных [17-20]. В доступной нам литературе не удалось найти сведения о строении мелкокристаллической фазы сульфатов лития, натрия и калия. Мы предполагаем, что эти мелкие кристаллы также являются безводным  $\text{Me}_2\text{SO}_4$  и представляют собой неионизированную форму соли вследствие снижения степени электролитической диссоциации в водно-этанольном растворе [21]. Следует отметить, что при введении этанола в водный раствор сульфата щелочных металлов размеры образующихся кристаллов безводных солей снижаются существенно и поэтому приходится повышать разрешающую способность микроскопа от 240 до 600 раз.

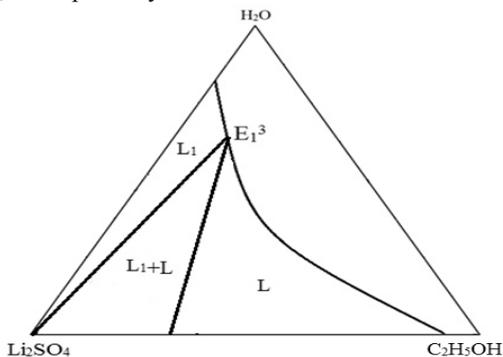
**Таблица 3 - Микрофотографии и параметры твердых фаз, находящихся в равновесии с жидкой фазой в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-}$  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при  $25^\circ\text{C}$**

$[\text{H}_2\text{O}]:$ $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}], \%$ об.	Микрофотографии индивидуальных твердых фаз	Фазы
100:00		M6
90:10		M6+Te
80:20		M6+Te

70:30		Te
30:70		Te
10:90		Te

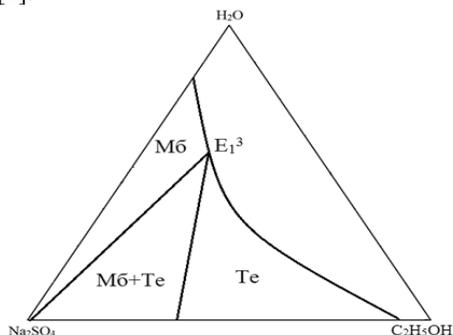
Обозначения: Мб - Мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; Те - тенардит  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

На основе данных о растворимости сульфата натрия и результатов кристаллооптического анализа твердых фаз (табл. 2,3) построена фазовая диаграмма в трёхкомпонентных системах:  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при  $25^\circ\text{C}$ , с использованием метода массцентрической метода изображения диаграмм. В трёхкомпонентной системе  $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  фазовый состав твердых тел везде одинаков, т.е. Арканиту.

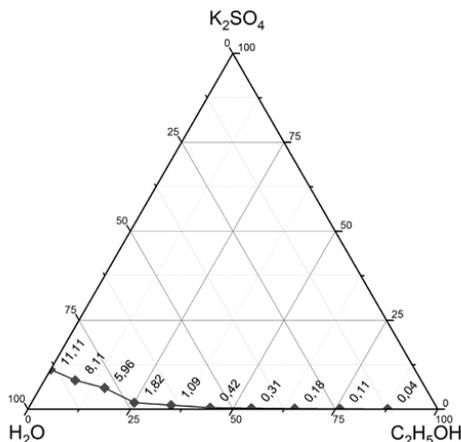


**Рис. 1 - Фазовая диаграмма в трёхкомпонентной системе  $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$   $25^\circ\text{C}$ .**

Как видно из рисунка 1, состав твердых фаз по увеличению концентрации спирта в системе переходить от  $L_1$  ( $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) к  $L$  ( $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ). Построенная диаграмма согласуется с работой [1].



**Рис. 2 - Фазовая диаграмма в системе  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_5\text{OH}$  при  $25^\circ\text{C}$**



**Рис. 3 - Диаграмма растворимости сульфата калия в системе  $K_2SO_4-H_2O-C_2H_5OH$  при  $25^{\circ}C$**

На фазовой диаграмме трехкомпонентной системы  $Li_2SO_4-H_2O-C_2H_5OH$  и  $Na_2SO_4-H_2O-C_2H_5OH$  при  $25^{\circ}C$  характерны по одной неинвариантной точке на уровне трехкомпонентного состава ( $E_1^3$ ) 4 моновариантных кривых и 2 дивариантных полей. Для неинвариантной точки характерны следующие твердые фазы, которые находятся в равновесии с жидкой фазой для системы  $Li_2SO_4-H_2O-C_2H_5OH$ :  $E_1^3=L_1+L$ ; Для системы  $Na_2SO_4-H_2O-C_2H_5OH$ :  $E_1^3=M_6+Te$ .

