

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №4 (28), 2019

Выходит 4 раза в год

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск
2019

Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор	Шебзухова Т. А. , доктор исторических наук, профессор
Редакционный совет журнала	Вартумян А. А. , доктор политических наук, профессор, председатель; Першин И. М. , доктор технических наук, профессор, заместитель председателя; Евдокимов И. А. , доктор технических наук, профессор; Колесников А. А. , доктор технических наук, профессор (ЮФУ, Таганрог); Медетов Н. А. , доктор физико-математических наук, профессор (Костанайский государственный университет им. Байтурсынова, Костанай, Республика Казахстан); Уткин В. А. , доктор медицинских наук, профессор (НИИ Курортологии, Пятигорск); Веселов Г. Е. , доктор технических наук, профессор (ЮФУ, Таганрог); Григорьев В. В. , доктор технических наук, профессор (САО УИТМО, Санкт-Петербург); Душин С. Е. , доктор технических наук, профессор (СПб ГЭТУ, Санкт-Петербург); Малков А. В. , доктор технических наук, профессор (ООО «Нарзангидроресурс», Кисловодск); Балегу Ю. Ю. , член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук (САО РАН, Верхний Архыз); Cynthia Pizarro , доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Аргентина); Федорова М. М. , доктор политических наук, профессор (Институт философии РАН, Москва); Коробкеев А. А. , доктор медицинских наук, профессор (СГМУ, Ставрополь); Hannes Meissner , доктор наук, профессор (Университет прикладных исследований Вены, Австрия).
Редакционная коллегия	Шебзухова Т. А. , доктор исторических наук, профессор, главный редактор; Вартумян А. А. , доктор политических наук, профессор, зам. главного редактора по гуманитарному направлению; Першин И. М. , доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по техническому направлению; Евдокимов И. А. , доктор технических наук, профессор, зам. главного редактора по естественно-научному направлению; Богатырева Ю. И. , доктор педагогических наук, доцент, профессор (Тульский государственный педагогический университета им. Л. Н. Толстого, Тула); Брачихин А. А. , доктор технических наук, профессор; Веселов Г. Е. , доктор технических наук, профессор; Воронков А. А. , доктор медицинских наук, доцент, зам. директора по УиВР (ПМФИ, Пятигорск); Галкина Е. В. , доктор политических наук, профессор (СКФУ, Ставрополь); Данилова-Волковская Г. М. , доктор технических наук, доцент; Емельянов С. А. , доктор технических наук, профессор; Казуб В. Т. , доктор технических наук, профессор; Карабущенко П. Л. , доктор философских наук, профессор (АГУ, Астрахань); Пшеничкина В. А. , доктор технических наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград); Корячкина С. Я. , доктор технических наук, профессор (ОГТУ, Орел); Коновалов Д. А. , доктор фармацевтических наук, профессор (ПМФИ, Пятигорск); Косов Г. В. , доктор политических наук, профессор (ПГЛУ, Пятигорск); Шеина С. Г. , доктор технических наук, профессор (ДГТУ, Ростов-на-Дону); Лодыгин А. Д. , доктор технических наук, доцент (СКФУ, Ставрополь); Cynthia Pizarro , доктор антропологии, профессор, член национального совета по научным и техническим исследованиям Аргентины (Университет Буэнос-Айреса, Аргентина); Маннино Саверио , профессор, Миланский университет (Италия, Милан); Садовый В. В. , доктор технических наук, профессор (Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, Ставрополь); Сампиев И. М. , доктор политических наук, профессор зав. каф. СиП (ИнГГУ, Республика Ингушетия); Теплый Д. Л. , доктор биологических наук, профессор, академик РАН (АГУ, Астрахань); Усманов Р. Х. , доктор политических наук, профессор (АГУ, Астрахань); Тарасов И. Н. , доктор политических наук, профессор (КГУ, Калининград); Уткин В. А. , доктор медицинских наук, профессор; Шабров О. Ф. , доктор политических наук, профессор (РАСН, Москва); Храмцова Ф. И. , доктор политических наук, профессор (филиал РГСУ, Минск); Oliver Hinkelbein , доктор наук, профессор (Университет Бремена, Германия); Khalid Khayati , доктор наук, профессор (Университет Линчопинг, Швеция); Чернобабов А. И. , доктор физико-математических наук, профессор; Чернышев А. Б. , доктор физико-математических наук, доцент, Ширинянц А. А. , доктор политических наук, профессор, зав.каф. истории социально-политических учений (МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва).
Ответственный секретарь	Оробинская В. Н. , кандидат технических наук, доцент
Свидетельство о регистрации СМИ	Научный журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-51370 от 10 октября 2012г.
Подписной индекс	Объединенный каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94010 Журнал включен новый перечень рецензируемых изданий (ВАК) (№1866); в БД «Российский индекс научного цитирования»
Адрес:	юридический: 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, д. 2. фактический: 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, д. 56
Телефон:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oronir@pfnfu.ru
ISSN	2307-910X

Founder	Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University"
Chief Editor	Shebzukhova T. A. , Doctor of Historical Sciences, Professor
The editorial board of the journal	Vartumyan A. A. , Doctor of Political Sciences, Professor; Pershin I. M. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Evdokimov I. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Kolesnikov A. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Taganrog, SFU); Medetov N. A. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Kostanay State University named after Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan); Utkin V. A. , MD, Professor (Institute of Spa in Pyatigorsk); Veselov G. E. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Taganrog, SFU); Grigoriev V. V. , Doctor of Technical Sciences, Professor (St. Petersburg, St. Petersburg National Research University Information Technologies, Mechanics and Optics); Dushyn S. E. , Doctor of Technical Sciences, Professor (St. Petersburg St. Petersburg State Electrotechnical University); Malkov A. V. , Doctor of Technical Sciences, Professor ("Narzangidroresurs" Ltd., Kislovodsk); Balega Yu. Yu. , Member- correspondent of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences (Upper Arkhyz, SAO RAS); Dr. Cynthia Pizarro , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires); Fedorova M. M. , Doctor of Political Sciences, Professor (Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow); Korobkeev A. A. , MD, Professor (SSMU, Stavropol); Hannes Meissner , Doctor of Sciences, Professor (University of applied studies, Vienna, Austria).
The editorial team	Shebzukhova T. A. , Doctor of Historical Sciences, Professor, Chief Editor; Vartumyan A. A. , Doctor of Political Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the Humanitarian direction; Pershin I. M. , Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Chief Editor of the Technical direction; Bogatyreva Yu. I. , Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor (Tula State Pedagogical University named after L.N. Tolstoy, Tula); Bratsikhin A. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Veselov G. E. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Voronkov A. A. , Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Deputy director for academic and educational work, the head of the Department of Pharmacology and Pathology, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch of the Volgograd State Medical University); Galkina E. V. , Doctor of Political Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Danilova-Volkovskaya G. M. , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Emelyanov S. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Kazub V. T. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Karabushchenko P. L. , Ph.D., Professor (ASU, Astrakhan); Pshenichkina V. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Volgograd State Technical University, Volgograd); Koryachkina S. Ya. , Doctor of Technical Sciences, Professor (OGTU, Orel); Kononov D. A. , Doctor of Pharmacy, Professor, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (branch of the Volgograd State Medical University); Kosov G. V. , Doctor of Political Sciences, Professor (PSLU, Pyatigorsk); Molchanov G. I. , Doctor of Pharmacy, Professor; Sheina S. G. , Doctor of Technical Sciences, Professor (DSTU, Rostov-on-Don); Lodygin A. D. , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Dr. Cynthia Pizarro , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires); Saverio Mannino , Professor, University of Milan, Italy; Sadovy V. V. , Doctor of Technical Sciences, Professor (Stavropol Cooperative Institute (branch) of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol); Sampiev I. M. , Doctor of Political Sciences, Professor, Head of the Department of Sociology and Political Science (IPGG); Tepliy D. L. , Doctor of Biological Sciences, Professor, academician of REAN (ASU, Astrakhan); Usmanov R. Kh. , doctor of political sciences, professor (ASU, Astrakhan); Tarasov I. N. , Doctor of Political Sciences, Professor (KSU, Kaliningrad); Utkin V. A. , MD, Professor; Shabrov O. F. , Doctor of Political Sciences, Professor (RASN, Moscow); Hramtsova F. I. , Doctor of Political Sciences, Professor (branch of Russian State Social University, Minsk); Oliver Hinkelbein , Doctor of Sciences, Professor (University of Bremen, Germany); Khalid Khayati , doctor of Sciences, Professor (University of Linköping, Sweden); Chernobabov A. I. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Chernyshev A. B. , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor; Shiriynants A. A. , Doctor of Political Sciences, Professor, Head of Department of History of social and political studies (Moscow State University, named after M.V. Lomonosov, Moscow).
The executive secretary	Orobinskaya V. N. , Candidate of Technical Sciences.
Certificate media registration	The scientific journal is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor). Registration certificate of the mass media No. FS77-51370 dated October 10, 2012.
The Index	United catalogue. THE RUSSIAN PRESS. Newspapers and magazines: 94010 The journal is include in the new list of peer-reviewed publications (VAK) (No. 1866); The journal is included in the database of the "Russian science citation index".
Address:	legal: 355029, Stavropol, Prospekt Kulakova, 2. actual: 357500, Pyatigorsk, St. 40 let Otyabrya, 56
Phone:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oponir@pfncfu.ru
ISSN	2307-910X

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Информатика, вычислительная техника и управление

Н. Ф. Семенова, Н. И. Червяков, П. А. Ляхов, М. В. Валуева, Г. В. Валуев ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ С ДИАГОНАЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА.....	10
--	----

А. Г. Лосев, Д. А. Медведев ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	20
---	----

М. И. Калмыков, Д. В. Юрданов, И. А. Калмыков, И. Д. Ефременков, Е. А. Волошин РАЗРАБОТКА МЕТОДА УМЕНЬШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С Ufms ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ.....	26
---	----

Е. А. Мазепа, В. И. Дубовская ПРОСТРАНСТВО ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	35
--	----

В. В. Цаплева, Г. В. Масютина, С. Б. Сизов, Т. И. Дровосекова СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ БЕШТАУГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	46
---	----

Е. А. Ильина, Ю. В. Кочержинская, Н. А. Дьяконов, В. А. Дятловский АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЛОНТЁРСКИМ ЦЕНТРОМ	56
--	----

Г. А. Манкаева, Б. Б. Михалеев, Л. Н. Джимбеева, С. Б. Дертеев, А. Б. Мацакова, М. А. Трофименко МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЕ	67
---	----

Г. С. Алиев, О. В. Малсугенова, О. С. Мезенцева ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ В ЯЧЕЙКАХ МИКРОСХЕМ СТАТИЧЕСКИХ ОЗУ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ФИЗИЧЕСКИ НЕКЛОНИРУЕМОЙ ФУНКЦИИ В МОДУЛЕ ВЗАИМНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ.....	73
---	----

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Р. Е. Олейникова РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ БЮРГЕРСА В СРЕДЕ PTC MathCAD	84
---	----

А. Е. Сорокин, Е. В. Афонина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮПИНА В ПИТАНИИ.....	91
--	----

Д. Ф. Игнатова, А. С. Данчева, Н. В. Макарова ОВОЩИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН И АНТИОКСИДАНТОВ	100
---	-----

Е. А. Тимановский АНАЛИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ ДОБАВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОДУКЦИИ	110
--	-----

Н. В. Заворохина, Н. А. Панкратьева, А. В. Бюлер ВЛИЯНИЕ НАНОСУСПЕНЗИИ БЕТУЛИНА НА КАЧЕСТВО И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ХРАНЕНИЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА	123
А. В. Борисова, А. В. Барсукова, О. С. Егорова ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА СЫРА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЦЦЫ	130
И. А. Кузнецова, А. В. Кузнецов, Л. А. Кистанова ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД	140
А. Л. Фалько, А-ей. Л. Фалько СЕПАРАЦИЯ ПИЩЕВЫХ СМЕСЕЙ С МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ФРАКЦИЯМИ	147
Н. В. Присухина, Н. А. Гречишникова, А. В. Присухин РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ КАК ИСТОЧНИК ОБОГАЩЕНИЯ МУЧНЫХ кондитерских изделий	153
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
С. К. Атанов, Ж. А. Муканова ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ	159
А. И. Белоусова, Л. В. Донченко, Н. С. Лимарева ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОВОЩНЫХ НАПИТКОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	164
Б. Б. Михалеев, Г. А. Манкаева, Е. Д. Чурюмова, А. И. Куцкова МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ	169
О. Ф. Фазулина, С. О. Смирнов РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	173
ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Г. В. Косов, А. Э. Гапич, О. В. Минкина, С. В. Режеп, С. Т. Баранов ПРОТЕСТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ: СЕТЕВЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ПОЛИТИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИИ	177
А. М. Чилиева, Л. А. Келеман СПОРТ В ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА: МОЛОДЕЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ	182
Я. А. Пономаренко ФОРМЫ УЧАСТИЯ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ В РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	186
А. М. Ерохин, С. М. Воробьев, Е. А. Авдеев КОНФЛИКТОГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭТНОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ КАВКАЗЕ: ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ	194

Н. Ю. Шлюндт, Э. А. Емузова ФИНАНСОВЫЕ САНКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ МЕЖДУНАРОДНОГО ВЛИЯНИЯ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	203
В. Н. Панин, А. С. Константинова ПОЛИТИЧЕСКИЕ КОНФЛИКТЫ: АНАЛИЗ ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ УРЕГУЛИРОВАНИЯ В РАКУРСЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	209
Ю. Э. Бергман ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ И СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОПОЛИТИКЕ	216
К. Э. Месропян ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В СИСТЕМЕ ЦЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ (на материалах стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года)	220
ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ	
А. А. Москвитин, К. Ф. Самохвалов, А. Б. Чебоксаров ДВА ПОДХОДА В ИНФОРМАТИКЕ	226
К. Н. Нициевская РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОУСНОЙ ПРОДУКЦИИ	235
С. В. Суринова, Г. Н. Рыкун ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РАБОТОДАТЕЛЯ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПЕРСОНАЛОМ ОТЕЛЯ ПРИНЦИПОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОСТЕЙ	241
Требования к оформлению рукописей	248

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES

Information, computing and management

N. F. Semyonova, N. I. Chervyakov, P. A. Lyakhov, M. V. Valueva, G. V. Valuev CONSTRUCTION OF RESIDUE NUMBER SYSTEM USING DIAGONAL FUNCTION OF SPECIAL TYPE	10
---	----

A. G. Losev, D. A. Medvedev APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN DIAGNOSTICS OF BREAST CANCER ACCORDING TO THE DATA OF MICROWAVE RADIO THERMOMETRY	20
---	----

M. I. Kalmykov, D. V. Yurdanov, I. A. Kalmykov, I. D. Efremenko, E. A. Voloshin DEVELOPMENT OF A METHOD TO REDUCE COMPUTATIONAL COSTS IN COMMUNICATION SYSTEMS WITH UPMC THROUGH THE USE OF NUMBER-THEORETIC TRANSFORMATIONS	26
--	----

E. A. Mazepa, V. I. Dubovskaya THE SPACE OF THERMOMETRIC SIGNS IN THE PROBLEM OF MAMMARY GLANDS CANCER DIAGNOSIS	35
--	----

V. V. Tsapleva, G. V. Masyutina, S. B. Sizov, T. I. Drovosekova SYSTEM ANALYSIS HYDROLITHOSPHERE PROCESSES BESHTAUGORSKY FIELD	46
--	----

E. A. Ilina, Yu. V. Kocherzhinskaya, N. A. Dyakonov, V. A. Dyatlovskiy ALGORITHMIC SUPPORT OF INFORMATION PROCESSING IN THE VOLUNTEER CENTER MANAGEMENT SYSTEM	56
--	----

G. A. Mamkaeva, B. B. Mikhalyaev, L. N. Gimaeva, S. B. Dertien, A. B. Manakova, M. A. Trofimenko MODELING OF PROCESSES IN THE APPLICATION PROGRAM TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS	67
---	----

G. Aliev, Ol. Malsugenov, Ok. Mezentseva THE STUDY OF CELL VALUES DISTRIBUTION LAWS IN THE STATIC RAM CHIPS USED AS A PHYSICALLY UNCLONABLE FUNCTION IN A MUTUAL AUTHENTICATION MODULE	73
--	----

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

R. E. Oleynikova THE SOLUTION TO THE EQUATION OF THE SHOCK WAVE BURGERS IN THE PTC MATHCAD ENVIRONMENT	84
--	----

A. E. Sorokin, E. V. Afonina LUPIN USE IN FOOD	91
--	----

D. F. Ignatova, A. S. Dancheva, N. In. Makarova VEGETABLES OF THE SAMARA REGION AS A SOURCE OF DIETARY FIBER AND ANTIOXIDANTS	100
---	-----

E. A. Timanovskii ANALYSIS OF NON-TRADITIONAL ADDITIVES USED IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS	110
---	-----

N. V. Zavorohina, N. A. Pankratieva, A.V. Buhler EFFECT OF BETULIN NANOSUSPENSION ON THE QUALITY AND DURATION OF WHEAT BREAD STORAGE	123
A. V. Borisova, A. Vl. Barsukova, O. O. Egorova THE STUDY OF THE INFLUENCE OF THE TYPE OF CHEESE ON THE ORGANOLEPTIC AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PIZZA	130
I. A. Kuznetsova, A. V. Kuznetsov, L. A. Kistanova INNOVATIVE METHOD OF HEAT TREATMENT OF LIQUID FOOD MEDIA	140
A. L. Falko, A. L. Falko SEPARATION OF FOOD MIXTURES WITH FINELY DIVIDED FRACTIONS	147
N. V. Prisuhina, N. A. Grechishikova, A. V. Prisuhin HERBAL INGRIDIENTS AS A SOURCE OF ENRICHMENT FOR FLOUR BAKERY PRODUCTS	153
SHORT REPORT	
S. K. Atanov, Zh. A. Mukanova SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR PROCESSING OF NOISED DATA	159
A. I. Belousova, L. V. Donchenko, N. S. Limareva ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS OF VEGETABLE DRINKS OF SPECIALIZED PURPOSE	164
B. B. Mikhalyaev, G. A. Mankaeva, E. D. Churyumova, A. I. Kutseko MODELLING OF SOLAR CORONAL OSCILLATIONS	169
O. F. Fazullina, S. O. Smirnov DEVELOPMENT OF THE RECIPAL STRUCTURE OF THE FUNCTIONAL PRODUCT USING UNCONVENTIONAL PLANT RAW MATERIALS	173
POLITICAL SCIENCES	
G. V. Kosov, A. E. Gapich, O. V. Minkina, S.V. Rezhep, S.T. Baranov THE PROTEST POTENTIAL OF ENVIRONMENTAL ISSUES: NETWORK DETERMINANTS OF THE POLITICIZATION OF ECOLOGY	177
A. M. Chilieva, L. A. Keleman SPORT IN POLITICAL LIFE OF MODERN RUSSIAN SOCIETY: YOUTH COMPONENT	182
Y. An. Ponomarenko FORMS OF PARTICIPATION OF THE SUBJECT OF THE FEDERATION ON ENSURING NATIONAL SECURITY	186
A. M. Erokhin, S. M. Vorobev, E. A. Avdeev CONFLICTOGENIC POTENTIAL OF ETHNOPOLITICAL PROCESSES IN THE NORTH AND SOUTH CAUCASUS: GENERAL AND SPECIAL	194
N. Y. Shlyundt, E. A. Emuzova FINANCIAL SANCTIONS AS AN INSTRUMENT OF INTERNATIONAL INFLUENCE: TRENDS AND WAYS TO IMPROVE POLITICAL EFFICIENCY	203

V. N. Panin, A. S. Konstantinova

POLITICAL CONFLICTS: ANALYSIS OF GENERAL PRINCIPLES OF SETTLEMENT
FROM THE PERSPECTIVE OF NATIONAL AND INTERNATIONAL SECURITY 209

Yu. Y. Bergman

THE MAIN AREAS OF INTEREST AND STRATEGIC IMPORTANCE OF THE CASPIAN REGION
IN MODERN GEOPOLITICS 216

K. E. Mesropyan

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC INDICATORS IN THE SYSTEM OF OBJECTIVES OF REGIONAL
POLICY (based on the materials of the strategy of socio-economic development of the Rostov region till 2030) 220

DISCUSSION PAPERS

A. A. Moskvitin, K. F. Samokhvalov, A. B. Cheboksary

TWO APPROACHES IN COMPUTER SCIENCE 226

K. H. Nitsievskaya

DEVELOPMENT OF A SCALE FOR EVALUATION OF ORGANOLEPTIC INDICATORS
OF SAUCE PRODUCTS 235

S. V. Surinova, G. N. Rykun

INFLUENCE OF THE SOCIAL EMPLOYER POLICY ON THE IMPLEMENTATION
OF THE HOTEL SERVICE PRINCIPLES BY THE STAFF 241

Requirements for preparation of manuscripts 248

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Н. Ф. Семенова [N. F. Semyonova]

Н. И. Червяков [N. I. Chervyakov]

П. А. Ляхов [P. A. Lyakhov]

М. В. Валуева [M. V. Valueva]

Г. В. Валуев [G. V. Valuev]

УДК 511.172

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ С ДИАГОНАЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

CONSTRUCTION OF RESIDUE NUMBER SYSTEM USING DIAGONAL FUNCTION OF SPECIAL TYPE

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия,
e-mail: algebra223@yandex.ru. FSAEI HE North-Caucasus Federal University

Аннотация. Система остаточных классов (СОК) – это непозиционная система счисления, которая является перспективным инструментом для улучшения производительности цифровых устройств. Хотя, так как СОК является непозиционной системой счисления, операция сравнения чисел в ней невозможна, а следовательно операция деления, а так же обратного преобразования в позиционную систему счисления тоже невозможны.