Таким образом, добавки этанола к водному раствору сульфатов лития, натрия и калия снижают растворимость соли и приводят к появлению новых фазовых равновесий. Также наблюдается процесс обезвоживания моногидрата сульфата лития ( $L_1$ ) и дека гидрата сульфата натрия ( $M_6$ ), которые перерешаются безводную сульфата лития ( $L$ ) и сульфата натрия ( $Te$ ).

### Список литературы

1. Mills A.L., Smith F.A. Isopropylalcohol-sodiumsulfate-watersystem, liquid – liquidequilibriums // J. Chem. Engng. DataSer. 1957. Vol. 2, №1. P. 30.
2. Ахумов Е.И. О растворимости твердого вещества в двойном смешанном растворителе. // Журн. Общ. Химии. 1939. Т.9, №13. С. 1207-1212.
3. De Bruyn Z. Phys. Chem. 1900. V.32.№ 63
4. Крижановский А.В., Ненно Э.С. Система  $Na_2SO_4-C_4H_8O_2 - H_2O$ . Журн. Неорган. Химии. 1973. Т. 18, № 8. С. 2262-2265.
5. Emons H. – H., Roser H. Untersuchungen an systemen aus salzen und gemischten losungsmitteln // Z. anorgan. Und allgem. Chem. 1966. Bd. 346, №5,6. S. 225-233.
6. Справочник по растворимости. Т.1. Бинарные системы. Кн.1. М.; Л., 1961. 960 с.
7. Крижановский А.В., Ненно Э.С., Скрипченко Р.М. Система  $Na_2SO_4-(CH_3)_2CO - H_2O$ . Журн. Неорган. Химии. 1972. Т. 17, № 9. С. 2526-2530.
8. Куделин Д.П. Растворимость сульфатов щелочных металлов в 1,2- диметоксиэтаноле и его смеси с водой. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Москва, 1996. — 16 с.
9. Бондаренко Л.Г. Исследование расслаивания в системах пиридин-вода- соль. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Алма-Ата, 1973. 32 с.
10. Мустафин Д.И. Проблемы растворимости сульфатов щелочных металлов в неводных и смешанных растворителях. Дисс. ... докт. хим. наук. Москва, 2003. — 381 с.

11. Кочетков О.С. *Основы кристаллооптики и микроскопический анализ. Методические указания.* –УГТУ, Ухта, 2006., 35 с.
12. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. ВОДА ПИТЬЕВАЯ методы определения содержания сульфатов.: Межгосударственный стандарт ГОСТ 31940-2012.
13. Государственная система обеспечения единства измерений. Ареометры стеклянные. Методика поверки. Р 50.2.041-2004.
14. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник - Мн.: Современная школа, 2005. - 608 с.
15. Seidell A. Linke W.F. Solubilities of inorganic and organic compounds. New-York: VanNostrand, 1952. 1254 p.
16. Брусенцева Л. Ю., Кудряшова А.А. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений. Самара: НОУ ВПОСМИ «РЕАВИЗ», 2011 – 68 с.
17. Солиев Л., Джумаев М.Т., Низомов И.М., Тошов А.Ф. Растворимость системы  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при 25°С. Доклады АН РТ. Том 58 № 9. 2015. С 827-834.
18. Levy H, Lisensky G. Acta Crystallographica B34 (1978) 3502-3510.
19. Zachariasen W, Ziegler G. Zeitschrift fur Kristallographie 81 (1932) 92-10.
20. Awthorne F.C., Ferguson R.B. The Canadian Mineralogist 13 (1975) 181-187.
21. Борисов И.М., Набиев А.А., Мухамедьянова А.А., Солиев Л., Тошов А.Ф., Мусоджонова Дж.М. Электролитическая диссоциация сульфата натрия в водно-этанольных растворах. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2017. Т.60. Вып. 6. С. 59-64.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Борисов Иван Михайлович**, доктор химических наук, заведующий кафедрой химии БГПУ им.М.Акмоллы.
2. **Набиев Азамджон Абдулхалимович**, аспирант 4-го обучения, кафедра химии
3. **Солиев Лутфулло** – доктор химических наук, профессор кафедры «Общая и неорганическая химия»

УДК 541.123.6

#### ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИИ ВОДЫ СОПОЛИМЕРОМ ДИМЕТИЛДИАЛЛИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА И АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

*Лукиша Р.С., Борисов И.М., Рашидова С.Т., Ведерникова Т.Г.*  
 Башкирский государственный педагогический университет  
 им. М.Акмоллы, г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Впервые показано возрастание максимально возможной абсорбционной способности сополимера диметилдиаллиламмоний хлорида и акриловой кислоты при увеличении относительного объема используемой воды. Полученные результаты объяснены на основе двухстадийной равновесной схемы водопоглощения **вода+гидрогель  $\rightleftharpoons$  гидратированные ассоциаты линейных макромолекул  $\rightleftharpoons$  нерастворимые микрочастицы с абсорбированной водой.**