Материалы и методы, результаты и обсуждение. Одним из подходов к решению данной проблемы является использование диагональной функции (ДФ). В данной статье предлагается метод построения СОК с ДФ удобного вида, который приводит к вычислениям по модулям 2^n , 2^n-1 или 2^n+1 и позволяет проектировать эффективные аппаратные реализации. В работе проведено аппаратное моделирование операции сравнения и обратного преобразования в позиционную систему счисления с использованием СОК с различными наборами модулей, построенными с использованием предлагаемого метода и различных подходов к выполнению данных операций: ДФ, китайская теорема об остатках (КТО), и КТО с дробными величинами (КТОд). Аппаратная реализация операции сравнения показала, что для набора из трех модулей, предлагаемый метод позволяет сократить аппаратные затраты на 5.98%_49.72% по сравнению с известными методами. Для набора из четырех модулей предлагаемый метод позволяет сократить задержку устройства на 4.92%_21.95%, а аппаратные затраты в 2 раза по сравнению с известными методами. Сравнение результатов моделирования для предложенных наборов модулей и сбалансированных наборов модулей показало, что использование предложенных наборов модулей позволяет в 2 раза сократить задержку устройства, хотя, в некоторых случаях требует больше аппаратных затрат, чем при использовании сбалансированных наборов модулей.

Заключение. Система остаточных классов (СОК) является перспективным инструментом для увеличения производительности цифровых устройств, которые позволяют реализовывать операции сложения и умножения быстро и параллельно. Хотя, операции сравнения, деления и обратного преобразования являются проблематичными в СОК. Одним из подходов для решения данной проблемы является использование диагональной функции (ДФ). В данной статье предлагается метод построения СОК с ДФ удобного вида, который приводит к вычислениям по модулям 2^n , 2^n-1 или 2^n+1 и позволяет разрабатывать эффективные аппаратные реализации.

Ключевые слова: система остаточных классов, диагональная функция, китайская теорема об остатках.

Abstracts. Residue Number System (RNS) is a non-positional number system, which is a promising tool for increasing performance of digital devices. However, because of RNS is non-positional number system, magnitude comparison of numbers in RNS form is impossible, so division operation and operation of reverse conversion into positional form containing magnitude comparison operation that they are impossible too.

Materials and methods, results and discussion. One of the approaches to solve this problem is using Diagonal Function (DF). In this paper we propose the method of RNS construction with convenient form of DF, which leads to the calculations modulo 2^n , 2^n-1 or 2^n+1 and allows to design efficient hardware implementations. We constructed the hardware simulation of magnitude comparison and reverse conversion into positional form using RNS with different moduli sets construct by proposed method and using different approaches to perform magnitude comparison and reverse conversion: DF, Chinese Remainder Theorem (CRT) and CRT with fractional values (CRTf). The hardware simulation of magnitude comparison shows that, for three moduli, proposed method allows to reduce hardware resources by 5.98%_49.72% in comparison with known methods. For four moduli, proposed method reduces delay by 4.92%_21.95% and hardware costs to 2 times by comparison to known methods. Comparing of simulation results of proposed moduli

sets and balanced moduli sets shows that using of proposed moduli sets allows to 2 times reduce circuit delay, although, in several cases it is required more hardware resources than balanced moduli sets.

Conclusion. Residue Number System (RNS) is a promising tool for increasing performance of digital devices, which allows performing addition and multiplication operations fast and in parallel. However, RNS has disadvantages that some operations in RNS such as reverse conversion into positional form, magnitude comparison and division of numbers are problematic. One of the approaches to solve this problem is using Diagonal Function (DF). In this paper we propose the method of RNS construction with convenient form of DF, which leads to the calculations modulo 2^n , 2^n-1 or 2^n+1 and allows to design efficient hardware implementations.

Key words: Residue Number System; Diagonal Function; Chinese Remainder Theorem.

Введение. Система остаточных классов (СОК) – это непозиционная система счисления, в которой числа большой размерности представляются как независимые числа небольшой длины, что позволяет распараллелить вычисления. СОК имеет ряд преимуществ, такие как возможность быстрого сложения и умножения по сравнению с другими системами счисления. Более того, использование чисел малой разрядности может значительно сократить потребление энергии в цифровых устройствах [1]. Это полезно при разработке устройств с параллельной структурой такие как FPGA и ASIC, реализующих вычисления в СОК. Все эти преимущества повышают интерес к СОК в областях требующих вычислений в длинной арифметике. СОК применяется в цифровой обработке сигналов [2-4], криптографии [5-7], цифровой обработке изображений [8], облачных вычислениях [9], Интернет вещей [10] и других.

Тем не менее, СОК имеет несколько ограничений, такие как обратное преобразование в позиционную систему счисления, сравнение и деление чисел в СОК [11, 12]. Эти ограничения существуют потому что СОК является непозиционной системой счисления и сравнение чисел в СОК невозможно, поэтому операция деления, содержащая операцию сравнения чисел, так же является проблемной. Наиболее распространенные подходы для реализации немодульных операций СОК основываются на обобщенной позиционной системе счисления (ОПСС) и китайской теореме об остатках (КТО) [1, 13]. В последнее время новые альтернативные подходы разрабатываются для реализации немодульных операций в СОК. Эти подходы используют КТО с дробными величинами (КТОд) [14] и диагональную функцию (ДФ) [15].

В данной статье обсуждается проблема построения СОК с ДФ удобного вида, которая приводит к вычислениям по модулям 2^n , 2^n-1 или 2^n+1 , поскольку для чисел такого вида разработаны эффективные методы аппаратной реализации [16-18]. Важную роль играет факт как выбрать сбалансированный набор модулей [19-23]. Предлагаемый подход к построению СОК может быть эффективно применен в приложениях, в которых операция сравнения занимает значительную часть вычислений. Одним из примеров такого приложения является оценка движения на видео с использованием высокоэффективного видео кодека (HEVC/H.265) [24], другим примером являются настраиваемые блоки обработки сигналов.

Построение системы остаточных классов. Введение в СОК. В СОК числа представляются в базисе взаимно-простых чисел, называемых модулями $\beta = \{m_1, \dots, m_n\}$, $\text{НОД}(m_i, m_j) = 1$, для $i \neq j$. Произведение

всех модулей СОК $M = \prod_{i=1}^n m_i$ называется динамическим диапазоном системы. Любое целое число

$0 \leq X < M$ может быть единственным образом представлено в СОК в виде вектора $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где $x_i = |X|_{m_i} = X \bmod m_i$. Операции сложения, вычитания и умножения в СОК определяются формулами:

$$A \pm B = (|a_1 \pm b_1|_{m_1}, \dots, |a_n \pm b_n|_{m_n}), \quad A \times B = (|a_1 \times b_1|_{m_1}, \dots, |a_n \times b_n|_{m_n}), \quad (1)$$

Восстановление числа X по остаткам $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ основано на КТО

$$X = \left| \sum_{i=1}^n \left| M_i^{-1} \right|_{m_i} x_i \right|_M, \quad (2)$$

где $M_i = \frac{M}{m_i}$. Элемент $|M_i^{-1}|_{m_i}$ означает мультипликативный обратный элемент для M_i , по модулю m_i .

ДФ определяется как

$$D(X) = \left| \sum_{i=1}^n k_i x_i \right|_{SQ}, \quad (3)$$

где $SQ = \sum_{i=1}^n M_i$ называется "диагональным модулем" СОК и $k_i = \left| -m_i^{-1} \right|_{SQ}$. В статьях [20] и [21] детально показаны принципы применения ДФ для обратного преобразования и сравнения чисел. Обратное преобразование с использованием ДФ может быть реализовано по формуле

$$X = \frac{M \cdot D(X) + \sum_{i=1}^n x_i M_i}{SQ}, \quad (4)$$

В работе используется алгоритм равнения чисел X и Y , представленный в статье [15], который опирается на следующие свойства ДФ.

Алгоритм. Сравнение чисел с использованием ДФ [15].

Входные данные:	$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}, k = \{k_1, \dots, k_n\}, SQ;$
Переменные:	$D_x, D_y;$
Вычисления:	$D_x = 0; D_y = 0;$ for $i = \overline{0, n-1}$ do $D_x = \left D_x + k_i x_i \right _{SQ};$ $D_y = \left D_y + k_i y_i \right _{SQ};$ end for; if $D_x < D_y$ then return (" $X < Y$ "); else if $D_x > D_y$ then return (" $X > Y$ "); else if $x_1 < y_1$ then return (" $X < Y$ "); else if $x_1 > y_1$ then return (" $X > Y$ "); else return (" $X = Y$ "); end if; end if; end if; end if;

Очевидно, что основным препятствием на пути развития архитектуры сверхбольших интегральных схем (СБИС) основанных на ДФ является необходимость реализации вычисления SQ . Ниже будет рассмотрено, как построить СОК с ДФ удобного вида, приводящей к вычислениям по модулям 2^n , $2^n - 1$ или $2^n + 1$.

Методы построения СОК. Выбор оптимального набора модулей является очень важным вопросом в теории СОК, так как это влияет на производительность и качество выполнения операций. В работах [16-18], авторы представили высокоскоростную архитектуру сумматоров по модулю $2^n + 1$. Использование модулей 2^n , $2^n - 1$ или $2^n + 1$ позволяет увеличить производительность вычислений. Кроме того, выбор достаточного динамического диапазона СОК так же является важной задачей. В статье [25] авторы рассматривают влияние динамического диапазона СОК на качество фильтрации цифровых изображений.

Более того, важную роль играет факт как сбалансировать набор модулей. Существуют примеры сбалансированных наборов из трех модулей: $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$ [20, 21] и $\{2^n - 1, 2^{n+p}, 2^n + 1\}$ [19], $\{2^n + 1, 2^n - 1, 2^n, 2^{n+1} + 1\}$ (n – нечетный) [23], $\{2^{n+k}, 2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1\}$ (n – четный, $k \in [0, n]$) [33].

Следовательно, существует необходимость выбора оптимального набора модулей, поэтому в данной работе предлагается метод построения СОК с ДФ удобного вида.

Рассмотрим два возможных случая.

1. Среди модулей СОК есть один четный, а все остальные нечетные. Тогда SQ четное.
2. Все модули СОК нечетные. Тогда соотношение SQ такое же как и соотношение к количеству модулей n .

А. СОК с четным модулем

Предположим, что $m_1, m_2, \dots, m_{n-1}$ нечетные и $m_n = 2^\rho (2l_n + 1)$ четно. Выберем $m_1, m_2, \dots, m_n$ таким образом, чтобы выполнялось одно из равенств $SQ = 2^k - 1$ или $SQ = 2^k + 1$. Обозначим $M_0 = m_1 m_2 \dots m_{n-1}$ и $S_0 = (M_0 / m_1) + (M_0 / m_2) + \dots + (M_0 / m_{n-1})$, тогда m_1 . Если n нечетное, тогда S_0 четное и кроме того $S_0 = 2^\omega$ или $S_0 = 2^\omega (2l_0 + 1)$. Если n четное, тогда S_0 нечетное и $S_0 = 2l_0 + 1$.

Если $SQ = 2^k - 1$, тогда возможны три случая:

$$2^k - 1 = M_0 + 2^\omega 2^\rho (2l_n + 1) \text{ или (5)}$$

$$2^k - 1 = M_0 + 2^\omega (2l_0 + 1) 2^\rho (2l_n + 1) \text{ или (6)}$$

$$2^k - 1 = M_0 + (2l_0 + 1) 2^\rho (2l_n + 1) \text{ (7)}$$

Из этого следует, что если необходимо найти $M = m_1 m_2 \dots m_n$, где m_n четное и $SQ = 2^k - 1$, тогда действуем следующим образом.

1. Выбираем составное S_0 .

2. Вычисляем S_0 .

3.1. Если $S_0 = 2^\omega$, тогда $\rho = t - \omega$, $2l_n + 1 = 2^j - 1$, где $\text{НОД}(2^j - 1, m_i) = 1$ для $2^{k-\omega} = (M_0 + 1) / 2^\omega + (S_0 m_3 / 2^\omega)$. И $m_n = 2^{t-\omega} (2^j - 1)$, когда $j = 1, 2, 3, \dots$, $\text{НОД}(2^j - 1, m_i) = 1$, $i = 1, 2, \dots, n-1$.

3.2. Если $S_0 = 2^\omega (2l_0 + 1)$, тогда $\rho = t - \omega$, $2l_n + 1 = (2^j - 1) / (2l_0 + 1)$, где $\text{НОД}(2l_n + 1, m_i) = 1$, $i = 1, 2, \dots, n-1$, и r является степенью 2 по модулю $2l_0 + 1$.

3.3. Если $S_0 = 2l_0 + 1$ тогда $\rho = t$, $2l_n + 1 = (2^j - 1) / (2l_0 + 1)$, где $\text{НОД}(2l_n + 1, m_i) = 1$, $i = 1, 2, \dots, n-1$, и r является степенью 2 по модулю $2l_0 + 1$.

Замечание. В случае, когда $SQ = 2^k + 1$ необходимо взять $M_0 = 2^t + 1$. Выводы получаются такие же как и для $SQ = 2^k - 1$. Как например, для $m_1 = 3$ и $m_2 = 11$ может быть получен СОК $\{3, 11, 16\}$ с $SQ = 257 = 2^8 + 1$, СОК $\{3, 11, 1168\}$ с $t = 0, 1, 2, \dots$ и т.д.

Б. СОК с нечетными модулями

Рассмотрим лишь наиболее важные для практики случаи, когда СОК состоит из 3, 4 или 5 модулей.

Случай 1. СОК с 3 модулями. По аналогии с приведенными выше обозначениями $M_0 = m_1 m_2$, $S_0 = m_1 + m_2$, и $SQ = M_0 + S_0 m_3$. Для построения СОК с тремя нечетными модулями и $SQ = 2^k - 1$ необходимо выполнение четырех условий.

$$1. \text{НОД}(m_1 m_2 + 1, m_1 + m_2) = 2^\omega.$$

$$2. (m_1 m_2 + 1) / 2^\omega - \text{нечетное.}$$

$$3. (m_1 + m_2) / 2^\omega \text{ простое и не равно 2.}$$

$$4. 2 \text{ является первообразным корнем для модуля } \text{mod}(m_1 + m_2) / 2^\omega.$$

Заметим, что эти условия не являются достаточными, так как число m_3 может не быть взаимно простым с m_1 или m_2 . Как например, для $m_1 = 3$ и $m_2 = 7$ может быть определена СОК $\{3, 7, 817\}$ с $SQ = 8191 = 2^{13} - 1$.

Случай 2. Сок с четырьмя модулями. В этом случае SQ – четное. Рассмотрим проблему: для m_1, m_2, m_3 выбираем m_4 таким образом, чтобы $SQ = 2^k$. Если мы обозначим $M_0 = m_1 m_2 m_3$, $S_0 = m_1 m_2 + m_1 m_3 + m_2 m_3$

тогда $SQ = M_0 + S_0 m_4$. Очевидно, что $\text{НОД}(M_0, S_0) = 1$. Из равенства $2^k = M_0 + S_0 m_4$ следует, что $2^k \equiv M_0 \pmod{S_0}$.

Для построения СОК с четырьмя нечетными модулями и $SQ = 2^k$ должны выполняться два условия.

1. $S_0 = m_1 m_2 + (m_1 + m_2) m_3$ простое.

2. 2 является первообразным корнем для модуля S_0 .

Как например, для $m_1 = 5$, $m_2 = 29$ и $m_3 = 93$ может быть получен СОК $\{5, 29, 93, 313\}$ с $SQ = 1048576 = 2^{20}$.

Случай 3. СОК с пятью модулями. По аналогии с введенными выше обозначениями, обозначим $M_0 = m_1 m_2 m_4 m_5$ и $S_0 = m_1 m_2 m_3 + m_1 m_2 m_4 + m_1 m_3 m_4 + m_2 m_3 m_4$ и $S = M_0 + S_0 m_5$. Для набора из пяти модулей модуль $m_5 = \left(2^{\rho + ((S_0/\omega) - 1)t} - (M_0 - 1)/2^\omega\right) / (S_0/2^\omega)$, где t следует выбрать так, чтобы m_5 было взаимно просто с m_1 , m_2 , m_3 и m_4 . Например, для $m_1 = 3$, $m_2 = 5$, $m_3 = 7$ и $m_4 = 11$ может быть получен СОК $\{3, 5, 7, 11, (2^{1382} - 577)/443\}$ с $SQ = 2^{1383} + 1$.

Рассмотренные выше методы построения СОК с ДФ вида 2^n , $2^n - 1$ и $2^n + 1$ позволяет разработать эффективные цифровые устройства для сравнения чисел и обратного преобразования.