**Ключевые слова:** гидрогель, абсорбированная вода, сополимер, интермедиат, влагоемкость, динамика водопоглощения.

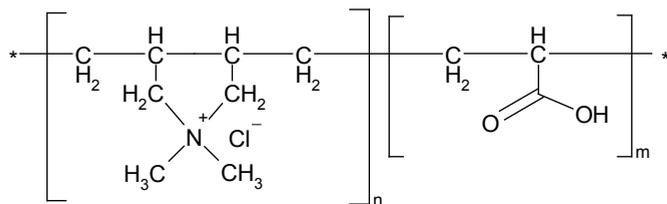
## RESEARCH OF WATER ADSORPTION BY COPOLYMER DIMETHYLLDIALYLAMMONIUM CHLORIDE AND ACRYLIC ACID

**Abstract.** For the first time, an increase in the maximum possible absorption capacity of a copolymer of dimethyldiallylammonium chloride and acrylic acid is shown with an increase in the relative volume of water used. The results obtained are explained on the basis of a two-stage equilibrium absorption scheme **water+hydrogel**  $\rightleftharpoons$  **hydrated associates of linear macromolecules**  $\rightleftharpoons$  **insoluble microparticles with absorbed water**.

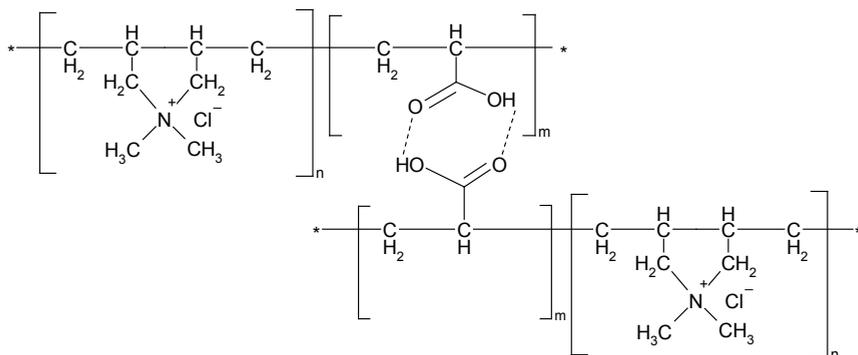
**Key words:** hydrogel, absorbed water, copolymer, intermediate, moisture capacity, water absorption dynamics.

Динамика адсорбции воды напрямую связана со структурными изменениями в гидрогелях и, в первую очередь, зависит от условий достижения термодинамического и механического равновесия [9]. Ранее в [3] представлены особенности поглощения воды гидрогелем на основе сополимера диметилдиаллиламмоний хлорида (ДМДААХ) и акриламида (АА), не характерные для традиционно используемых гидрогелей. В настоящей работе продолжено изучение кинетических закономерностей адсорбции воды гидрогелем на основе сополимера диметилдиаллиламмоний хлорида и акриловой кислоты (АК).

Для получения водонерастворимого гидрогеля, как и в случае сополимера ДМДААХ и АА [3], проводили радикальную сополимеризацию предварительно полученного олигомера ДМДААХ с АК и добавками мономерного ДМДААХ в присутствии инициатора – персульфата аммония. Основываясь на общепринятых представлениях о механизме радикальной сополимеризации и исходя из строения сомономеров с учетом применяемой методики синтеза можно прогнозировать образование линейных макромолекул

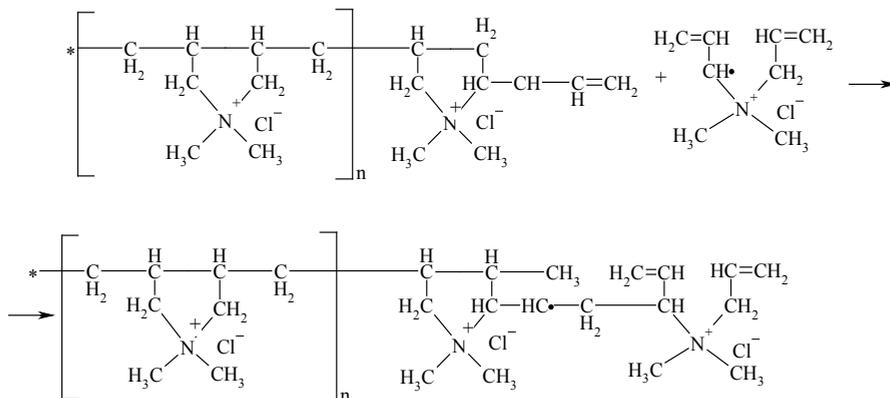


По литературным данным [12, 13], линейные макромолекулы ДМДААХ, как правило, водорастворимы. Образующиеся при сополимеризации ДМДААХ с АК линейные макромолекулы могут образовывать малорастворимые в воде ассоциаты