Моделирование аппаратной реализации СОК с удобной формой ДФ. Целью моделирования является сравнение методов реализации операции сравнения чисел и обратного преобразования в позиционную систему счисления: предлагаемый метод, метод основанный на КТО [13] и метод основанный на КТОд [14]. Для моделирования использовались наборы модулей $\{3, 5, 14\}$, $\{7, 9, 124\}$ и $\{5, 29, 93, 313\}$, потому что их ДФ имеет вид $2^n - 1$ and 2^n . Также было произведено моделирование для сравнения предлагаемых наборов модулей со сбалансированными наборами модулей СОК: $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$ [20, 21], $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$ [19], $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$ [23], $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$ [22].

Аппаратное моделирование было произведено в среде проектирования Vivado 2016.3 для целевой платы Artix 7 xc7a200tfbg484-2. Результаты моделирования, представленные в таблицах 2-4, показывают задержку устройства, аппаратные затраты и метрику Area-Delay (A-D), которая вычисляет произведение задержки устройства на количество занятых LUT.

Таблица 1

Параметры синтеза	
Параметры	Значение
Выровнять иерархию во время размещения LUT	Перестроить
Максимальное количество глобальных тактовых буферов, используемых при синтезе	12
Предел разветвления	10,000
Директива синтеза	Оптимизация по площади
Повторная синхронизация	Не выбрано
Кодировка извлечения FSM	Автоматически
Эквивалентные регистры	Не выбрано
Совместное использование ресурсов	Автоматически
Порог оптимизации набора управления	1
Отключить объединение LUT	Не выбрано
Минимальная длина цепочки регистров для отображения на SRL	3
Максимально допустимое количество блоков RAM	Максимальное количество разрешенное для рассматриваемой части
Максимально допустимое количество блоков Ultra RAM	Максимальное количество разрешенное для рассматриваемой части
Максимально допустимое количество блоков DSP	0
Максимально допустимое количество блоков BRAM, которые могут быть объединены в каскад инструментом	Максимальное количество разрешенное для рассматриваемой части

Максимально допустимое количество блоков URAM, которые могут быть объединены в каскад инструментом	Максимальное количество разрешенное для рассматриваемой части
Включить VHDL-операторы assert для оценки	Не выбрано

Таблица 2

Результаты моделирования схемы сравнения

	Набор модулей	Известные методы		Предлагаемый метод
		КТО [13]	КТОд [14]	
Задержка, нс	{3,5,14}	10.961	7.680	9.749
	{7,9,124}	16.110	11.123	11.830
	{5, 29, 93, 313}	15.363	12.611	11.991
Количество LUT	{3,5,14}	135	169	110
	{7,9,124}	543	329	273
	{5, 29, 93, 313}	1,141	863	549
A-D	{3,5,14}	1479	1297	1072
	{7,9,124}	8747	3659	3229
	{5, 29, 93, 313}	17529	10883	6583

Таблица 3

Результаты аппаратного моделирования схемы обратного преобразования из СОК в ПСС

	Набор модулей	Известные методы		Предлагаемый метод
		CRT [13]	CRTf [14]	
Задержка, нс	{3,5,14}	8.181	8.157	10.085
	{7,9,124}	15.493	13.351	13.531
	{5, 29, 93, 313}	21.228	16.814	17.600
Количество LUT	{3,5,14}	63	59	105
	{7,9,124}	289	358	285
	{5, 29, 93, 313}	997	920	1,049
A-D	{3,5,14}	515	481	1058
	{7,9,124}	4477	4779	3856
	{5, 29, 93, 313}	21164	15468	18462

Аппаратное моделирование операции сравнения чисел для набора модулей {3,5,14} показало, что метод, использующий КТОд, работает на 21.22% быстрее, чем предлагаемый метод и на 29,93% быстрее, чем метод на основе КТО. Но предлагаемый подход использует на 34.91% меньше аппаратных ресурсов, чем КТОд, и на 18.52% меньше, чем КТО. Для набора модулей {7,9,124} схема, основанная на КТОд, работает на 5.98% быстрее, чем схема, основанная на предложенном подходе, и на 30.96% быстрее, чем схема, которая основана на КТО. Схема, использующая предлагаемый метод, использует на 17.02% меньше аппаратных ресурсов, чем КТОд, и на 49.72% меньше, чем КТО. Для набора модулей {5, 29, 93, 313} предлагаемый метод работает на 4.92% быстрее, чем метод на основе КТОд, и на 21.95% быстрее, чем метод, использующий КТО. Более того, предлагаемый метод использует на 36.38% меньше аппаратных ресурсов, чем подход, использующий КТОд, и в 2 раза меньше ресурсов, чем метод, использующий КТО.

Аппаратное моделирование операции обратного преобразования из СОК в ПСС показало, что для набора модулей $\{3, 5, 14\}$ подход, основанный на КТОд работает на 19.12% быстрее, чем предлагаемый метод, и на 0,29% быстрее, чем метод, использующий КТО. Более того, метод на основе КТОд использует на 43.81% меньше аппаратных ресурсов, чем предлагаемый метод, и на 6.35% меньше, чем КТО. Для набора модулей $\{7, 9, 124\}$ схема на основе КТОд, работает на 1.33% быстрее, чем схема на основе предложенного метода, и на 13.82% быстрее, чем схема на основе КТО. Кроме того, схема на основе предлагаемого подхода использует на 20.39% меньше аппаратных ресурсов, чем метод на основе КТОд, и на 1.38% меньше чем метод на основе КТО. Для набора модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ метод, использующий КТОд, работает на 4.47% быстрее, чем предлагаемый метод, и на 20.79% быстрее, чем метод, использующий КТО. Более того, подход на основе КТОд использует на 12.30% меньше аппаратных ресурсов, чем предлагаемый метод, и на 7.72% меньше ресурсов, чем метод, использующий КТО.

Для набора модулей $\{3, 5, 14\}$ динамический диапазон СОК равен $M = 210$. Для сравнения производительности схемы, использующей предложенный набор модулей, и схемы, использующей известные наборы модулей, были выбраны два сбалансированных набора модулей: $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 3$ [29, 30] и $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$, $n = 2$, $k = 2$ [26], которые перекрывают динамический диапазон. Моделирование операции сравнения показало, что схема, использующая предлагаемый набор модулей $\{3, 5, 14\}$ работает на 24.73% быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 3$ и на 15.47% быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$, $n = 2$, $k = 2$. Более того, предлагаемый набор модулей использует в 2.5 раза меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 3$, и на 26.67% меньше, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$, $n = 2$, $k = 2$. Аппаратное моделирование операции обратного преобразования из СОК в ПСС показало, что использование предлагаемого набора модулей $\{3, 5, 14\}$ требует на 25.22% меньше временных затрат, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 3$, и на 10.32% меньше, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$, $n = 2$, $k = 2$. Хотя предлагаемый набор модулей использует на 13.33% больше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$, $n = 2$, $k = 2$, он использует на 37.87% меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 3$.

Таблица 4

Результаты моделирования операции сравнения чисел и обратного преобразования из СОК в ПСС для предлагаемых и сбалансированных наборов модулей

Наборы модулей		Сравнение			Обратное преобразование		
		Ссылки	Задержка, нс	LUT	A-D	Задержка, нс	LUT A-D
$\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$,	$n = 3$	[20, 21]	12.953	272	3523	13.486	169 2279
$\{2^n - 1, 2^{n+k}, 2^n + 1\}$,	$n = 2, k = 2$	[19]	11.533	150	1729	11.246	91 1023
$\{3, 5, 14\}$,		Proposed	9.749	110	1072	10.085	105 1058
$\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$,	$n = 4$	[20, 21]	14.964	275	4115	15.855	263 4169
$\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$,	$n = 3$	[23]	16.710	427	7135	20.217	447 9036
$\{7, 9, 124\}$,		Proposed	11.830	273	3229	13.531	285 3856
$\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$,	$n = 4, k = 4$	[22]	16.669	303	5050	24.163	572 13821
$\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$,	$n = 6, k = 0$	[22]	24.962	1,767	44107	30.831	1,496 46123
$\{5, 29, 93, 313\}$,		Proposed	11.991	549	6583	17.600	1,049 18462

Для предлагаемого набора модулей $\{7, 9, 124\}$ динамический диапазон равен $M = 7812$. Для данного динамического диапазона были выбраны два сбалансированных набора модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 4$ [29, 30] и $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$, $n = 3$ [34]. Моделирование операции сравнения показало, что схема, использующая предлагаемый набор модулей $\{7, 9, 124\}$ работает на 20.94% быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 4$, и на 29.20% быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$, $n = 3$. Кроме того, предлагаемый набор модулей использует на 0.73% меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 4$, и на 36.06% меньше, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$, $n = 3$. Аппаратное моделирование операции обратного преобразования из СОК в ПСС показало, что использование предлагаемого набора модулей $\{7, 9, 124\}$ требует на 14.66% меньше временных затрат, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 4$, и на 33.07% меньше, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$, $n = 3$. Хотя предлагаемый набор модулей $\{7, 9, 124\}$ использует на 7.72% больше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$, $n = 4$, он использует на 36.24% меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^{n+1} + 1\}$, $n = 3$.

Для предложенного набора модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ динамический диапазон СОК равен $M = 4220805$. Для данного динамического диапазона были выбраны два известных сбалансированных набора модулей: $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 4$, $k = 4$ и $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 6$, $k = 0$ [33]. Моделирование операции сравнения двух чисел показало, что схема, использующая предлагаемый набор модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ работает на 28.06% быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 4$, $k = 4$, и в 2 раза быстрее, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 6$, $k = 0$. Хотя предлагаемый набор модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ использует на 44.81% больше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 4$, $k = 4$, он использует в 3 раза меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 6$, $k = 0$. Аппаратное моделирование операции обратного преобразования из СОК в ПСС показало, что использование предлагаемого набора модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ требует на 27.16% меньше временных затрат, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 4$, $k = 4$, и на 42.91% меньше, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 6$, $k = 0$. Хотя предлагаемый набор модулей $\{5, 29, 93, 313\}$ использует на 45.47% больше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 4$, $k = 4$, он использует на 29.88% меньше аппаратных ресурсов, чем набор модулей $\{2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n-1} - 1, 2^{n+k}\}$, $n = 6$, $k = 0$.

Полученные экспериментально результаты показали, что разработанный в статье подход позволяет улучшить две проблемные операции в СОК: сравнение чисел и обратное преобразование из СОК в ПСС. Предлагаемые устройства для таких операций могут быть использованы в тех приложениях СОК, для которых данные операции наиболее важны, например, системы обработки видео, сортировочные сети и т.п.

Заключение. В статье рассматривается проблема построения СОК с удобной формой ДФ, и предлагается метод построения СОК с SQ вида 2^n , $2^n - 1$ или $2^n + 1$. Использование модулей такого вида позволяет разрабатывать эффективные методы аппаратной реализации. В статье разработана аппаратная реализация операции сравнения и обратного преобразования СОК в ПСС с использованием предложенного метода, метода [13] и метода [14]. Сравнение результатов аппаратного моделирования показало, что предложенный метод является эффективным для реализации операции сравнения чисел, но для операции метода обратного преобразования из СОК в ПСС метод [14] показывает более лучшие результаты, чем предлагаемый метод и метод [13]. В дополнение, основываясь на результатах моделирования, предложенные наборы модулей позволяют сократить задержку устройства, по сравнению со сбалансированными наборами модулей, хотя, в некоторых случаях, требуют больше аппаратных ресурсов, чем сбалансированные наборы модулей.

Предложенный метод позволяет реализовывать более эффективно такие проблемные операции в СОК как определение знака, сравнение чисел и деление. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке систем обработки видео и блоков обработки сигналов с использованием СОК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akkal M., Siy P. A new Mixed Radix Conversion algorithm MRC-II // J. Syst. Archit. 2007. Т. 53. № 9. С. 577–586.
2. Ramírez J. и др. RNS-enabled digital signal processor design // Electron. Lett. 2002. Т. 38. № 6. С. 266.
3. Chang C.-H. и др. Residue Number Systems: A New Paradigm to Datapath Optimization for Low-Power and High-Performance Digital Signal Processing Applications // IEEE Circuits Syst. Mag. 2015. Т. 15. № 4. С. 26–44.
4. Kaplun D. и др. Optimization of the FIR Filter Structure in Finite Residue Field Algebra // Electronics. 2018. Т. 7. № 12. С. 372.
5. Esmailidoust M. и др. Efficient RNS Implementation of Elliptic Curve Point Multiplication Over GF(p) // IEEE Trans. Very Large Scale Integr. Syst. 2013. Т. 21. № 8. С. 1545–1549.
6. Bajard J.-C., Imbert L. a full RNS implementation of RSA // IEEE Trans. Comput. 2004. Т. 53. № 6. С. 769–774.
7. Sousa L., Antao S., Martins P. Combining Residue Arithmetic to Design Efficient Cryptographic Circuits and Systems // IEEE Circuits Syst. Mag. 2016. Т. 16. № 4. С. 6–32.
8. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Babenko M.G. Digital filtering of images in a residue number system using finite-field wavelets // Autom. Control Comput. Sci. 2014. Т. 48. № 3. С. 180–189.
9. Kar A. и др. Security in cloud storage: An enhanced technique of data storage in cloud using RNS // 2016 IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON). : IEEE, 2016. С. 1–4.
10. NAVI K., ESMAEILDOUST M., MOLAHOSSEINI A.S. A General Reverse Converter Architecture with Low Complexity and High Performance // IEICE Trans. Inf. Syst. 2011. Т. E94-D. № 2. С. 264–273.
11. Chang C.-C. и др. Signature Gateway: Offloading Signature Generation to IoT Gateway Accelerated by GPU // IEEE Internet Things J. 2018. С. 1–1.
12. Chervyakov N.I. и др. An Approximate Method for Comparing Modular Numbers and its Application to the Division of Numbers in Residue Number Systems* // Cybern. Syst. Anal. 2014. Т. 50. № 6. С. 977–984.
13. Mohan P.V.A. Residue number systems : theory and applications. : Birkhäuser, 2016.
14. Matos R. de и др. Efficient implementation of modular multiplication by constants applied to RNS reverse converters // 2017 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). : IEEE, 2017. С. 1–4.
15. Dimauro G., Impedovo S., Pirlo G. A new technique for fast number comparison in the residue number system // IEEE Trans. Comput. 1993. Т. 42. № 5. С. 608–612.
16. Kalampoukas L. и др. High-speed parallel-prefix module $2^{\sup n/-1}$ adders // IEEE Trans. Comput. 2000. Т. 49. № 7. С. 673–680.
17. Efstathiou C., Vergos H.T., Nikolos D. Fast parallel-prefix modulo $2^{\sup n/+1}$ adders // IEEE Trans. Comput. 2004. Т. 53. № 9. С. 1211–1216.
18. Vergos H.T., Dimitrakopoulos G. On Modulo 2^{n+1} Adder Design // IEEE Trans. Comput. 2012. Т. 61. № 2. С. 173–186.
19. Hiasat A. Efficient RNS Scalers for the Extended Three-Moduli Set $\{2^n - 1, 2^{n+p}, 2^n + 1\}$ // IEEE Trans. Comput. 2017. Т. 66. № 7. С. 1253–1260.
20. Chaves R., Sousa L. Improving residue number system multiplication with more balanced moduli sets and enhanced modular arithmetic structures // IET Comput. Digit. Tech. 2007. Т. 1. № 5. С. 472.
21. Jaberipur G., Nejati S. Balanced Minimal Latency RNS Addition for Moduli Set $\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1\}$ // 18th Int. Conf. Syst. Signals Image Process. 2011. С. 1–7.
22. Kumar S., Chang C.-H., Tay T.F. New Algorithm for Signed Integer Comparison in $\{2^{n+k}, 2^n - 1, 2^n + 1, 2^{n+1} - 1\}$ and Its Efficient Hardware Implementation // IEEE Trans. Circuits Syst. I Regul. Pap. 2017. Т. 64. № 6. С. 1481–1493.
23. Mohan P.V.A., Premkumar A.B. RNS-to-Binary Converters for Two Four-Moduli Sets $\{2^n + 1, 2^n - 1, 2^n, 2^{n+1} - 1\}$ и $\{2^n + 1, 2^n - 1, 2^n, 2^{n+1} + 1\}$ // IEEE Trans. Circuits Syst. I Regul. Pap. 2007. Т. 54. № 6. С. 1245–1254.
24. Vayalil N.C., Paul M., Kong Y. A Residue Number System Hardware Design of Fast-Search Variable-Motion-Estimation Accelerator for HEVC/H.265 // IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 2019. Т. 29. № 2. С. 572–581.
25. Chervyakov N.I. и др. Effect of RNS dynamic range on grayscale images filtering // 2016 XV International Symposium Problems of Redundancy in Information and Control Systems (REDUNDANCY). : IEEE, 2016. С. 33–37.
26. Molahosseini A.S., Sorouri S., Zarandi A.A.E. Research challenges in next-generation residue number system architectures // 2012 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). : IEEE, 2012. С. 1658–1661.
27. Parhami B. Computer arithmetic : algorithms and hardware designs. : Oxford University Press, 2010. 672 с.

ОБ АВТОРАХ

Семенова Наталия Федоровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

33355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79624496214; E-mail: algebra223@yandex.ru

Semyonova Nataliya Fedorovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Algebra and Geometry FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol 355009; Phone: +79624496214, E-mail: algebra223@yandex.ru

Червяков Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Прикладной математики и математического моделирования (ПМиММ) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79054693412;

E-mail: ncherviakov@ncfu.ru

Chervyakov Nikolay Ivanovich, Doctor of Engineering Sciences, professor, Head of Department of Applied Mathematics and Mathematical Modeling FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol 355009; Phone: +79054693412, E-mail: ncherviakov@ncfu.ru

Ляхов Павел Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и математического моделирования (ПМиММ) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 33355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79620287214; E-mail: ljahov@mail.ru

Lyakhov Pavel Alekseevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Mathematical Modeling FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol 355009; Phone: +79620287214, E-mail: ljahov@mail.ru

Валуева Мария Васильевна, аспирант кафедры прикладной математики и математического моделирования (ПМиММ) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79887458885; E-mail: mriya.valueva@mail.ru

Valueva Maria Vasilyevna, post-graduate student of the Department of Applied Mathematics and Mathematical Modeling FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol 355009; Phone: +79887458885, E-mail: mriya.valueva@mail.ru

Валуев Георгий Вячеславович, студент магистратуры направления "Прикладная информатика" ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79187849100; E-mail: elagreece92@mail.ru

Valuev Georgii Vyacheslavovich, master student of "Applied Computer Science" FSAEI HE «North-Caucasus Federal University», 1, Pushkin Street, Stavropol 355009; Phone: +79187849100, E-mail: elagreece92@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.01.2019

После рецензирования: 23.03.2019

Дата принятия к публикации: 38.09.2019

Лосев А. Г. [Losev A. G.]
Медведев Д. А. [Medvedev D. A.]

УДК 519.23

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ДАННЫМ МИКРОВОЛНОВОЙ РАДИОТЕРМОМЕТРИИ

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN DIAGNOSTICS OF BREAST CANCER ACCORDING TO THE DATA OF MICROWAVE RADIO THERMOMETRY

ФГАОУ ВО Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия,
e-mail: alexander.losev@volsu.ru/ Federal STATE Autonomous educational institution
Volgograd state University, Volgograd, Russia, e-mail: alexander.losev@volsu.ru

Аннотация. В последние годы в диагностике рака молочной железы все более активно используется метод микроволновой радиотермометрии. Однако анализ и интерпретация термометрических данных представляет из себя достаточно сложную задачу.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. В данной работе предложен способ разработки нейронной сети, предназначенной для диагностики рака молочной железы по данным микроволновой радиотермометрии. Доказана эффективность комбинированного использования признакового пространства, основанного на медицинских знаниях, и результатов анамнеза.

Одним из современных и эффективных способов функциональной диагностики является метод микроволновой радиотермометрии, который в последние годы нашел применение в ряде областей медицины, в том числе в диагностике рака молочной железы. Однако анализ данных микроволновой радиотермометрии является весьма сложной задачей, что препятствует широкому применению данного метода в скрининге. Данную проблему можно решить созданием эффективной экспертной системы на основе использования методов математического и компьютерного моделирования, возможностей современных информационных технологий и, прежде всего, алгоритмов машинного обучения. Одному из аспектов данной задачи и посвящена данная статья. А именно, обсуждаются возможности использования нейронных сетей в диагностике рака молочной железы на основе данных микроволновой радиотермометрии и результатов анамнеза.

Заключение. Предложенные в данном исследовании параметры, а также комбинированное использование в первом слое моделирующих функций и результатов анамнеза, позволило значительно увеличить эффективность классификатора, по сравнению с предшествующими результатами.

Ключевые слова: анализ данных, микроволновая радиотермометрия, нейронные сети, рак молочной железы.

Abstract. In recent years, the method of microwave radiothermometry has been increasingly used in the diagnosis of breast cancer. However, the analysis and interpretation of thermometric data is quite a difficult task.

Materials and methods, results and discussions. In this paper, we propose a method for developing a neural network designed for the diagnosis of breast cancer according to microwave radiothermometry. The effectiveness of the combined use of the characteristic space based on medical knowledge and the results of anamnesis is proved.

One of the modern and effective methods of functional diagnosis is the method of microwave radiothermometry, which in recent years has found application in a number of areas of medicine, including the diagnosis of breast cancer. However, the analysis of microwave radiothermometry data is a very complex task, which prevents the widespread use of this method in screening. This problem can be solved by creating an effective expert system based on the use of mathematical and computer modeling methods, the capabilities of modern information technologies and, above all, machine learning algorithms. This article is devoted to one of the aspects of this problem. Specifically, the possibilities of using neural networks in the diagnosis of breast cancer based on microwave radiothermometry and history results are discussed.

Conclusion. The parameters proposed in this study, as well as the combined use of modeling functions and anamnesis results in the first layer, allowed to significantly increase the efficiency of the classifier in comparison with previous results.

Key words: data mining, microwave radiometry, neural networks, breast cancer.

Введение. Одной из важнейших проблем современных науки и техники является создание принципиально нового поколения медицинского оборудования, а также технологий и методик функциональной диагностики, основанных на измерении и анализе параметров различных физических полей и излучений организма

человека: электрических, магнитных, инфракрасных, радиотепловых и других. Применение подобных технологий уже показало достаточно высокую эффективность при решении задач ранней и дифференциальной диагностики, динамического контроля за ходом лечебных процедур и т.д. Одновременно возник и ряд проблем. В частности, основные затруднения в медицинской диагностике вызывает не недостаточное количество информации, а недостаточная эффективность ее обработки. Создание современных экспертных систем во многом в состоянии решить большую часть данной проблемы. При этом наибольший интерес вызывает разработка консультативных интеллектуальных систем, т.е. экспертных систем, содержащих механизм объяснения и обоснования предлагаемых решений на языке, понятном пользователю [6].

Одним из весьма эффективных способов функциональной диагностики является метод микроволновой радиотермометрии (РТМ), который в последние годы нашел применение в маммологии, гинекологии, урологии, хирургии и других областях медицины [1, 3, 10]. В его основе лежит измерение собственного электромагнитного излучения тканей человека в микроволновом диапазоне длин волн и инфракрасном диапазоне, что позволяет неинвазивно выявлять температурные аномалии на глубине нескольких сантиметров. Однако внедрение данного метода в реальную медицинскую практику обозначило указанную выше проблему. Анализ данных микроволновой радиотермометрии является весьма нетривиальной задачей и требует высокой квалификации и большого опыта врача-диагноста. Указанный феномен вызывает серьезные затруднения для организации скрининга рака молочной железы. Данную проблему можно решить созданием эффективной экспертной системы на основе использования методов математического и компьютерного моделирования, возможностей современных информационных технологий и, прежде всего, алгоритмов машинного обучения. Одному из аспектов данной задачи и посвящена данная статья. А именно, обсуждаются возможности использования нейронных сетей в диагностике рака молочной железы на основе данных микроволновой радиотермометрии и результатов анамнеза. Отметим, что опыт применения искусственных нейронных сетей для анализа данных микроволновой радиотермометрии (см. [2], [5], [9]) показал перспективность данного подхода.

Материалы и методы исследования. В основе данной работы лежат результаты медицинских обследований с помощью метода микроволновой радиотермометрии, проводившихся в течение последних лет в нескольких онкологических центрах и клиниках России. Исследование основано на результатах обследований 205 пациенток, которые перед радиотермометрией прошли УЗИ молочных желез и маммографию. Для подтверждения диагноза злокачественного новообразования проводилось гистологическое обследование. Рассматривался срез данных по совмещенному датчику, состоящий из 109 объектов класса «Здоровые» и 96 объектов класса «Рак».

Опишем подробнее существующую на данный момент методику диагностики рака молочной железы по данным микроволновой радиотермометрии. Радиотермометр позволяет оценивать функциональное состояние тканей путем измерения внутренней температуры (РТМ) на глубине до 5 см. и температуры кожи (ИК). Обследование пациентки начинается с измерения температур в опорных точках T1 и T2, расположенных, первая – в центре грудной клетки сразу под и между молочными железами, вторая – непосредственно под мечевидным отростком (см., например, [9]). Далее измерения проводятся в 10 точках на каждой железе, и в аксиллярной области (схема представлена на рисунке 1).

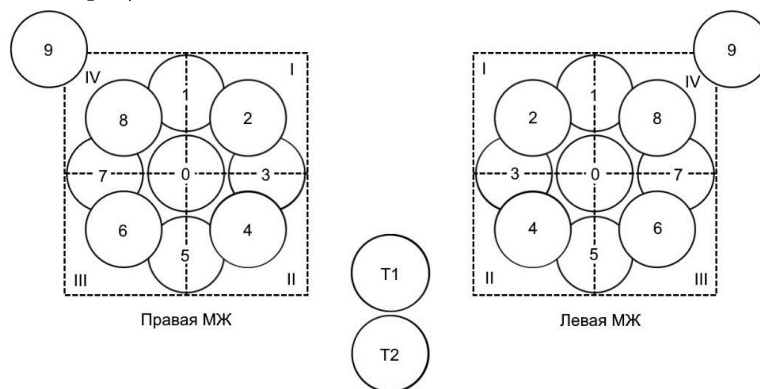


Рис. 1. Точки измерения температур

Таким образом, термометрические данные пациенток можно представить в виде матрицы

$$S = \begin{pmatrix} t_0^1 & \dots & t_{43}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_0^k & \dots & t_{43}^k \\ t_0^{k+1} & \dots & t_{43}^{k+1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_0^n & \dots & t_{43}^n \end{pmatrix},$$

где t_i^j , $i = 0, \dots, 9$ – температуры i -ой точки правой молочной железы j -ой пациентки в диапазоне РТМ; t_i^j , $i = 10, \dots, 19$ – температура $[i - 10]$ точки правой молочной железы j -ой пациентки в диапазоне ИК; t_i^j , $i = 20, \dots, 29$ – температура $[i - 20]$ точки левой молочной железы j -ой пациентки в диапазоне РТМ; t_i^j , $i = 30, \dots, 39$ – температура $[i - 30]$ точки левой молочной железы j -ой пациентки в диапазоне ИК; $t_{40}^j = T1$, $t_{41}^j = T2$ – глубинные температуры опорных точек j -ой пациентки; $t_{42}^j = T1$, $t_{43}^j = T2$ – кожные температуры опорных точек j -ой пациентки. В зависимости от номера j определяется принадлежность пациентки соответствующему диагностическому классу: «Здоровые», «Больные», «Группа риска».

Кроме результатов термометрических измерений для каждой пациентки в базе данных содержатся следующие сведения: возраст, размер молочной железы, жалобы на боли, вес, рост, комплекция, количество беременностей и количество родов, гормональная зависимость,отягощенная наследственность, возраст на момент первых родов и т.д.

В качестве архитектуры нейронной сети в данной работе был выбран многослойный персептрон. Последний слой сети состоит из двух нейронов: первый нейрон относит пациентку к классу «Здоровые», второй к классу «Рак». В качестве функции активации последнего слоя была выбрана функция:

$$\text{softmax}(x)_i = \frac{\exp(x_i)}{\sum_{j=1}^n \exp(x_j)}.$$

Для минимизации эффекта переобучения использовались два метода: Dropout и ранняя остановка обучения (см., например, [4]).

Для оценки эффективности алгоритмов классификации традиционно используется ряд параметров. В частности, для оценки диагностических методов в медицине, традиционно используются следующие показатели.

Чувствительность (Sensitivity), также известная, как полнота (Recall), вычисляется по формуле:

$$\text{Sens} = \frac{TP}{TP+FN},$$

где TP – количество пациенток из класса «Рак», которые классификатором были отнесены к классу «Рак», FN – количество пациенток из класса «Рак», которые классификатором не были отнесены к классу «Рак».

Специфичность (Specificity), вычисляется по формуле:

$$\text{Spec} = \frac{TN}{TN+FP},$$

где TN – количество пациенток класса «Здоровые», которые классификатором были отнесены к классу «Здоровые», FP – количество пациенток класса «Здоровые», которые были классифицированы как «Больные».

В качестве метрики эффективности классификации обычно используются различные варианты F-мер. Этому вопросу посвящен ряд публикаций, но, зачастую, главенствующую роль здесь играет анализ результатов аналогичных исследований и вычислительный эксперимент. В нашем случае, учитывая результаты работы [7], в качестве меры эффективности классификатора использовалась величина $G = \sqrt{\text{Spec} \cdot \text{Sens}}$.

Результаты исследования. В результате анализа опыта применения метода микроволновой радиотермометрии и анализа полученных данных, и существующих физико-математических моделей ([8]), был выявлен ряд качественных термометрических признаков рака молочной железы. Для каждого из них были предложены математические формализации (см, например, [7]). При построении классификаторов в данной работе было предложено все моделирующие функции разбить на следующие группы:

- 1.Группа функций, характеризующая асимметрию температурных полей молочных желез. Например, $|t_i - t_{i+20}|$, где $i=0, \dots, 19$.
- 2.Группа функций, характеризующих повышенный разброс температур в пораженной молочной железе.
- 3.Группа функций, характеризующих повышенное значение температуры соска в пораженной молочной железе (радиальный градиент). Например, $t_0 - t_i, t_{10} - t_{i+10}, t_{20} - t_{i+20}, t_{30} - t_{i+30}$, где $i=1, \dots, 9$.
- 4.Группа функций, характеризующих соотношение кожной и глубинной температур (внутренний градиент). Например, $t_i - t_{i+10}, t_{i+20} - t_{i+30}$, где $i=1, \dots, 9$.
- 5.Группа функций, характеризующих изменение внутреннего градиента в радиальном направлении. Например, $(t_0 - t_{10}) - (t_i - t_{i+10})$, где $i=1, \dots, 8$.

Отметим, что моделирующих функций, описывающих известные медицинские эффекты, весьма много (на данный момент использовалось около тысячи), а процесс их построения достаточно подробно описан в [7].

На первом этапе была построена нейронная сеть, предназначенная для разбиения моделирующих функций на кластеры. В качестве используемой архитектуры в этом случае была выбрана самоорганизующаяся карта Кохонена.

Опишем данную часть исследования более подробно. Введем обозначения:

1. $\vec{t}^j = (t_0^j, \dots, t_{43}^j)$ – набор температур j-й пациентки;

2. $f_i(\vec{t}^j)$ – значение i-й моделирующей функции j-й пациентки;

3. $F = \begin{pmatrix} f_1(\vec{t}^1) & \dots & f_1(\vec{t}^n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_m(\vec{t}^1) & \dots & f_m(\vec{t}^n) \end{pmatrix}$, где m – количество моделирующих функций, а n – число пациенток.

Входными векторами сети были строки $(f_1(\vec{t}^1), \dots, f_m(\vec{t}^n))$ матрицы F. На выходе получали координаты входного вектора на двумерной карте. При выходе меры сходства между объектами выборки были использованы различные метрики. Лучший результат показало евклидово расстояние. Полученные кластеры совпали с группами, моделирующими определенные медицинские признаки. Они использовались для получения минимизированных наборов моделирующих функций. При этом минимизированный набор строился на основе обобщения функций, принадлежащих одному кластеру. В качестве обобщающего функционала использовалась норма пространства непрерывных функций.

Для построения классификатора использовалась Python библиотека нейронных сетей с открытым исходным кодом Keras. Она нацелена на работу поверх низкоуровневых библиотек, таких как TensorFlow, разработанной компанией Google, CNTK(Microsoft Cognitive Toolkit) и др. Для обучения нейронных сетей использовались градиентные методы оптимизации, включенные в библиотеку Keras: SGD (Stochastic gradient descent), RMSprop, Adadelta, Adam, Adamax, Nadam, Adagard.

В первом варианте классификатора в качестве входного слоя сети использовался вектор из 44 температур. Количество слоев, количество нейронов в слоях и метод оптимизации подбирались методом случайного поиска [4]. В отличие от сеточного поиска, когда находятся оптимальные параметры, случайный поиск находит параметры, близкие к оптимальным, за меньшее время. Подбор происходил следующим образом. Сначала, при фиксированном числе нейронов скрытого слоя, подбирались количество скрытых слоев, метод оптимизации функции ошибки, сама функция ошибки, а также функции активации слоев. Затем, для полученных параметров, проводилось уточнение количества нейронов в скрытых слоях. Обозначим за M количество скрытых слоев, за N_i количество нейронов i-го скрытого слоя. В таблице 1 приведен пример параметров, отобранных случайным поиском.

Таблица 1

Подбор гиперпараметров

M	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	Метод оптимизации	Sens	Spec
7	100	90	50	60	40	30	20	RMSprop[3]	74.09	83.56
4	85	60	40	20	-	-	-	Adam[3]	73.33	83.64
5	60	30	60	40	20	-	-	Adam	73.89	79.91

Для получения корректной оценки модели использовалась K-блочная перекрестная проверка. А именно, исходная выборка разбивалась на K блоков. Из K блоков один оставлялся для тестирования модели, а остающиеся K-1 блока использовались как тренировочный набор. Процесс повторялся K раз, и каждый из блоков использовался один раз как тестовый набор. Для K=10 эффективность классификатора равна 78.62 %.

Во втором варианте классификатора в качестве входных векторов использовались значения функций от вектора температур, моделирующих известные медицинские признаки рака молочных желез. Моделирующие функции были выбраны из минимизированных наборов, полученных на первом этапе. Подобрал архитектуру сети и обучив ее, получили результаты, отраженные в таблице 2.

В третьем варианте классификатора дополнительно использовались следующие результаты анамнеза: возраст, рост, вес, диаметр молочной железы, количество точек боли. Результаты классификации отражены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты диагностики			
Входной вектор	Sens	Spec	G
Значения температур	83.56 %	74.09%	78.62 %
Значения функций	79.11%	84.27%	81.64%
Медицинские показатели и значения функций	82.45 %	86.33%	84.36 %

Заключение. Нейронные сети на основе данных микроволновой радиотермометрии использовались для диагностики заболеваний молочных желез [9]. Предложенные в данном исследовании параметры, а также комбинированное использование в первом слое моделирующих функций и результатов анамнеза, позволило увеличить эффективность классификатора более чем на 10 процентов по сравнению с ранее предложенным вариантом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Математические модели радиационных полей и анализа данных микроволновой радиотермометрии в ранней диагностике рака молочных желез» № 19-01-00358.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко Г. В. Использование радиотермометрии в скрининге непальпируемых новообразований молочных желез // Вестник рентгенологии и радиологии. 2007. № 5. С. 11–14.
2. Веденяпин Д. А., Лосев А. Г. Об одной нейросетевой модели диагностики венозных заболеваний // Управление большими системами: сборник трудов. 2012. № 39. С. 219 – 229.
3. Веснин С. Г., Каплан А. М., Авакян Р. С. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез // Медицинский альманах. 2008. № 3. С. 82–87.
4. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. М.: ДМК Пресс. 2017. 652 с.
5. Зенович А. В., Гребнев В. И., Примаченко Ф. Г. Алгоритмы классификации парных органов на основе нейросетей и нечетких множеств // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2017. Т. 20. № 6. С. 26 – 37.
6. Кобринский Б. А. Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификация, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. 2008. №2. С. 38–47.
7. Лосев А. Г., Левшинский В. В. Интеллектуальный анализ данных микроволновой радиотермометрии в диагностике рака молочной железы // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2017. Т. 20. № 5. С. 49 – 62.
8. Поляков М. В., Хоперсков А. В. Математическое моделирование пространственного распределения радиационного поля в биоткани: определение яркостной температуры для диагностики // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1. Математика. Физика. 2016. № 5(36). С. 73 – 84.
9. Galazis, C., Vesnin S., Goryanin I. Application of Artificial Intelligence in Microwave Radiometry (MWR) // Proceedings of the 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies. 2019. Volume 3, p. 112–122.
10. Vesnin S., Turnbull A.K., Dixon J.M., Gorynin I. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer // Journal of Molecular Imaging & Dynamics / 2017. V. 7. Is. 2. 1000136.

REFERENCES

1. Avramenko G. V. Ispol'zovanie radiotermometrii v skrininge nepal'piruemykh novoobrazovaniy molochnykh zhelez // Vestnik rentgenologii i radiologii. 2007. № 5. s. 11–14.
2. Vedenyapin A. D., Losev A. G. Ob odnoj nejrosetevoj modeli diagnostiki venoznykh zabolevaniy // Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov. 2012. № 39. S. 219 – 229.
3. Vesnin S. G., Kaplan A. M., Avakyan R. S. Sovremennaya mikrovolnovaya radiotermometriya molochnykh zhelez // Medicinskij al'manah. 2008. No 3. s. 82–87.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Glubokoe obuchenie. M.: DMK Press. 2017. 652 s.
5. Zenovich A. V., Grebnev V. I., Primachenko F. G. Algoritmy klassifikacii parnykh organov na osnove nejrosetej i nechetkikh mnozhestv // Matematicheskaya fizika i komp'yuternoe modelirovanie. 2017. T. 20. № 6. S. 26 – 37.
6. Kobrinskij B. A. Konsul'tativnye intellektual'nye medicinskie sistemy: klassifikaciya, principy postroeniya, effektivnost' // Vrach i informacionnye tekhnologii. 2008. №2. S. 38–47.
7. Losev A. G., Levshinskij V. V. Intellektual'nyj analiz dannykh mikrovolnovoj radiotermometrii v diagnostike raka molochnoj zhelezy // Matematicheskaya fizika i komp'yuternoe modelirovanie. 2017. № 5 (342).
8. Polyakov M. V., Hoperskov A. V. Matematicheskoe modelirovanie prostranstvennogo raspredeleniya radiacionnogo polya v biotkani: opredelenie yarkostnoj temperatury dlya diagnostiki // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1. Matematika. Fizika. 2016. № 5(36). S. 73 – 84.