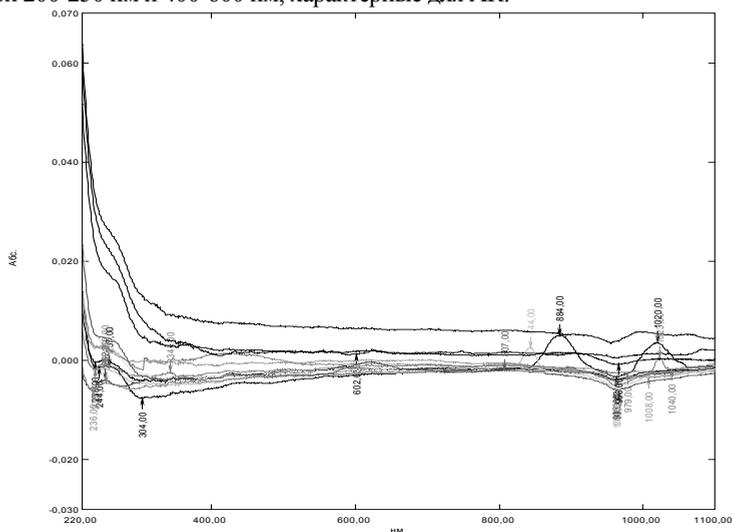
Как и в случае гидрогеля на основе ДМДААХ и АА, нерастворимая в воде фракция сополимера ДМДААХ и АК представлена, по нашему мнению, также и объемно-структурированными частицами. В реакциомономерной молекулы ДМДААХ

с радикалами инициатора образуется углеродцентрированный радикал, при присоединении которого по двойной связи олигомера ДМДААХ возникает новый интермедиат



Этот интермедиат содержит три реакционных центра в виде свободной валентности на атоме углерода и двух двойных связей, вследствие чего возможно образование объемно-структурированного сополимера при их рекомбинации или в ходе присоединения к растущей цепи АК.

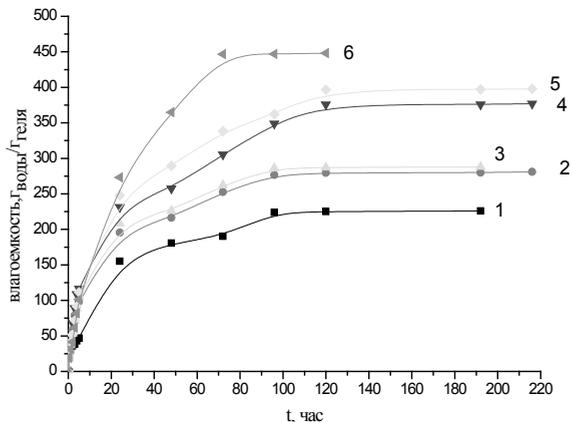
Сополимер ДМДААХ+АК отличается от сополимера ДМДААХ+АА [3]. Так, на УФ-спектре воды, контактирующей с сополимером ДМДААХ и АК, обнаруживается максимум поглощения при 890 – 1000 нм, характерный для мономерных или олигомерных молекул ДМДААХ (рис. 1). Особо следует отметить, что на УФ-спектрах отсутствуют максимумы поглощения при 200-250 нм и 400-600 нм, характерные для АК.



**Рис. 1 - УФ-спектры воды, находившейся в контакте с гидрогелем.**

С увеличением времени контакта гидрогеля с водой интенсивности сигналов уменьшаются и после 2 суток вообще исчезают (рис. 1). Эти данные свидетельствуют о том, что из гидрогеля вымываются вместе с водой только не вступившие в реакцию водорастворимые олигомеры или мономерные молекулы ДМДААХ. Одновременно этот факт указывает на обратимый характер диффузии воды в гидрогель: вода не только диффундирует в гидрогель, но и выходит во «внешнюю» водную фазу.

Динамика водопоглощения гидрогелем и интегральная максимально возможная влагоемкость  $V_{\max}$  напрямую зависят от надмолекулярной структуры сополимера. Поэтому изучение кинетических закономерностей поглощения воды сополимером ДМДААХ и АК позволяет получить определенные сведения о его надмолекулярной структуре. В процессе поглощения воды сополимером ДМДААХ и АК (рис. 2) проявляются те же закономерности, что и в случае гидрогеля ДМДААХ+АА [3].