9. Galazis C., Vesnin S., Goryanin I. Application of Artificial Intelligence in Microwave Radiometry (MWR)// Proceedings of the 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies. 2019. Volume 3, p. 112-122.

10. Vesnin S., Turnbull A.K., Dixon J.M., Gorynin I. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer// Journal of Molecular Imaging & Dynamics/ 2017. V. 7. Is. 2. 1000136.

ОБ АВТОРАХ

Лосев Александр Георгиевич доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и теории функций, Волгоградский Государственный университет.

E-mail: alexander.losev@volsu.ru

Losev Alexander, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor of department Mathematical

Analysis and Theory of Functions, Volgograd State University. E-mail: alexander.losev@volsu.ru, +79047746821

Медведев Денис Андреевич, магистрант, Волгоградский государственный университет.

E-mail: dnsmedvedev@gmail.com

Medvedev Denis, master's degree, Volgograd State University.

E-mail: dnsmedvedev@gmail.com, +79375584344

Дата поступления в редакцию: 12.06.2019

После рецензирования: 23.09.2019

Дата принятия к публикации: 23.09.2019

М. И. Калмыков [M. I. Kalmykov]
 Д. В. Юрданов [D. V. Yurdanov]
 И. А. Калмыков [I. A. Kalmykov]
 И. Д. Ефременков [I. D. Efremenkov]
 Е. А. Волошин [E. A. Voloshin]

УДК 004.052.2

РАЗРАБОТКА МЕТОДА УМЕНЬШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С UPMC ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

DEVELOPMENT OF A METHOD TO REDUCE COMPUTATIONAL COSTS IN COMMUNICATION SYSTEMS WITH UPMC THROUGH THE USE OF NUMBER-THEORETIC TRANSFORMATIONS

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет/ FSAEI HE North-Caucasus Federal University,
 Россия, г. Ставрополь, E-mail: kia762@yandex.ru

Аннотация. Поиск новых путей улучшения параметров систем подвижной радиосвязи OFDM привел к активизации разработки математических моделей, обладающих свойствами конечных алгебраических структур.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. Предлагаемый в данной работе переход к целочисленной арифметике для цифровой фильтрации, с использованием теоретико-числовых преобразований (ТЧП) позволяет существенно снизить вычислительные затраты при формировании UPMC-сигналов, снизив тем самым сетевые задержки.

С целью уменьшения вычислительных затрат при формировании UPMC-сигналов, авторами рассмотрена возможность выполнения цифровой фильтрации в системах UPMC через циклическую свертку. Для исследования возможности осуществления цифровой фильтрации с использованием ТЧП, получена зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум в канале с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) для технологий UPMC и UPMC NTT с различными значениями длин и ослабления в боковой полосе поддиапазонных фильтров

Заключение. Перейдем от оценки количества умножений к оценке времени выполнения цифровой фильтрации на современных процессорах x86/x64. В соответствии с [16], стоимость 32/64-битного целочисленного умножения (MUL/IMUL) оценивается в 1-7 тактов. Стоимость умножения с плавающей запятой (FMUL) составляет 2-5 тактов [16]. Анализ зависимости «верхней оценки» времени, необходимого для дополнительной фильтрации в технологиях UPMC и UPMC NTT от размера N бинарного потока передаваемых данных показывает, что реализация цифровых фильтров с использованием ТЧП свертки для формирования UPMC-сигналов позволяет уменьшить сетевые задержки при длине фильтра более 40 (рис. 8). Указанное уменьшение происходит без ухудшения зависимости вероятности ошибки на бит от соотношения сигнал/шум, по сравнению с классическими подходами.

Ключевые слова: цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье, теоретико-числовое преобразование, циклическая свертка, теорема о свертке, цифровая обработка сигналов.

Abstract. The search for new ways to improve the parameters of mobile radio communication systems OFDM led to the intensification of the development of mathematical models with the properties of finite algebraic structures.

Materials and methods, results and discussions. Proposed in this paper the transition to integer arithmetic for digital filtering, using number-theoretic transformations (NTT) can significantly reduce the computational cost in the formation of UPMC-signals, thereby reducing network latency.

In order to reduce computational costs when generating UPMC signals, the authors consider the possibility of performing digital filtering in UPMC systems via cyclic convolution. In order to study the possibility of digital filtering using PPI, the dependence of the bit error probability on the signal-to-noise ratio in the channel with additive white Gaussian noise (abgsh) for UPMC and UPMC NTT technologies with different values of lengths and attenuation in the sideband of sub-band filters was obtained

Conclusion. Let's move on from estimating the number of multiplications to estimating the execution time of digital filtering on modern x86/x64 processors. According to [16], the cost of 32/64-bit integer multiplication (MUL/IMUL) is estimated at 1-7 clock cycles. The cost of floating-point multiplication (FMUL) is 2-5 cycles [16]. Analysis of the dependence of the "upper estimate" of the time required for additional filtering in UPMC and UPMC NTT technologies on the size of the binary data stream shows that the implementation of digital filters using the convolution PPI to generate UPMC signals reduces network delays when the filter length is more than 40 (Fig. 8). This reduction occurs without worsening the dependence of the error probability per bit on the signal-to-noise ratio, compared to classical approaches.

Key words: digital filtering, fast Fourier transform, number-theoretic transformation, cyclic convolution, convolution theorem, digital signal processing.

Введение. Настоящий этап развития общества диктует необходимость перехода к новым стандартам в сетях подвижной радиосвязи [1]. Один из проектов опубликован на сайте Международного союза электросвязи (МСЭ) [2]. Утверждение данного стандарта возможно после согласования диапазонов частот на Всемирной конференции радиосвязи и получения положительного решения МСЭ в 2020 году. Согласно данным, представленным в проекте стандарта IMT-2020, будущие сети мобильной связи 5G должны обладать более высокими характеристиками в сравнении с сетями LTE-Advanced. Помимо обеспечения возможности обслуживания до 1000000 устройств на км² со скоростями нисходящего и восходящего цифровых потоков 10 и 20 Гбит/с соответственно, к сетям 5G предъявляются требования по сетевым задержкам до 1 миллисекунды.

Создание сетей пятого поколения мобильной связи 5G возможно на основе существующих сетей 4G, дополнением такими технологиями, как FBMC (Filter Bank MultiCarrier, многочастотная передача с гребенчатой фильтрацией) и UFMC (Universal Filtered MultiCarrier, многочастотная передача с универсальной фильтрацией). Указанные технологии являются развитием ортогонального частотного разделения с мультиплексированием OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), применяемого в системах связи LTE/LTE-Advanced и IEEE 802.11a/g/n/ac.

В [3, 4] показано, что использование дополнительной цифровой фильтрации в FBMC и UFMC позволяет отказаться от использования циклического префикса, повысив спектральную эффективность в сравнении с OFDM системами. Снижение уровня боковых лепестков поднесущих, осуществляемое цифровыми фильтрами, происходит за счет выполнения больших объемов вычислений [3], и как следствие, к существенному увеличению сетевых задержек.

Цель исследования. В данной работе рассмотрена возможность уменьшения вычислительных затрат при формировании UFMC-сигналов за счет реализации цифровых фильтров с использованием ТЧП, определенных над конечными полями Галуа $GF(p)$ или кольцами вычетов Z_n . Показано, что применение ТЧП для цифровой фильтрации не приводит к ухудшению зависимости вероятности ошибки на бит от соотношения сигнал/шум по сравнению с классическими подходами.

Материалы и методы исследования. С целью уменьшения вычислительных затрат при формировании UFMC-сигналов, рассмотрим возможность выполнения цифровой фильтрации в системах UFMC через циклическую свертку.

В работах [5, 6] показано, что вычисление свертки может быть значительно упрощено, если использовать специальную арифметику. В [5] Дж. М. Поллард предложил использовать прямое и обратное ТЧП для уменьшения времени вычисления циклической свертки в соответствии с теоремой о свертке, что проиллюстрировано на рисунке 1.

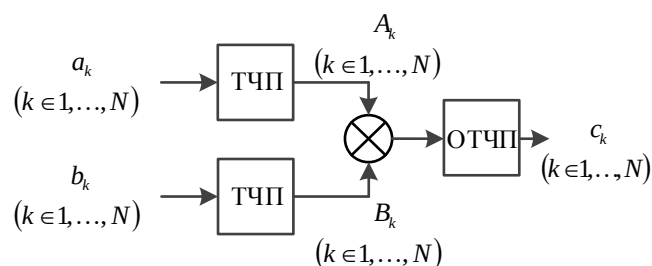


Рис. 1. Свертка C_k последовательностей a_k и b_k с использованием ТЧП

В ТЧП вычисления в поле комплексных чисел заменены на вычисления в конечных полях или кольцах, прямое и обратное ТЧП вычисляются по формулам (1) и (2) соответственно:

$$S_k = \left(\sum_{n=0}^{N-1} s_n \varepsilon^{kn} \right) \bmod q, k = 0, \dots, N-1, \quad (1)$$

$$s_k = \left(N^{-1} \sum_{n=0}^{N-1} S_n \varepsilon^{-kn} \right) \bmod q, k = 0, \dots, N-1, \quad (2)$$

где N и q – взаимно простые натуральные числа, ε удовлетворяет условиям $(\varepsilon^N) \bmod q = 1$ и $(\varepsilon^t) \bmod q \neq 1, 0 < t < N$. Кроме этого [6], N – точечное ТЧП, определенное по модулю $q = q_1^{r_1} \cdots q_2^{r_2} \cdots q_e^{r_e}$, обеспечивает циклическую свертку, если и только если $N \mid \text{НОД}[(q_1 - 1), (q_2 - 1), \dots, (q_i - 1), \dots, (q_e - 1)]$ [3].

В работах [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] рассмотрена возможность использования ТЧП в качестве альтернативы дискретного преобразования Фурье (ДПФ) при решении задач цифровой обработки сигналов (ЦОС). С целью повышения скорости ЦОС, в работах [7, 12] построен «модулярный» аналог быстрого преобразования Фурье (БПФ), позволяющий вычислять ТЧП за $N \cdot \log_2(N)$ умножений. Кроме этого, в [13, 14] показана возможность повышения скорости выполнения ТЧП в 2,5 и более чем в 3 раза по сравнению с классическим алгоритмом за счет использования параллельно-конвейерных методов вычисления, реализованных на чистосистематических и многоканальных систолических матрицах. Более того, в [15] исследована возможность реализации цифровых фильтров с использованием целочисленной арифметики на базе системы остаточных классов (СОК), показана возможность эффективного проектирования и реализации различных цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах (FPGA) и интегральных схемах специального назначения (ASIC).

С учетом вышесказанного, для уменьшения вычислительных затрат при формировании UPMC-сигналов за счет реализации цифровых фильтров с использованием ТЧП, разработана функциональная схема передающего устройства, реализующего технологию UPMC NTT (рис. 2).

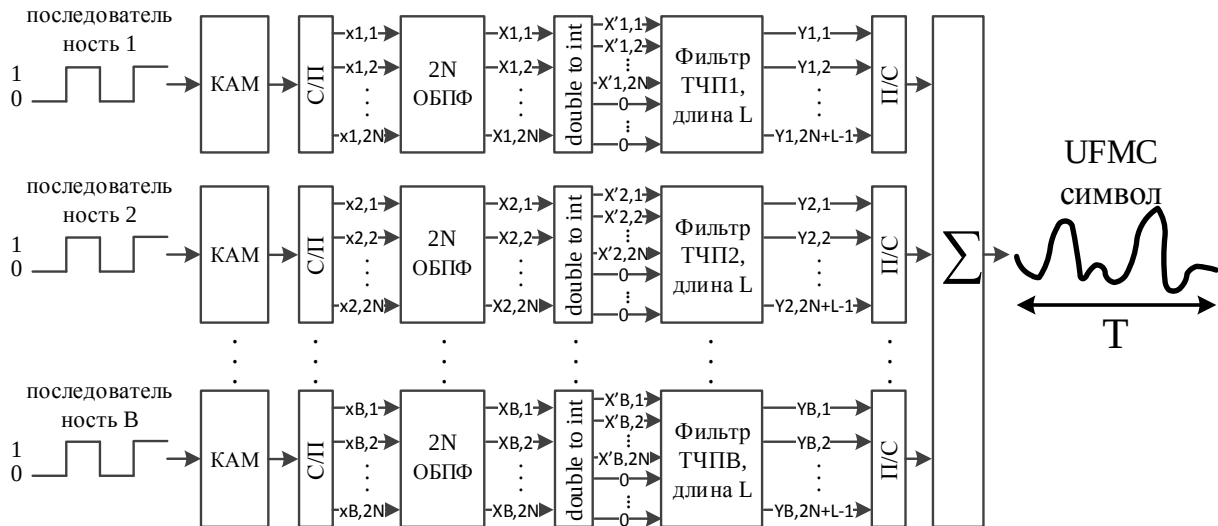


Рис. 2. Функциональная схема передающего устройства UPMC NTT

В отличие от UPMC, в технологии UPMC NTT, полученные с выходов B блоков ОБПФ вещественные значения $X_{i,k}$ ($i \in 1, \dots, B, k \in 1, \dots, 2N$) преобразовываются в целочисленный формат $X'_{i,k}$ и подаются на соответствующие цифровые фильтры с конечными импульсными характеристиками (КИХ – фильтр, Band Filter NTTi, length $L, i \in 1, \dots, B$). Указанные фильтры осуществляют ТЧП свертку преобразованных к целочисленному формату значений $X'_{i,k}$ ($i \in 1, \dots, B, k \in 1, \dots, 2N$) с преобразованными к целочисленному формату коэффициентами фильтров $h'_{i,l}$ ($i \in 1, \dots, B, l \in 1, \dots, L$), в соответствии с рис. 2.

При этом, для реализации указанной ТЧП свертки необходимо выполнить $8BN \log_2(4N)$ (4) умножений по модулю q . Оценка (4) получена без учета вычисления ТЧП последовательностей, являющихся коэффициентами фильтров.

Результаты исследования и их обсуждение. Поскольку исходные коэффициенты фильтров и вещественные значения, полученные с выходов B блоков ОБПФ $X_{i,k}$ ($i \in 1, \dots, B, k \in 1, \dots, 2N$) являются числами с плавающей запятой, переход к целочисленному представлению влечет появление ошибки округления. Общие вопросы о степени влияния возникающих ошибок на результат работы фильтра подробно рассмотрены в [15].

Для исследования влияния перехода к целочисленным вычислениям на помехоустойчивость UFMC NTT была разработана имитационная модель в среде Matlab. Параметры моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры моделирования системы

Параметр моделирования	Значение параметра
Система UFMC	
Тип фильтра UFMC	Дольфа-Чебышева
Длина весового окна фильтра, измеренная в количестве отсчетов импульсной характеристики фильтра	40, 74, 100
Ослабление фильтра в боковой полосе, дБ	40, 60, 100
Система UFMC NTT	
Тип фильтра UFMC NTT	Дольфа-Чебышева, с преобразованием коэффициентов в целые числа
Длина весового окна фильтра, измеренная в количестве отсчетов импульсной характеристики фильтра	40, 74, 100
Ослабление фильтра в боковой полосе, дБ	40, 60, 100
Размер ТЧП для реализации фильтра через свертку	2048
Ядро ТЧП ε	4
Модуль ТЧП q	319489
Общие параметры	
Размер бинарного потока передаваемых данных N	512
Количество поддиапазонов B	10
Количество поднесущих в одном поддиапазоне	20
Вид модуляции	16-QAM
Тип канала	Канал с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ)
Количество независимых испытаний	10000

На рис. 3 изображены временные характеристики прототипов, используемых в UFMC и UFMC NTT фильтров порядка 40, 74 и 100 с ослаблением в боковой полосе 100 дБ.

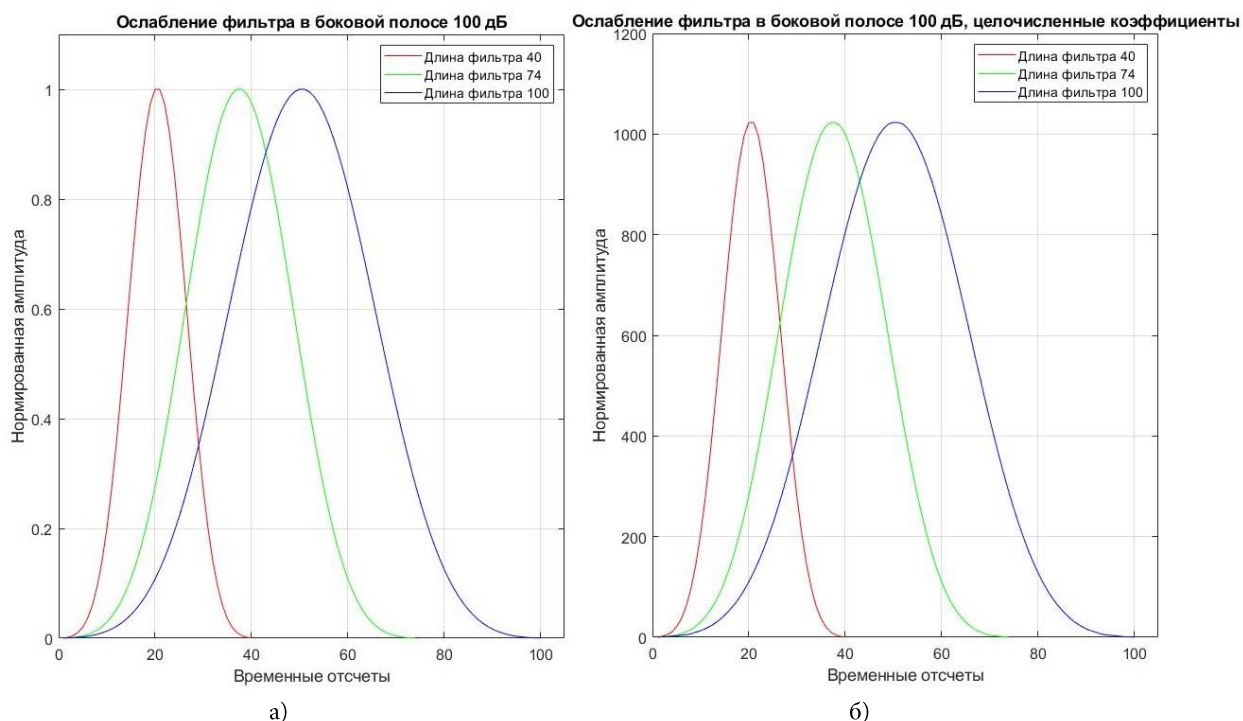


Рис. 3. Временные характеристики прототипов фильтров UFMC (а) и UFMC NTT (б)

Проектирование фильтров осуществлялось в среде компьютерного моделирования Matlab. Для перевода коэффициентов фильтров и вещественных значений $X_{i,k}$ ($i \in 1, \dots, B$, $k \in 1, \dots, 2N$) из машинного формата чисел двойной точности в двоичное и целочисленное представления были использованы следующие форматы и команды [15]:

1) получение двоичного представления

```
FormatRtoBin=[11,10];
Q_1=quantizer('round',FormatRtoBin);
h_binary=num2bin(Q_1, h);
```

2) получение целочисленного представления из двоичного

```
FormatBintoZ=[11,0];
Q_2=quantizer('round',FormatBintoZ);
h_int=bin2num(Q_2, h_binary).
```

Полученные таким образом целочисленные значения являются 11-битными числами, из которых 1 бит – знак числа, 10 бит – величина числа. Коэффициенты прототипа используемого в имитационной модели фильтра длины 40 с ослаблением в боковой полосе 100 дБ в форме машинного числа двойной точности, двоичного представления и целочисленного формата приведены в таблице 2. Коэффициенты прототипов используемых фильтров длин 74 и 100 вычисляются аналогично.