**Рис. 2 – Кинетика водопоглощения при варьировании объемной доли воды.  $T=20^{\circ}\text{C}$ ,  $m_{\text{гидрогеля}} = 0,2$  г. Объем воды: 1 – 100 мл, 2 – 200 мл, 3 – 300 мл, 4 – 400 мл, 5 – 500 мл, 6-600 мл.**

Поглощение воды гидрогелем происходит с убывающей во времени скоростью (рис. 2). Поток массы воды  $I = dm/dt$ , определенный как масса поглощенной воды за определенный промежуток времени, на начальных стадиях водопоглощения линейно зависит от относительного объема используемой воды  $V_{\text{отн}} = V_{\text{воды}}/m_{\text{геля}}$  (л/г) и описывается соотношением

$$I = (15,5 \pm 0,7) + (8,9 \pm 1,8) \cdot V_{\text{отн}} \quad (1)$$

Однако одна и та же масса сополимера ДМДААХ и АК ( $m_{\text{геля}}=0,2$  г), как и в случае сополимера ДМДААХ и АА [3], способна поглощать разное количество воды в зависимости от объема используемой воды, что не объясняют модели авторов [4-11], разработанные для традиционно используемых гидрогелей (табл. 1).

**Таблица 1 – Зависимость максимальной влагоемкости и эффективной константы водопоглощения от объема используемой воды.  $T = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $m_{\text{геля}}=0,2$  г.**

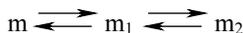
$V_{\text{H}_2\text{O}}$ , мл	100	200	300	400	500	600
$V_{\max}$ , (Г воды/Г геля)	224	279	286	375	396	446
$k_{\text{эф.}} \cdot 10^6$ , $\text{с}^{-1}$	$8.3 \pm 2.4$	$7.3 \pm 0.9$	$7.5 \pm 0.9$	$7.5 \pm 2.0$	$6.6 \pm 1.1$	$7.3 \pm 0.9$

В момент достижения максимально возможной влагоемкости гидрогеля (табл. 1) значительная часть используемой («внешней») воды остается неизрасходованной ( $55 \div 85$  %). Иными словами, после достижения максимального водопоглощения остается очень много «внешней» используемой воды, но она перестает поглощаться. Такая закономерность поглощения воды возможна в том случае, если используемая «внешняя» вода и вода «внутренняя» в гидрогеле связаны равновесием, как и в случае сополимера ДМДААХ и АА [3]. По совокупности полученных данных необычные закономерности поглощения воды сополимером ДМДААХ и АК можно объяснить на основе следующей схемы

**вода+гидрогель**  $\rightleftharpoons$  **гидратированные ассоциаты линейных макромолекул**  $\rightleftharpoons$  **нерастворимые микрочастицы с абсорбированной водой**

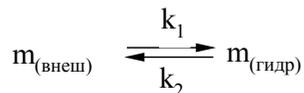
Наличие двух равновесных стадий в этой схеме позволяет представить водопоглощение как динамичный процесс. Поэтому при увеличении относительного объема «внешней» воды (табл. 2) оба равновесия смещаются вправо, что приводит к увеличению массы «внутренней» абсорбированной воды.

К сожалению, на кривых водопоглощения (рис. 2) слабо проявляется двухстадийный характер абсорбции воды гидрогелем ДМДААХ + АК. Вследствие этого не удается разделить отдельно описать каждую стадию предлагаемой схемы водопоглощения в виде



где  $m_1$  и  $m_2$  – массы поглощенной воды на первой и второй стадиях.

Поэтому для нахождения уравнения кривой водопоглощения была использована упрощенная схема



Такой подход правомерен, когда доминирует первая стадия и на второй равновесной стадии абсорбируется относительно небольшая масса воды, а общую массу поглощенной воды можно рассматривать как сумму  $m_{(\text{гидр})} = m_1 + m_2$ .

Экспериментально определяемый поток диффузии воды в гидрогель  $I = dm/dt$  будет зависеть от двух потоков: поглощенной гидрогелем воды и вышедшей из гидрогеля

$$\begin{aligned} I &= \frac{dm_{(\text{гидр})}}{dt} = k_1(m_{0(\text{внеш})} - m_{(\text{гидр})}) - k_2 m_{(\text{гидр})} = \\ &= k_1 m_{0(\text{внеш})} - k_1 m_{(\text{гидр})} - k_2 m_{(\text{гидр})} = (k_1 + k_2) \left( \frac{k_1 m_{0(\text{внеш})}}{k_1 + k_2} - m_{(\text{гидр})} \right) \end{aligned}$$

(2)

где  $m_{0(\text{внеш})}$  – исходная масса используемой «внешней» воды;

$m_{(\text{гидр})}$  – масса поглощенной воды;

$k_1$  и  $k_2$  – эффективные параметры, характеризующие абсорбцию и десорбцию воды.