Таблица 2

Коэффициенты фильтра 40-го порядка с ослаблением в боковой полосе 100 дБ

Коэффициенты фильтра	Числовой формат представления		
	Двойная точность	Двоичное число	Целое число
$h_1 = h_{40}$	0.000482520461169818	00000000000	0
$h_2 = h_{39}$	0.00172931171421032	00000000010	2
$h_3 = h_{38}$	0.00458979049552286	00000000101	5
$h_4 = h_{37}$	0.0101877293782679	00000001010	10
$h_5 = h_{36}$	0.0200342369553012	00000010101	21
$h_6 = h_{35}$	0.0359703313190175	00000100101	37
$h_7 = h_{34}$	0.0600429761763075	00000111101	61
$h_8 = h_{33}$	0.0942993967021612	00001100001	97
$h_9 = h_{32}$	0.140510760229695	00010010000	144
$h_{10} = h_{31}$	0.199852763309052	00011001101	205
$h_{11} = h_{30}$	0.272585316498018	00100010111	279
$h_{12} = h_{29}$	0.357782937257993	00101101110	366
$h_{13} = h_{28}$	0.453168792567485	00111010000	464
$h_{14} = h_{27}$	0.555097011654540	01000111000	568
$h_{15} = h_{26}$	0.658710159662625	01010100011	675
$h_{16} = h_{25}$	0.758273840183742	01100001000	776
$h_{17} = h_{24}$	0.847662199310158	01101100100	868
$h_{18} = h_{23}$	0.920941593687757	01110101111	943
$h_{19} = h_{22}$	0.972979902612537	01111100100	996
$h_{20} = h_{21}$	1	01111111111	1023

Для исследования возможности осуществления цифровой фильтрации с использованием ТЧП, получена зависимость вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум в канале с аддитивным белым гауссовым шумом (АБГШ) для технологий UFMC и UFMC NTT с различными значениями длин и ослабления в боковой полосе поддиапазонных фильтров (рис. 4, 5, 6). После формирования UFMC NTT символов осуществлялось масштабирование их значений путем деления на 1100000.

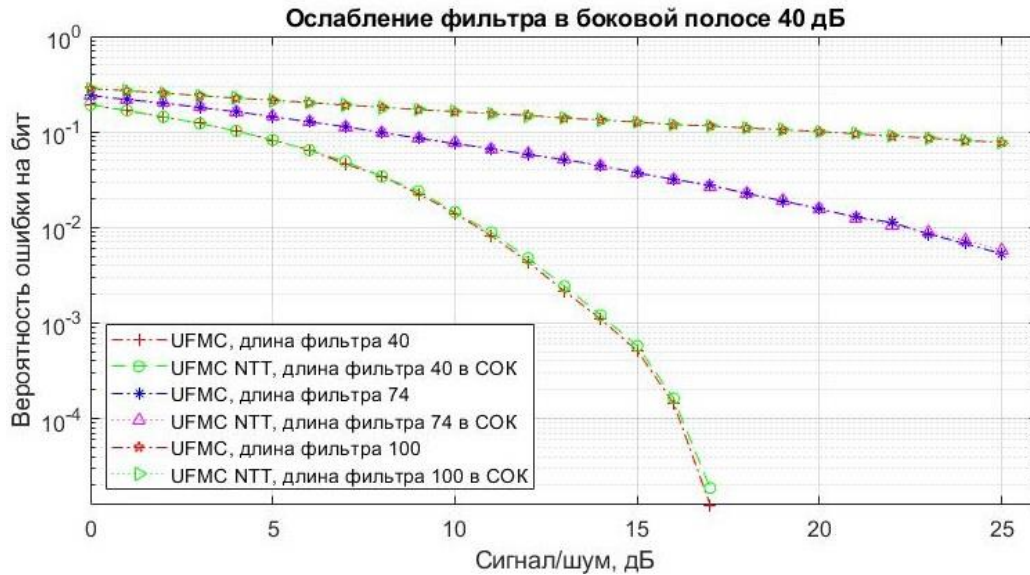


Рис. 4. Зависимость вероятности ошибки на бит от отношения сигнал/шум для технологий UFMC и UFMC NTT с длиной фильтра 40 и ослаблением в боковой полосе 40 дБ

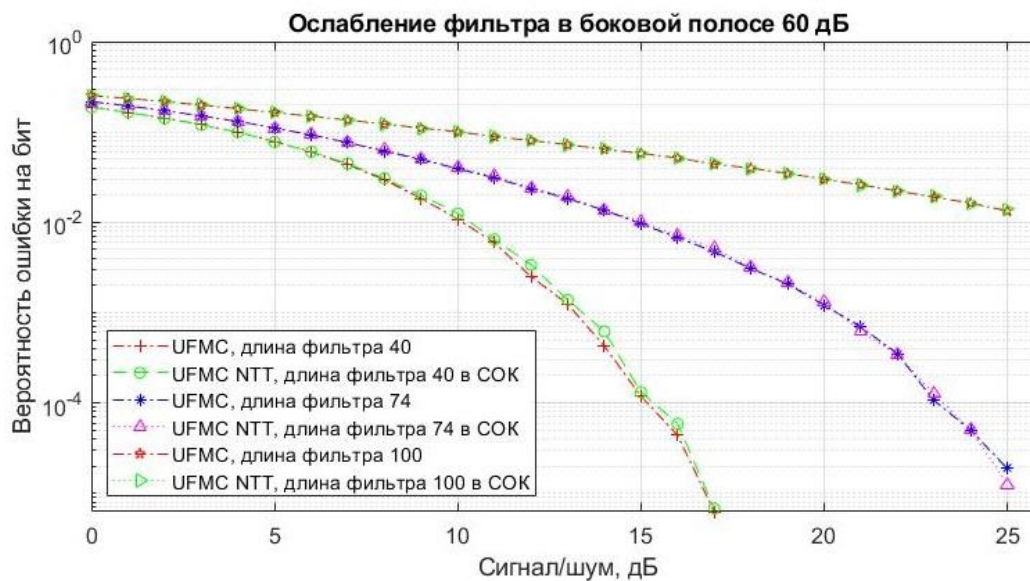


Рис. 5. Зависимость вероятности ошибки на бит от отношения сигнал/шум для технологий UFMC и UFMC NTT с длиной фильтра 74 и ослаблением в боковой полосе 60 дБ

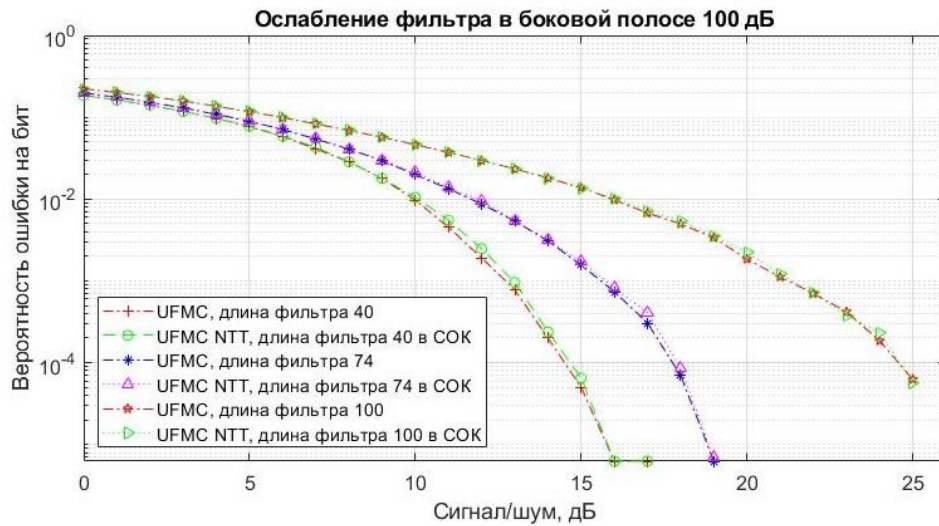


Рис. 6. Зависимость вероятности ошибки на бит от отношения сигнал/шум для технологий UFMC и UFMC NTT с длиной фильтра 100 и ослаблением в боковой полосе 100 дБ

На рис. 7 представлена зависимость количества умножений, необходимых для дополнительной фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT от размера N бинарного потока передаваемых данных и длины фильтров L по формуле $B(2N + L - 1)L$, приведенной в [3] и формуле (4) соответственно.

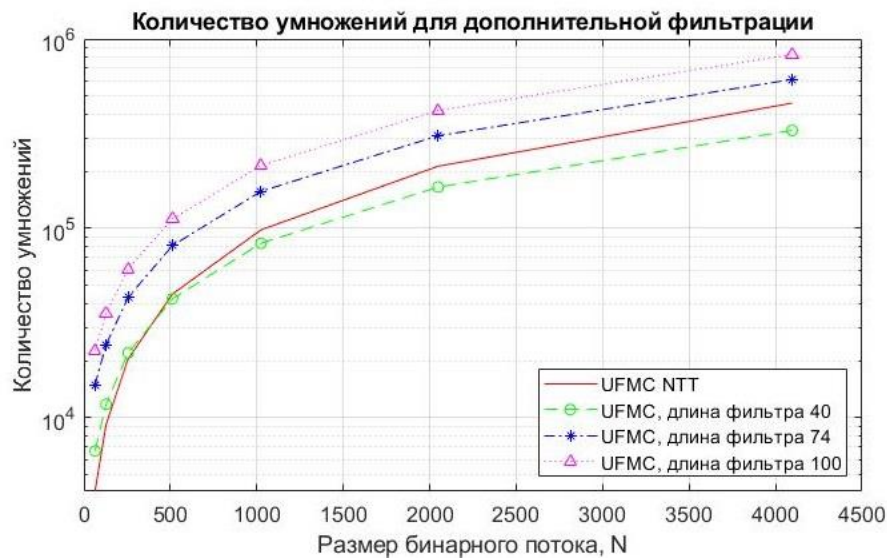


Рис. 7. Зависимость количества умножений, необходимых для дополнительной фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT от размера бинарного потока передаваемых данных и длины фильтра

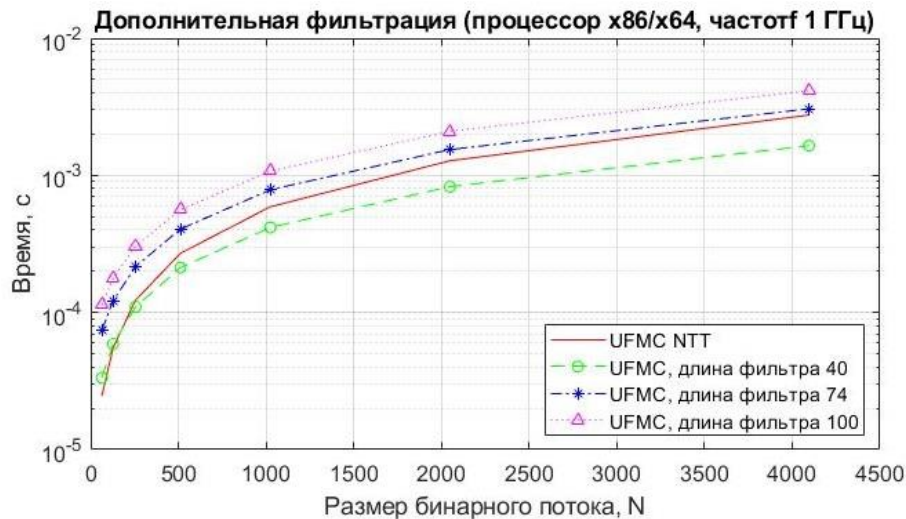


Рис. 8. Зависимость времени, необходимого для дополнительной фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT от размера бинарного потока передаваемых данных

Заключение. Перейдем от оценки количества умножений к оценке времени выполнения цифровой фильтрации на современных процессорах x86/x64. В соответствии с [16], стоимость 32/64-битного целочисленного умножения (MUL/IMUL) оценивается в 1-7 тактов. Стоимость умножения с плавающей запятой (FMUL) составляет 2-5 тактов [16]. Анализ зависимости «верхней оценки» времени, необходимого для дополнительной фильтрации в технологиях UFMC и UFMC NTT от размера N бинарного потока передаваемых данных показывает, что реализация цифровых фильтров с использованием ТЧП свертки для формирования UFMC-сигналов позволяет уменьшить сетевые задержки при длине фильтра более 40 (рис. 8). Указанное уменьшение происходит без ухудшения зависимости вероятности ошибки на бит от соотношения сигнал/шум, по сравнению с классическими подходами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00009.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухизи С., Киричек Р. В. Анализ возможностей применения SDN/NFV в мобильных сетях 5G // Молодежная научная школа по прикладной теории вероятностей и телекоммуникационным технологиям (АРТСТ). 2017. С. 166-174.
2. Draft new Report ITU-R M. [IMT-2020. TECH PERF REQ] – Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). URL: <https://www.itu.int/md/R15-SG05-C-0040/en>.
3. Гришин И. В., Феденева Н.С. Перспективы использования технологии UFMC в сетях 5G/IMT-2020 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 4. С. 16-24.
4. И. В. Ворожищев, Г. С. Бочечка, В. О. Тихвинский. Сравнительный анализ использования технологий UFMC и OFDM в сетях 5G // Электросвязь. 2017. № 11. С. 18-23.
5. J. M. Pollard. The fast fourier transform in a finite field. Math. Comp., vol. 25, pp. 365-374, Apr. 1971.
6. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления свертки: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с., ил.
7. Yurdanov D., Kalmykov M., Gostev D., Kalmykov I. The implementation of information and communication technologies with the use of modular codes. CEUR Workshop Proceedings 1837, 2017. – P. 206 – 212.
8. Абстрактные алгебраические системы и цифровая обработка сигналов / Вариченко Л.В., Лабунец В.Г., Раков М.А. – Киев : Наук. Думка, 1986. – 248 с.
9. Макклеллан Дж. Г., Рейдер Ч. М. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов; Пер. с англ./ Под ред. Ю.И. Манина. – М.: Радио и связь, 1993. – 356 с.
10. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления свертки: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с., ил.
11. Юрданов Д. В., Калмыков М. И., Журавлев К. М., Калмыков И. А. Использование теоретико-числовых преобразований для систем связи с OFDM // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3 – 2. – С. 178-182.

12. Юрданов Д. В., Калмыков М. И., Гостев Д. В., Калмыков И. А. Разработка быстрого алгоритма вычисления теоретико-числовых преобразований сигналов // Фундаментальные исследования. – 2017. -№10 Часть 1. –С. 67 – 71.
13. Е. В. Топоркова, М. И. Калмыков, Е. П. Степанова, Д. В. Юрданов, И. А. Калмыков. Разработка чисто-систолического алгоритма вычисления теоретико-числовых преобразований сигналов // Современная наука и инновации 2018 № 3. С. 28-36.
14. Калмыков М. И., Юрданов Д. В., Кононова Н. В., Калмыков И. А., Тынчеров К. Т. Разработка многоканального систолического алгоритма вычисления теоретико-числовых преобразований сигналов в поле Галуа GF(M) // Современные наукоемкие технологии 2019 № 1. С. 58-62.
15. Червяков Н. И., Коляда А. А., Ляхов П. А., Бабенко М. Г., Лавриненко И.Н., Лавриненко А.В. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 400 с.
16. Instruction tables. Lists of instruction latencies, throughputs and micro-operation breakdowns for Intel, AMD, and VIA CPUs. – URL: [https:// www.agner.org/optimize/instruction_tables.pdf](https://www.agner.org/optimize/instruction_tables.pdf).

ОБ АВТОРАХ

Калмыков Максим Игоревич, аспирант кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79064710242; E-mail: kia762@yandex.ru.

Kalmykov Maksim Igorevich, post-graduate student Of the Department of information security of automated systems of North Caucasus Federal University (NCFU). 355009, Stavropol, Pushkin St., 1. Tel: +79064710242; E-mail: kia762@yandex.ru.

Юрданов Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Yurdanov Dmitry Vladimirovich, post-graduate student Of the Department of information security of automated systems of North Caucasus Federal University (NCFU). 355009, Stavropol, Pushkin St., 1. Tel: + 79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Калмыков Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79187733001; E-mail: kia762@yandex.ru

Kalmykov Igor Anatolyevich, doctor of technical Sciences, Professor, Professor, Department of Information security of automated systems Federal STATE "North-Caucasian Federal University" (NCFU). 355009, Stavropol, Pushkin St., 1. Tel: + 79187733001; E-mail: kia762@yandex.ru

Ефременков Иван Дмитриевич, аспирант кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Efremenkov Ivan Dmitrievich, post-graduate student Of the Department of information security of automated systems of North Caucasus Federal University (NCFU). 355009, Stavropol, Pushkin St., 1. Tel: + 79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Волошин Евгений Александрович, аспирант кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Voloshin Evgeny Alexandrovich, post-graduate student Of the Department of information security of automated systems of North Caucasus Federal University (NCFU). 355009, Stavropol, Pushkin St., 1. Tel: + 79188048327; E-mail: stavrodin77@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 09.09.2019

После рецензирования: 23.09.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Е. А. Мазепа [E. A. Mazepa]
В. И. Дубовская [V. I. Dubovskaya]

УДК 519.23

ПРОСТРАНСТВО ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

THE SPACE OF THERMOMETRIC SIGNS IN THE PROBLEM OF MAMMARY GLANDS CANCER DIAGNOSIS

ФГАОУ ВО Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия,
e-mail: lmazepa@rambler.ru/ Federal STATE Autonomous educational institution Volgograd state University,
Volgograd, Russia, e-mail: lmazepa@rambler.ru

Аннотация. Рак молочной железы (РМЖ) самое распространенное злокачественное новообразование. Сегодня возрастает Доля молодых женщин, страдающих РМЖ возросло согласно статистическим данным ВОЗ. Своевременное выявление и дифференциальная диагностика позволяет диагностировать рак на ранних стадиях.

На данный момент, при обнаружении опухоли, размеры которой менее 5 мм, в большинстве случаев возможно полное излечение. Однако врачи диагностируют III-IV стадию заболевания приблизительно у 30% больных при первичном обследовании.

Материалы и методы, результаты и суждения. Данная работа посвящена проверке гипотезы об однородности моделирующих функций от температур, построенных для каждого качественного признака онкологического заболевания.

В статье получены следующие результаты. В ходе анализа результатов определения однородности для каждого контрольного класса, было выявлено, что класс «Здоровые» и класс «Группа риска» характеризуются неоднородностью по большей части признаков в разрезе возраста, диаметра молочных желез и места проведения обследования. Признаки класса «Рак» характеризуются однородностью. Закономерность возникновения неоднородности не была обнаружена. Не было выявлено влияния той или иной температуры, измеренной в конкретной точке, на однородность результатов.