В условиях равновесного состояния в конце опыта поглощается максимально возможная масса воды  $m_{\infty(\text{гидр})}$  (рис. 2) и при этом

$$\frac{dm_{(\text{гидр})}}{dt} = 0; (k_1 + k_2) \neq 0; \frac{k_1 m_{0(\text{внеш})}}{k_1 + k_2} - m_{\infty(\text{гидр})} = 0.$$

Из последнего соотношения следует  $\frac{k_1 m_{0(\text{внеш})}}{k_1 + k_2} = m_{\infty(\text{гидр})}$  и поэтому уравнение

(2) можно представить в виде

$$\frac{dm_{(\text{гидр})}}{dt} = (k_1 + k_2)(m_{\infty(\text{гидр})} - m_{(\text{гидр})}) \quad (3)$$

Обозначим сумму  $(k_1 + k_2)$  как  $k_{\text{эф}}$  – эффективную константу водопоглощения. Разделяя переменные в уравнении (3) и интегрируя в пределах от начальной массы  $m_{(\text{гидр})} = 0$  при  $t=0$  до массы  $m_{(\text{гидр})} = m_{\infty(\text{гидр})}$  в момент достижения равновесия в конце опыта получим формулу

$$\ln \frac{m_{\infty(\text{гидр})}}{m_{\infty(\text{гидр})} - m_{t(\text{гидр})}} = k_{\text{эф}} \cdot t \quad (4)$$

Масса поглощенной воды значительно превышает массу исходного «сухого» гидрогеля (табл. 2) и поэтому в пределах ошибки эксперимента можно принять, что при гравиметрическом анализе фактически определяются  $m_{t(\text{гидр})}$  и  $m_{\infty(\text{гидр})}$ .

Теоретически полученное уравнение (4) действительно описывает кривые водопоглощения сополимером ДМДААХ и АК (рис. 2), т.е. они трансформируются в прямые линии в координатах данного уравнения с коэффициентами корреляции 0.98÷0.99. По тангенсу угла наклона этих трансформаций определили значения эффективных констант водопоглощения (табл. 2). Как видно из табл. 2, эффективные константы водопоглощения в пределах ошибки эксперимента остаются постоянными при варьировании объема используемой «внешней» воды. Так как  $k_{\text{эф}} = k_1 + k_2$ , скорее всего, и константы  $k_1$  и  $k_2$  сохраняются неизменными. В этом случае поток диффузии воды в гидрогель, согласно уравнению (2), будет зависеть, прежде всего, от массы «внешней» воды и равновесно связанной с ней массы абсорбированной воды. Поэтому с ростом  $m_{(\text{внеш})}$  линейно возрастает поток диффузии, о чем свидетельствует уравнение (1).

В конце опыта (рис. 2) достигается максимальная влагоемкость, при этом экспериментально определяемый поток диффузии воды в гидрогель становится равным нулю. Из уравнения (2) следует, что в этих условиях потоки абсорбируемой и десорбируемой воды равны, т.е.  $k_1 \cdot m_{o(\text{внеш})} = k_{\text{эф}} \cdot m_{\infty(\text{гидр})}$ . Вследствие этого, увеличение массы (или объема) используемой «внешней» воды приведет к возрастанию максимальной влагоемкости гидрогеля, о чем свидетельствуют данные табл. 2.