Заключение. В результате исследования гипотеза об однородности выборок совмещенного и помехозащищенного датчиков была отклонена. Контрольный класс «Здоровые» отличается наибольшей неоднородностью выборок по типу датчика.

При попарном сравнении выборок различных возрастных групп, было выявлено, что температурные данные в группе 40-50 и >50 не имеют существенных различий в каждом контрольном классе, т.е. являются однородными. Следовательно, возможно объединение данных групп в одну при исследованиях. Гипотеза об однородности принимается для выборок смежных возрастных групп.

В ходе проверки гипотезы о зависимости результатов исследования от места проведения, был получен следующий вывод: выявление рака молочных желез при термометрическом обследовании не зависит от места проведения.

Абсолютная однородность была выявлена для выборок контрольного класса «Рак» по диаметру молочных желез, что свидетельствует о том, что фактически наличие заболевания не связано с диаметром молочной железы.

При построении экспертной системы и формировании обучающих выборок рекомендовано учитывать выявленные неоднородности в разрезе возраста, диаметра молочных желез и места обследования.

Ключевые слова: микроволновая радиотермометрия, анализ данных, однородность выборок.

Annotation. Breast cancer (breast cancer) is the most common cancer-quality neoplasm. Today, the Proportion of young women suffering from breast cancer has increased, according to who statistics. Timely detection and differential diagnosis allows you to diagnose cancer at early stages.

At the moment, if a tumor is detected that is less than 5 mm in size, in most cases, a complete cure is possible. However, doctors diagnose stage III-IV of the disease in approximately 30% of patients during initial examination.

Materials and methods, results and judgments. This work is devoted to testing the hypothesis of homogeneity of modeling functions from temperatures constructed for each qualitative sign of cancer.

The following results are obtained in the article. During the analysis of the results of determining homogeneity for each control class, it was revealed that the class "Healthy" and the class "Risk Group" are characterized by heterogeneity in most of the signs in the context of age, diameter of the mammary glands and the location of the survey. The signs of the class "Cancer" are characterized by homogeneity. The regularity of the inhomogeneity was not detected. The effect of a particular temperature measured at a particular point on the uniformity of the results was not revealed.

The work is devoted to statistical verification of the homogeneity of samples of feature in the context of the age of the patients, the diameter of the mammary glands and the place of the examination.

Conclusion. As a result of the study, the hypothesis of homogeneity of samples of combined and noise-proof sensors was rejected. The control class "Healthy" is characterized by the greatest heterogeneity of samples by type of sensor.

When pairwise comparing samples of different age groups, it was found that the temperature data in the group 40-50 and >50 do not have significant differences in each control class, i.e. they are homogeneous. Therefore, it is possible to combine these groups into one during research. The homogeneity hypothesis is accepted for samples of related age groups.

In the course of testing the hypothesis about the dependence of the results of the study on the location, the following conclusion was obtained: the detection of breast cancer during thermometric examination does not depend on the location.

Absolute uniformity was found for samples of the control class "Cancer" by the diameter of the mammary glands, which indicates that the actual presence of the disease is not related to the diameter of the breast.

When building an expert system and forming training samples, it is recommended to take into account the identified heterogeneities in the context of age, breast diameter, and place of examination.

Key words: microwave radiometry, data mining, homogeneity of samples.

Введение. Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространенным злокачественным новообразованием и занимает первое место в структуре онкологической заболеваемости женского населения. На данный момент наблюдается тенденция к возрастанию доли молодых женщин по отношению ко всему массиву больных РМЖ. По возрастным рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) к понятию «молодые женщины» относятся лица моложе 35 лет.

На результат лечения большое влияние оказывает своевременное выявление и дифференциальная диагностика образований молочной железы. На данный момент, при обнаружении опухоли, размеры которой менее 5 мм, в большинстве случаев возможно полное излечение. Однако врачи диагностируют III-IV стадию заболевания приблизительно у 30% больных при первичном обследовании. Показатели выживаемости варьируются в зависимости от уровня развития медицины: свыше 80% в странах с высоким и менее 20% в странах с низким уровнем. Такими факторами как несвоевременное обращение пациентов, а также отсутствие эффективных методов диагностики ранних стадий РМЖ обусловлена высокая частота выявления запущенных форм.

Следовательно, ранняя дифференциальная диагностика заболеваний молочных желез представляет собой сложную и актуальную проблему современной медицины и маммологии, в частности.

На данный момент основным методом объективной оценки состояния молочных желез является рентгеномаммография, которая имеет высокие ложноотрицательные результаты в выявлении опухолей при хорошо развитой, плотной железистой перенхиме и на фоне выраженных инволютивных изменений, когда на маммограммах хорошо распознаются образования размером более 1 см [4]. Необходимо отметить, что ни один метод ранней диагностики не может дать абсолютно точный результат. Следовательно, для повышения точности диагностики применяется как можно больше методов.

Метод микроволновой радиотермометрии (РТМ) представляет собой одно из наиболее перспективных направлений повышения эффективности ранней дифференциальной диагностики. Проведенный анализ зарубежной и отечественной литературы, которая посвящена радиотермографической медицинской аппаратуре, позволяет сделать следующий вывод: на данный момент решены многие принципиальные вопросы технологии создания высокоинформативных приемников теплового электромагнитного излучения в контексте медицинских и биологических задач. В настоящее время во многих областях практической медицины проводится изучение диагностических возможностей данного метода в различных диапазонах длин волн [11].

Метод микроволновой радиотермометрии базируется на измерении собственного электромагнитного излучения тканей в инфокрасном (ИК) диапазоне длин волн и микроволновом (РТ) диапазоне, благодаря чему становится возможным неинвазивное выявление температурных аномалий на глубине нескольких сантиметров [12].

Преимущество РТМ заключается в эффективности и безопасности обследования молочных желез женщин любых возрастных групп. Безопасность играет ключевую роль, так как в последнее время доброкачественные образования молочных желез обнаруживаются у каждой 4-й женщины в возрасте до 30 лет. У пациенток старше 40 лет патологические состояния молочных желез диагностируются в 60% случаев.

Методу радиотермометрии посвящено множество работ. В серии исследований выявлены и описаны возможности и результаты применения РТМ [3]. В ряде работ освещается тема разработки физико-математических моделей [10], а также анализа данных радиотермометрии (см.: [6; 7; 8]).

Проведенные исследования позволили специалистам выявить такие качественные признаки РМЖ как разница температур сосков, повышенная термоасимметрия между одноименными точками правой и левой мо-

лочной железы, повышенный разброс температур между отдельными точками молочной железы, являющейся пораженной, соотношение кожной и глубинной температур и другие (см.: [2; 3]).

Данные микроволновой термометрии носят объективный характер. Однако, постановка диагноза на основании обследования радиотермометрическим методом зависит от опыта и профессионализма врача, следовательно, во многом носит субъективный характер. Эффективная экспертная система, основанная на базе использования алгоритмов машинного обучения, математического и компьютерного моделирования, способна разрешить данную проблему.

Первоочередной задачей в ходе создания экспертной системы является нахождение высокоинформативных признаков онкологических заболеваний. А. Г. Лосевым и В. В. Левшинским был получен набор диагностических признаков. Проведение дальнейшего анализа данных предусматривает определение однородности моделирующих функций от температур, построенных для каждого качественного признака онкологического заболевания. Благодаря установленной на первом этапе анализа принадлежности исследуемых выборок одной генеральной совокупности становится возможным достигнуть максимальной эффективности и избежать возможных ошибок.

Материалы и методы исследования. Для диагностики молочных желез пациентки используется измерительный комплекс РТС-01-РЭС. При проведении обследования фиксируются 44 температуры в РТМ-диапазоне (глубинные) и ИК-диапазоне (кожные).

На рисунке 1 изображена схема измерений молочных желез. Начинаются измерения с двух точек в центре грудной клетки. Далее следуют 10 точек левой и правой желез, а также аксилярной области [1].

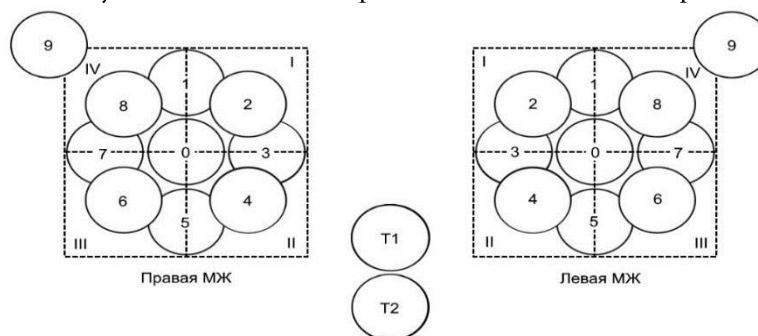


Рис. 1. Точки измерения температур молочных желез

Выборку температурных данных можно представить в виде:

$$S = \begin{pmatrix} t_0^1 & \dots & t_{43}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_0^k & \dots & t_{43}^k \\ t_0^{k+1} & \dots & t_{43}^{k+1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_0^n & \dots & t_{43}^n \end{pmatrix},$$

где t_i^j , $i = 0, \dots, 9$ – температуры i -ой точки правой молочной железы j -ой пациентки (РТМ-диапазон); t_i^j , $i = 10, \dots, 19$ – температура $[i - 10]$ точки правой молочной железы j -ой пациентки (ИК-диапазон); t_i^j , $i = 20, \dots, 29$ – температура $[i - 20]$ точки левой молочной железы j -ой пациентки (РТМ-диапазон); t_i^j , $i = 30, \dots, 39$ – температура $[i - 30]$ точки левой молочной железы j -ой пациентки (ИК-диапазон); $t_{40}^j = T1$, $t_{41}^j = T2$ – температуры опорных точек j -ой пациентки (РТМ-диапазон); $t_{42}^j = T1$, $t_{43}^j = T2$ – температуры опорных точек j -ой пациентки (ИК-диапазон).

Информация о молочных железах пациенток разных возрастных категорий содержится в базе термометрических данных, которая была создана на основе обследований, проведенных в ряде российских онкологических центров.

В ходе исследования, пациентки были разделены на три контрольных класса. Класс «Здоровые» содержит пациенток, обе железы которых являются здоровыми. Пациентки с хотя бы одной железой, пораженной диффузным или узловым раком, соотношены к классу «Рак». Все остальные, у которых выявлены изменения в тканях либо различные заболевания, соотношены к классу «Группа риска».

Заметим, что во встроенной в комплекс РТС-01-РЭС экспертной системе, применяется разделение молочных желез по их диаметрам на три группы: меньше 21см, от 22см до 26см, 27см и больше.

Также отметим, что за время применения метода в медицинской практике, измерения проводились различными типами датчиков устройств. Множество значений типов датчика определяется как $\{0, 1, 2, 6\}$, где:

- a) 0 — обычный;
- b) 1 — высокочастотный;
- c) 2 — помехозащищённый;
- d) 6 — совмещённый.

В данной работе использовалась база термометрических данных, которая содержит информацию об обследованиях 2359 пациенток помехозащищенным датчиком и 291 пациентки совмещенным; к контрольному классу «Здоровые» относится 191 пациентка, «Рак» – 167, «Группа риска» – 2261; учреждение №1 насчитывает обследования 1664 пациенток, учреждение №2 – 142, учреждение №3 – 502, учреждение №4 – 342.

Результаты исследований. В ряде исследований, а также на основании анализа опыта медицинской практики, доказано, что диагностика, основанная только на значениях температур, не позволяет достичь максимальной эффективности. Поэтому в работе применялись наборы моделирующих функций, которые представляют собой математическую формализацию известных эвристик и описывают нюансы поведения температур желез пациенток различных контрольных классов [6].

Для каждого качественного признака онкологического заболевания можно построить набор моделирующих функций от температур, значение которых количественно характеризует признак. В качестве примера приведем несколько функций, моделирующих:

- 1) Асимметрию температурных полей молочных желез:

$$\sum_{i=0}^9 |t_i - t_{i+20}|;$$

- 2) Соотношение кожной и глубинной температур:

$$\max_{i=0,9} (t_i - t_{i+10}).$$

Было отобрано 15 наиболее информативных признаков для проведения статистического анализа однородности выборок [6]. Анализ отдельно проводился для каждого контрольного класса: «Здоровые», «Рак», «Группа риска».

Для определения однородности выборок использовались методы, которые не связаны с конкретными законами распределения [5]: непараметрический критерий Манна-Уитни, который является аналогом критерия Стьюдента, и критерий Краскела-Уолисса.

Были рассмотрены две группы – выборки по помехозащищенному (2) и совмещенному (6) датчику. Для определения однородности выборок необходимо установить: можно ли считать, что данные выборки получены из одной генеральной совокупности.

Напомним некоторые положения прикладной статистики [9].

Для достижения поставленной цели выборки были объединены в одну, упорядочены и проранжированы следующим образом:

- 1) Элементу, который принимает наименьшее значение, предписывается ранг 1;
- 2) Элемент, обладающий наибольшим значением, получает последний ранг N, где N – численность группы.
- 3) Элементы, имеющие одинаковые значения, получают одинаковый ранг, который рассчитывается как среднее арифметическое номеров, под которыми расположены элементы в упорядоченной группе.

После присвоения элементам рангов, они были разведены по первоначальным группам. Для дальнейшей работы необходимо рассчитать значение критерия T, где T – сумма рангов элементов меньшей группы. Важно отметить, что существует несколько вариаций данного признака. Допустимо вычисление T как суммы рангов элементов большей группы. В том случае, когда наблюдается равенство элементов в группах, можно использовать любую из них.

С ростом численности групп (фактически при 20 элементах и более) распределение случайной величины T стремится к нормальному $N(m, \sigma)$, при

$$m = \frac{n_M(n_M + n_B + 1)}{2},$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_M n_B (n_M + n_B + 1)}{12}},$$

где n_M и n_B – численности меньшей и большей групп соответственно. В качестве критерия в этом случае используется нормированная случайная величина

$$Z = \frac{T - m}{\sigma}.$$

Необходимо отметить, что $Z \sim N(0, 1)$. В качестве компенсации используется поправка Йетса, благодаря которой возможно получение более точных значений. Необходимость поправки обусловлена тем, что случайная величина T является дискретной, а нормальное распределение – непрерывным. Случайная величина с поправкой Йетса имеет вид:

$$Z = \frac{|T - m| - \frac{1}{2}}{\sigma}.$$

Так как численность исследуемых групп достигает 2 тысяч, использовался нормальный закон распределения. Была введена нулевая гипотеза об однородности двух выборок по помехозащищенному и совмещенному датчикам для признака TEST_001 (манхэттенского расстояния между глубинными температурами правых и левых молочных желез).

Сумма рангов элементов меньшей выборки $T = 368752,5$. Тогда, параметры случайной величины Z принимают значение:

$$m = \frac{291 \cdot (291 + 2359 + 1)}{2} = 385720,5; \quad \sigma = \sqrt{\frac{291 \cdot 2359 \cdot (291 + 2359 + 1)}{12}} = 12314,724;$$

$$Z_{\text{набл}} = \frac{|368752,5 - 385720,5| - \frac{1}{2}}{12314,724} = 1,377.$$

Область принятия нулевой гипотезы представляет собой интервал $(-1,96; 1,96)$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Так как $Z_{\text{набл}}$ принадлежит данной области, нулевая гипотеза об однородности выборки принимается. Следовательно, фактор не влияет на отклик, т. е. исследуемый показатель не дает статистически значимых различий выборок.

Для автоматизации процесса вычисления критериев для других признаков были выбраны такие статистические программы как Statistica и SPSS.

Для определения однородности выборок программа производит расчет значения самого критерия Манна-Уитни, приближенно нормального распределения Z и p -value. P -значение – величина, которая используется для тестирования статистических гипотез. Фактически она представляет собой вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы. Данная проверка – альтернатива классической процедуре проверки через критическое значение распределения.

В большинстве случаев P -value является вероятностью того, что случайная величина с данным распределением (распределением тестовой статистики при нулевой гипотезе) достигнет значения, не меньшего, чем фактическое значение тестовой статистики.

Данную величину можно определить, как наименьшее значение уровня значимости, для которого вычисленная проверочная статистика ведет к отказу от нулевой гипотезы. P -value сравнивается со стандартным общепринятым уровнем значимости 0,05.

Задача проверки однородности значений признаков по нескольким группам решается применением критерия Краскала-Уолисса, который является непараметрическим аналогом дисперсионного анализа.

Нулевая гипотеза аналогичная – однородность выборок. Для построения критерия проверки нулевой гипотезы также, как и в критерии Манна-Уитни, используются ранги. Все элементы упорядочиваются независимо от группы по возрастанию и получают свой ранг. Сумма всех рангов, согласно формуле суммы средней арифметической прогрессии, равна

$$\frac{N(N+1)}{2}.$$

Средние ранги по группам вычисляются как средние арифметические соответствующих величин. Общий средний ранг равен:

$$\bar{R} = \frac{1 + 2 + \dots + N}{N} = \frac{N + 1}{2}.$$

В том случае, когда нулевая гипотеза верна, выборки однородны. Из этого следует, что сами наблюдения и ранги по величине должны быть рассредоточены равномерно. То есть средние ранги существенно не различаются между собой. При сравнении рангов используют отклонение от общего среднего:

$$(\bar{R}_1 - \frac{N+1}{2}), \dots, (\bar{R}_k - \frac{N+1}{2}).$$

Статистика Краскела-Уолисса – это случайная величина, которая вводится для суммарной характеристики подобных отклонений с учетом численности групп:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k n_j (\bar{R}_j - \frac{N+1}{2})^2.$$

Данная статистика представляет собой критерий проверки нулевой гипотезы. С ростом численности групп распределение H стремится к распределению χ^2 с $(k-1)$ степенями свободы (k – количество групп). При условии, что $H_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{крит}}$ нулевая гипотеза об однородности принимается на выбранном уровне значимости.

При возникновении хотя бы одной неоднородности среди любых двух выборок из k наблюдаемых, статистика Краскела-Уолисса принимает значение, большее чем $\chi^2_{\text{крит}}$. Для того, чтобы установить, выборки каких признаков являются неоднородными, необходимо проводить дальнейший статистический анализ посредством критерия Манна-Уитни для двух независимых выборок.