#### Список литературы

1. Филлипова О.Е., Зарослов Ю.Д., Митюк Д.Ю., Гущина Ю.Ф., Арапов К.А. // Башкирский химический журн. 2010. Т. 17. № 3. С. 146;
2. Круль Л.П., Шахно О.В., Гринюк Е.В., Скаковский Е.Д., Тычинская Л.Ю., Господарев Д.А., Макаревич А.В. // Нефтехимический комплекс. 2012. Т. 9. № 2. С. 3;
3. Борисов И.М., Лукша Р.С., Рашидова С.Т. // Известия РАН. Серия хим. 015, №10, с. 2512;
4. Денисюк Е.Я., Терешатов В.В. // Высокомолек. Соед. А. 2000. Т. 42 №1, с.71.
5. Денисюк Е.Я., Терешатов В.В. // Высокомолек. Соед. А. 2000. Т. 42 №1, с.2130.
6. Денисюк Е.Я., Волкова Е.Р. // Высокомолек. Соед. А. 2003. Т. 45 №7, с.1160.
7. Денисюк Е.Я., Волкова Е.Р. // Высокомолек. Соед. А. 2004. Т. 46 №5, с.896.
8. Денисюк Е.Я. // Высокомолек. Соед. А. 2008. Т. 50 №7, с.1255.
9. Денисюк Е.Я. // Высокомолек. Соед. А. 2010. Т. 52 №4, с.634.
10. Калязина Д.В., Мурзабекова Т.Г., Лелюх Т.Ф., Гришкова И.А. // Известия РАН. Серия хим. 2007, №3, с.515.
11. Воробьева А.И., Султанова Г.Р., Булгаков А.К., Зайнчковский В.И., Колесов С.В. // Химико-фармацевтический журнал. 2012. Т. 46, №11, с. 21-23.
12. Vaade, W, Hunkeler, D, and Hamielec, A.E.// Journal of Applied Polymer Science, 1989, V. 38, p. 185.
13. Hall P.J., Thomas K.M., Marsh H. // Fuel. 1992. V.71. №11. P.1271.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Лукша Рима Сергеевна, ассистент кафедры химии БГПУ
2. Борисов Иван Михайлович, д-р. химических наук, профессор, заведующий кафедры химии БГПУ
3. Рашидова Сажид Тагаевна, канд. химических наук, доцент кафедры химии,
4. Ведерникова Татьяна Геннадьевна, канд. химических наук, доцент кафедры химии

**РАСТВОРИМОСТЬ И ФАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМЫ  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O ПРИ 50<sup>0</sup>С**

*Солиев Л., Жумаев М.Т., Тураев Р.О., Ноибова Н.З.*

Таджикский государственный педагогический Университет им. С. Айни,  
Душанбе, Республика Таджикистан

**Аннотация.** Методом трансляции исследованы фазовые равновесия, растворимость системы Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O при 50<sup>0</sup>С и впервые построена её диаграмма фазовый комплекс и растворимость.

**Ключевые слова:** метод трансляции, геометрические образы, фазовая диаграмма, диаграмма растворимости, система.

**PHASE COMPLEX AND SYSTEM SOLUBILITY  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O AT 50<sup>0</sup>С**

**Abstract.** The phase equilibrium, solubility of the Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O system at 50<sup>0</sup>С was studied by translation, and its phase complex and solubility diagram was first constructed.

**Key words:** translation method, geometric images, phase diagram, solubility diagram, system.

Данная четырёхкомпонентная система является составной частью более сложной шестикомпонентной системы Na, Ca// SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, F-H<sub>2</sub>O. Закономерности фазовых равновесий в ней определяют условия переработки полиминеральных руд, состоящих из сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов, фторидов натрия и кальция, а также жидких отходов промышленного производства алюминия, которые содержат этих солей [1].

В настоящей работе рассматриваются результаты исследования фазовых равновесий и растворимости в четырёхкомпонентной системе Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O при 50<sup>0</sup>С. Фазовые равновесия приведенной четырёхкомпонентной системы определены методом трансляции [2] исходя из фазового состава невариантных точек трёхкомпонентных систем: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O. Которые составляют исследуемую четырёхкомпонентную систему. Равновесные твёрдые фазы, характерные для невариантных точек приведённых трёхкомпонентных систем, заимствованы из [3] и представлены в табл. 1.

**Таблица 1 - Фазовые равновесия в невариантных точках трёхкомпонентных систем, составляющих четырёхкомпонентную систему Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-NaHCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O, при 50<sup>0</sup>С**

Невариантная точка	Равновесные твёрдые фазы	Невариантная точка	Равновесные твёрдые фазы
Система Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -NaHCO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O		Система Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -NaHCO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O	
E <sub>1</sub> <sup>3</sup>	Te+Hx	E <sub>4</sub> <sup>3</sup>	Hx+Tp
Система Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O		E <sub>5</sub> <sup>3</sup>	Tp+Na*1

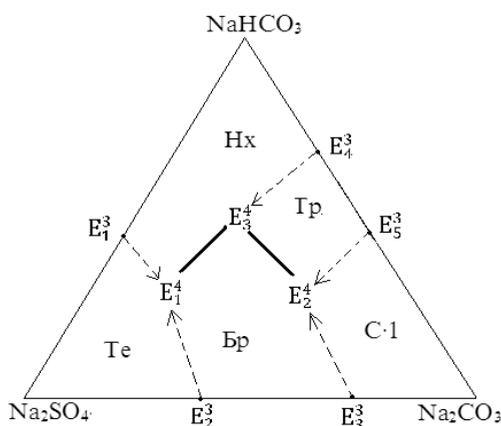
$E_2^3$ $E_3^3$	Te+Бр Бр+Na·1		
--------------------	------------------	--	--

В табл.1 и далее E обозначает невариантную точку, где показатели степень указывает на компонентность системы, а индекс на порядковый номер точки. Приняты следующие условные обозначения равновесных твёрдых фаз: Те-тенардит  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; Нх-нахколит  $\text{NaHCO}_3$ ; Na\*1-моногидрат карбоната натрия; Тр- трона  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; Бр-беркеит  $2\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3$ .

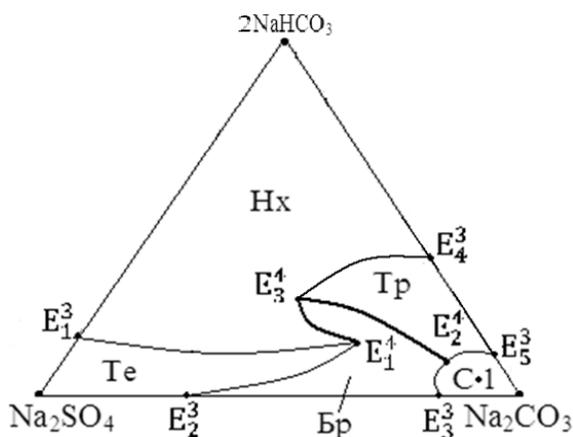
На основании данных табл.1 методом трансляции [2] определены возможные невариантные точки уровня четырёхкомпонентного состава исследуемой системы с последующим построением её фазовой диаграммы (Рис. 1). Экспериментально (методом растворимости) подтверждена построенная методом трансляции диаграмма системы  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $50^\circ\text{C}$ . В таблице 2 представлены экспериментальные данные по растворимости исследованной системы, а на рис.2 солевая часть диаграммы растворимости данной системы при  $50^\circ$ , построенная на основании данных табл. 2.

**Таблица 2. Растворимость системы  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $50^\circ\text{C}$**

Обозначения на диаграмме	Состав жидкой фазы, мас. %				Фазовый состав осадков
	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	
$E_1^3$	29.65	-	4.05	66.30	Te+Hx
$E_2^3$	22.47	10.52	-	67.61	Te+Бр
$E_3^3$	5.87	28.52	-	65.61	Бр+С·1
$E_4^3$	-	16.92	6.30	76.78	Нх+Тр
$E_5^3$	-	31.80	0.85	67.35	Тр+С·1
$E_1^4$	12.64	21.31	2.51	54.76	Te+Нх+Бр
$E_2^4$	4.30	24.36	0.64	58.03	Бр+Тр+С·1
$E_3^4$	7.52	9.14	3.24	60.08	Тр+Нх+Бр



**Рис. 1 - Структура фазового комплекса  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $50^\circ\text{C}$ , построения методом трансляции**



**Рис. 2 - Солевая часть диаграммы растворимости системы  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $50^\circ\text{C}$**

Результаты изучения растворимости системы  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $50^\circ\text{C}$  (рис. 2) показывают, что поле кристаллизации Нахколита (Нх) при данных условиях занимает значительную часть диаграммы, что связано с его малой растворимостью. Полученные данные могут быть использованы при регенерации жидких отходов промышленного производства алюминия, содержащих сульфаты, карбонаты и гидрокарбонаты натрия.

#### Список литературы

1. Мирсаидов У.М., Исмадилов М.Э., Сафиев Х.С. Проблемы экологии и комплексная переработка минерального сырья и отходов производства. Душанбе: Дониш, 1999. 53с.
2. Солиев Л. «Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно-солевых систем методом трансляции». М.1987, 28с. Деп. в ВИНТИ АН СССР 20.12.88г. №8990-В-87.
3. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. Т.1, кн. 1,2.-СПб.: Химиздат, 2003.1152с.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Солиев Лутфулло** – доктор химических наук, профессор кафедры «Общая и неорганическая химия»
2. **Жумаев Маъруфжон Тагоймуротович** - кандидат химических наук, доцент кафедры «Общая и неорганическая химия»
3. **Тураев Ривоч Остонаевич** - соискатель кафедры «Общая и неорганическая химия»
4. **Ноибова Нигора Замировна** - магистр кафедры «Общая и неорганическая химия»



# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Материалы национальной научно-практической конференции  
8-9 июня 2020 г.

II том

Публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 03.08.2020 г. Формат бумаги 60×841/16. Усл. печ. л. 8,60  
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать трафаретная. Заказ 2155. Тираж 500 экз.

---

Отпечатано: ИП Копыльцов П.И.  
394052, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д.27 кв. 56  
Тел.: 8 950 7656959, e-mail: Kopyltsow\_Pavel@mail.ru