Таблица 1

Результаты однородности выборок по помехозащищенному и совмещенному датчику для класса «Здоровые», «Группа риска», «Рак» для 15 наиболее информативных признаков

ID	Признак	«Здоровые»	«Группа риска»	«Рак»
GEN_005_ DIFF_R	$\max_{i=0,9} (t_i - t_{i+10})$	неоднородно	неоднородно	однородно
TEST_015	$\max_{i=21,29} \left (t_{20} - t_{30}) - \frac{\sum_{j=1}^2 (t_{(i+j)(\text{mod}8)+21} - t_{(i+j)(\text{mod}8)+21+10})}{2} \right $	однородно	неоднородно	однородно
TEST_044	$\max_{i=0,8} \left \frac{\sum_{j=0}^8 (t_j - t_{j+10})}{9} - (t_i - t_{i+10}) \right $	однородно	однородно	однородно
TEST_001	$\sum_{i=0}^9 t_i - t_{i+20} $	неоднородно	однородно	неоднородно
GEN_006_ DIFF_L	$\max_{i=20,29} (t_i - t_{i+10})$	неоднородно	однородно	неоднородно
TEST_038	$\max_{i=0,8} (t_9 - t_{19}) - (t_i - t_{i+10}) $	однородно	однородно	однородно
TEST_033	$\max_{i=20,28} (t_{41} - t_{43}) - (t_i - t_{i+10}) $	неоднородно	неоднородно	однородно
TEST_032	$\max_{i=0,8} (t_{41} - t_{43}) - (t_i - t_{i+10}) $	неоднородно	однородно	однородно
GEN_019_ MW	$\max_{i=0,9} (t_i - t_{i+20}) $	неоднородно	однородно	неоднородно
TEST_002	$\sum_{i=10}^{19} t_i - t_{i+20} $	неоднородно	однородно	неоднородно
GEN_020_IR	$\max_{i=10,19} (t_i - t_{i+20}) $	однородно	однородно	неоднородно
GEN_021_ DIFF	$\max_{i=0,9} ((t_i - t_{i+10}) - (t_{i+20} - t_{i+30})) $	неоднородно	неоднородно	однородно
TEST_014	$\max_{i=1,9} \left (t_0 - t_{10}) - \frac{\sum_{j=1}^2 (t_{(i+j)(\text{mod}8)+1} - t_{(i+j)(\text{mod}8)+1+10})}{2} \right $	однородно	однородно	неоднородно

TEST_045	$\max_{i=20,28} \left \frac{\sum_{j=20}^{28} (t_j - t_{j+10})}{9} - (t_i - t_{i+10}) \right $	неоднородно	однородно	однородно
TEST_018	$\max_{i=21,28} t_{20} - t_i $	однородно	однородно	однородно

Благодаря полученным данным можно сделать следующие выводы:

- 1) Для контрольного класса «Здоровые» наблюдается 9 неоднородных признаков, «Группа риска» - 4, «Рак» - 6.
- 2) Признаки TEST_044, TEST_038, TEST_018 являются однородными для каждого контрольного класса.
- 3) Для класса «Рак» 8 из 9 однородных признаков характеризуют внутренние и радиальные градиенты молочной железы;
- 4) В классе «Группа риска» присутствуют 4 неоднородных признака, 3 из которых характеризуют градиент.

Таким образом, наибольшая неоднородность наблюдается для класса «Здоровые». Также для каждого контрольного класса отмечаются неоднородные признаки. Следовательно, при формировании обучающих выборок данных и в целом при построении экспертной системы следует учитывать неоднородность по разным датчикам.

Данные пациенток контрольных классов были поделены на следующие группы:

- 1) Возраст;
- 2) Диаметр молочной железы;
- 3) Место проведения обследования.

По каждому типу датчиков исследования проводились отдельно. Для демонстрации полученных результатов были выбраны признаки GEN_005_DIFF_R, TEST_015, TEST_044.

Таблица 2

Результат однородности в разрезе возраста класса «Группа риска» по помехозащищенному датчику

ID	Возраст					
	<30 и 30-40	<30 и 40-50	<30 и >50	30-40 и 40-50	30-40 и >50	40-50 и >50
GEN_005_DIFF_R	однородно	неоднородно	неоднородно	однородность	неоднородно	неоднородно
TEST_015	однородно	неоднородно	неоднородно	неоднородность	неоднородно	однородно
TEST_044	однородно	неоднородно	неоднородно	однородность	однородно	однородно

Таблица 3

Результат однородности в разрезе возраста класса «Группа риска» по совмещенному датчику

ID	Возраст					
	<30 и 30-40	<30 и 40-50	<30 и >50	30-40 и 40-50	30-40 и >50	40-50 и >50
GEN_005_DIFF_R	однородно	однородно	неоднородно	однородно	неоднородно	неоднородно
TEST_015	однородно	однородно	однородно	однородно	однородно	однородно
TEST_044	однородно	однородно	однородно	однородно	однородно	однородно

В ходе анализа полученных результатов, было выявлено:

1. По помехозащищенному датчику:
 - 1.1. Абсолютная однородность по всем исследуемым признакам наблюдается в паре <30 и 30-40, 40-50 и >50 лет (класс «Здоровые»);
 - 1.2. В группе <30 и 40-50 лет 5 из 6 неоднородных признаков характеризуют термоасиметрию молочных желез (класс «Здоровые»);
 - 1.3. Группы 30-40 и 40-50 однородны по всем 15 признакам, группы 40-50 и >50 – также однородны по всем, в группах 30-40 и >50 неоднородность наблюдается только в 1 из 15 признаков – TEST_014 (класс «Рак»);
 - 1.4. Наибольшая однородность отмечена у группы 40-50 и >50, 2 из 3 неоднородных признаков характеризуют внутренний градиент («Группа риска»);
2. По совмещенному датчику:

2.1. Для 30-40 и 40-50 лет характерна однородность по всем признакам, для всех остальных возрастных групп количество неоднородных признаков варьируется от 4 до 12 (класс «Здоровые»);

2.2. Выборки <30 и 30-40, <30 и 40-50, 30-40 и 40-50 характеризуются однородностью по всем 15 признакам («Группа риска»);

2.3. В парах <30 и >50, 40-50 и >50 отмечен один неоднородный признак – GEN_005_DIFF_R, у группы 30-40 и >50 – два неоднородных признака – GEN_005_DIFF_R и GEN_006_DIFF_L. Неоднородные признаки характеризуют внутренний градиент левой и правой молочной железы («Группа риска»);

В смежных возрастных группах, в основном, наблюдается однородность. При попарном анализе более удаленных друг от друга возрастных групп количество неоднородных признаков возрастает. Данная закономерность обусловлена структурными изменениями в молочных железах [4].

Поскольку группы 40-50 и >50 показали высокий уровень однородности в каждом контрольном классе, то имеет смысл объединить данные группы в одну при исследованиях.

В зависимости от места проведения обследования было выделено 4 группы.

Таблица 4

Результаты однородности выборок по местам проведения обследования
(«Здоровые», помехозащищенный датчик)

ID	Места проведения		
	Учреждение №1 и №3	Учреждение №3 и №4	Учреждение №1 и №4
GEN_005_DIFF_R	Однородно	неоднородно	неоднородно
TEST_015	Однородно	однородно	однородно

Таблица 5

Результаты однородности выборок по местам проведения обследования («Здоровые», совмещенный датчик)

ID	Места проведения	
	Учреждение №2 и №4	
GEN_005_DIFF_R	неоднородно	
TEST_015	неоднородно	
TEST_044	неоднородно	

На основании полученных данных, можно отметить:

1. По помехозащищенному датчику:

1.1. Выборки, относящиеся к учреждению №1 и №3, отличаются однородностью по всем признакам («Здоровые»);

1.2. При проверке гипотезы для пар учреждение №3 и №4, учреждение №1 и №4 была установлена неоднородность по двум признакам – GEN_005_DIFF_R, GEN_006_DIFF_K, которые характеризуют внутренний градиент левой и правой молочной железы («Здоровые»);

1.3. В паре учреждение №2 и №4 количество однородных признаков варьируется от 5 до 11 («Группа риска»);

1.4. У контрольного класса «Рак» наблюдается однородность по всем признакам для всех учреждений, в которых проводилось обследование данным типом датчика.

2. По совмещенному датчику:

2.1. Для класса «Здоровые» однородность наблюдается только для 2 признаков – TEST_002, GEN_020_IR (термоасимметрия кожных температур);

2.2. В паре учреждение №2 и №4 наблюдается 10 однородных признаков («Группа риска»).

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что выявление рака молочных желез не зависит от места проведения. Данный результат является достаточно правдоподобным и имеет место в медицинской практике.

Аналогичным образом была произведена проверка гипотезы относительно диаметра молочных желез.

Таблица 6

Результаты проверки гипотезы однородности выборок молочных желез с различным диаметром
(«Рак», помехозащищенный датчик)

ID	Диаметр		
	<21 и 22-26	<21 и >27	22-26 и >27
GEN_005_DIFF_R	Однородно	однородно	однородно
TEST_015	Однородно	однородно	однородно
TEST_044	Однородно	однородно	однородно

Таблица 7

Результаты проверки гипотезы однородности выборок молочных желез с различным диаметром
(«Рак», совмещенный датчик)

ID	Диаметр		
	<21 и 22-26	<21 и >27	22-26 и >27
GEN_005_DIFF_R	однородно	однородно	неоднородно
TEST_015	однородно	однородно	однородно
TEST_044	однородно	однородно	однородно

В ходе исследования было выявлено:

1. Группы 22-26 и >27 см (помехозащищенный датчик), <21 и 22-26 (совмещенный датчик) характеризуются однородностью по всем признакам для классов «Здоровые» и «Рак»;

2. Для «Группы риска» характерна преимущественно неоднородность по помехозащищенному датчику (количество однородных признаков варьируется от 1 до 3);

3. В группе 22-26 и >27 см отмечено 14 однородных признаков по совмещенному датчику («Группа риска»);

Для выборок всех трех групп, в основном, характерна однородность признаков. Таким образом, фактически наличие заболевания не связано с диаметром молочной железы.

Заключение. В результате исследования гипотеза об однородности выборок совмещенного и помехозащищенного датчиков была отклонена. Контрольный класс «Здоровые» отличается наибольшей неоднородностью выборок по типу датчика.

При попарном сравнении выборок различных возрастных групп, было выявлено, что температурные данные в группе 40-50 и >50 не имеют существенных различий в каждом контрольном классе, т.е. являются однородными. Следовательно, возможно объединение данных групп в одну при исследованиях. Гипотеза об однородности принимается для выборок смежных возрастных групп.

В ходе проверки гипотезы о зависимости результатов исследования от места проведения, был получен следующий вывод: выявление рака молочных желез при термометрическом обследовании не зависит от места проведения.

Абсолютная однородность была выявлена для выборок контрольного класса «Рак» по диаметру молочных желез, что свидетельствует о том, что фактически наличие заболевания не связано с диаметром молочной железы.

При построении экспертной системы и формировании обучающих выборок рекомендовано учитывать выявленные неоднородности в разрезе возраста, диаметра молочных желез и места обследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-01-00358 «Математические модели радиационных полей и анализа данных микроволновой радиотермометрии в ранней диагностике рака молочных желез».

Авторы выражают благодарность А. Г. Лосеву и В. В. Левшинскому за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдина Л. М. / Применение радиотермометра диагностического компьютеризированного интегральной глубинной температуры ткани для диагностики рака молочной железы: пособие для врачей. // Л. М. Бурдина, В. А. Хайленко, Е. В. Кизжаев, А. А. Легков, Е. Г. Пинхосевич, Ч. К. Мустафин, А. В. Вайсблат, С. Г. Веснин, Н. Н. Тихомирова. М., 1999. 20 с. URL: <http://www.resltd.ru/rus/literature/doctor.htm> (дата обр. 01.06.2018).

2. Вайсблат А. В. Использование микроволновой радиотермометрии в диагностике рака молочной железы / А. В. Вайсблат, С. Г. Веснин, М. А. Конкин. Электрон. текстовые дан. Режим доступа: <http://www.resltd.ru/rus/literature/cancer.htm>. Загл. с экрана.
3. Веснин С. Г. Современная микроволновая радиотермометрия молочных желез/ С. Г. Веснин, А. М. Каплан, Р. С. Авакян // Медицинский альманах. 2008. № 3. С. 82–87.
4. Замечник Т. В. Управляемый классификатор в диагностике рака молочной железы по данным микроволновой радиотермометрии / Т. В. Замечник, А. Г. Лосев, А. Ю. Петренко // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2019. № 3. С. 53–67.
5. Лосев А. Г. Анализ данных микроволновой радиотермометрии и гипотеза термоасимметрии / А. Г. Лосев, Е. А. Мазепа, Х. М. Сулейманова // Современная наука и инновации. 2019. Вып. 1 (25). С. 63–72.
6. Лосев А. Г. Интеллектуальный анализ данных микроволновой радиотермометрии в диагностике рака молочной железы / А. Г. Лосев, В. В. Левшинский // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2017. № 5 (342). С. 16–22.
7. Лосев А. Г. Интеллектуальный анализ многомерных термометрических данных в медицинской диагностике / А. Г. Лосев, А. В. Зенович, О. А. Бочкарев, В. В. Левшинский // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. 2016. № 5 (36). С. 150–161.
8. Мазепа Е. А. Методика оптимизации количества диагностических признаков заболеваний молочных желез на основе термометрических данных / Е. А. Мазепа, Х. М. Сулейманова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. 2016. Вып. 6 (37). С. 128–140.
9. Медик В. А. Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах / В. А. Медик, М. С. Токмачев, Б. Б. Фишман. М.: Медицина, 2000. 412 с.
10. Поляков М. В. Математическое моделирование пространственного распределения радиационного поля в биоткани: определение яркостной температуры для диагностики / М. В. Поляков, А. В. Хоперсков// Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. 2016. № 5 (36). С. 73–84.
11. Klemetsen O., Design of medical radiometer front – end for improved performance /
12. O. Klemetsen, [et al.] // Progress In Electromagnetics Research B. 2011. Vol. 27. P. 289–306.
13. Vesnin S., Turnbull A. K., Dixon J. M., Gorynin I. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer// Journal of Molecular Imaging & Dynamics/ 2017. V. 7. Is. 2. 1000136.

REFERENCES

1. Burdina L. M. Application of radiothermometer of diagnostic computerized integral deep tissue temperature for the diagnosis of breast cancer: a Handbook for doctors. / L. M. Burdina, V. A. Khaylenko, E. V. Kizhaev, A. A. Legkov, E. G. Pinkhosevich, Ch. K. Mustafin, A. V. Weisblat, S. G. Vesnin, N. N. Tikhomirova. M., 1999. 20 p. URL: <http://www.resltd.ru/rus/literature/doctor.htm> (date: 13.11.2019).
2. Weisblat, A.V. The use of microwave radiothermometry in the diagnosis of breast cancer / A.V. Weisblat, S. G. Vesnin, M. A. Konkin. Electron. text messages. Mode of access: <http://www.resltd.ru/rus/literature/cancer.htm>. The title. from the screen.
3. Vesnin, S. G. Modern microwave radiothermometry of mammary glands / S. G. Vesnin, A. M. Kaplan, R. S. Avakyan // Medical almanac. - 2008. - No. 3. P. 82–87.
4. Zamechnik T. V. Controlled classifier in the diagnosis of breast cancer according to microwave radiothermometry / T. V. Zamechnik, A. G. Losev, A. Yu. Petrenko // Mathematical physics and computer modeling. 2019. No. 3. P. 53–67.
5. Losev, A. G. Analysis of microwave radiothermometry data and hypothesis of thermoasymmetry / A. G. Losev, E. A. Mazepa, H. M. Suleymanova // Modern science and innovations. 2019. Vol. 1 (25). P. 63–72.
6. Losev A. G. Intellectual analysis of microwave radiothermometry data in the diagnosis of breast cancer / A. G. Losev, V. V. Levshinsky // Mathematical physics and computer modeling. 2017. No. 5 (342). P.16–22.
7. Losev A. G. Intellectual analysis of multidimensional thermometric data in medical diagnostics / A. G. Losev, A.V. Zeno- vich, O. A. Bochkarev, V. V. Levshinsky // Bulletin of Volgograd state University. Series 1, Mathematics. Physics. 2016. No. 5 (36). P. 150–161.
8. Mazepa E. A. Method of optimization of the number of diagnostic signs of diseases of the mammary glands on the basis of thermometric data / E. A. Mazepa, X. M. Suleymanova // Bulletin of the Volgograd state University. Series 1, Mathematics. Physics. 2016. Vol. 6 (37). P. 128–140.
9. Medik, V. A. Statistics in medicine and biology: a Guide. In 2 volumes / V. A. Medik, M. S. Tokmachev, B. B. Fishman. M.: Medicine, 2000. 412 P.
10. Polyakov M. V. Mathematical modeling of spatial distribution of radiation field in biotissue: determination of brightness temperature for diagnostics / M. V. Polyakov, A.V. Khoperskov // Vestnik volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Series 1, Mathematics. Physics. 2016. No. 5 (36). P. 73–84.
11. Klemetsen O., Design of medical radiometer front – end for improved performance / O. Klemetsen, [et al.] // Progress In Electromagnetics Research B. 2011. Vol. 27. P. 289–306.
12. Vesnin S., Turnbull A. K., Dixon J. M., Gorynin I. Modern Microwave Thermometry for Breast Cancer// Journal of Molecular Imaging & Dynamics/ 2017. V. 7. Is. 2. 1000136.

ОБ АВТОРАХ

Мазепа Елена Алексеевна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры математического анализа и теории функций, Волгоградский Государственный университет.

E-mail: lmazepa@rambler.ru

Mazepa Elena, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher of the Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Volgograd State University.

E-mail: lmazepa@rambler.ru, +79047563522

Дубовская Виктория Игоревна, магистрант кафедры математического анализа и теории функций, Волгоградский государственный университет. E-mail: vika_dubovskaya@mail.ru, +79616867256

Dubovskaya Victoria, Graduate Student of the Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Volgograd State University. E-mail: vika_dubovskaya@mail.ru, +79616867256

Дата поступления в редакцию: 09.08.2019

После рецензирования: 08.09.2019

Дата принятия к публикации: 11.09.2019

В. В. Цаплева [V. V. Tsapleva]
 С. Б. Сизов [S. B. Sizov]
 Г. В. Масютина [G. V. Masyutina]
 Т. И. Дровосекова [T. I. Drovosekova]

УДК 616-78

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ БЕШТАУГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

SYSTEM ANALYSIS HYDROLITHOSPHERE PROCESSES BESHTAUGORSKY FIELD

ФГАУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Институт сервиса, турзма и дизайна (филиал)
 г. Пятигорск, Россия// Nord Cavkaz Federal University

Аннотация. Рациональное использование водных ресурсов и охрана - это одно из основных звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы. Ученые всего мира, экологи, ищут оптимальное решение дефицита пресной воды.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. В данной статье рассмотрен системный анализ гидролитосферных процессов: разработана математическая модель гидролитосферных процессов Бештаугорского месторождения, приведены математические модели, описывающие процессы диффузии загрязняющих веществ в грунтовые воды, которые связаны соответствующими граничными условиями с эксплуатационным пластом, а также показаны этапы проектирования распределённой системы управления, приведен анализ замкнутой системы.

Заключение. В статье приводятся основные этапы проектирования системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин. Этапы рассмотрены на примере построения системы управления гидролитосферным процессом Бештаугорского месторождения минеральных вод. В работе установлен критический уровень понижения депрессионной воронки, при которой происходит попадание техногенных отходов в гидролитосферу Бештаугорского месторождения минеральных вод. Входным воздействием на объект управления служит дебит добывающих скважин. Функцией выхода - понижение уровня в зоне расположения скважин. Для создания системы управления гидродинамическим режимом, был синтезирован регулятор, управляющий дебитом добывающих скважин. График переходного процесса, отражающий понижение уровня в зоне расположения скважин, показывает эффективность изложенной методики проектирования системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин.

Ключевые слова: системный анализ, математическая модель, водоносный горизонт, гидролитосфера, техногенные отходы.

Abstract. Rational use of water resources and protection is one of the main links in the complex global problem of nature protection. Scientists around the world, environmentalists, are looking for an optimal solution to the shortage of fresh water.

Materials and methods, results and discussions. This article describes a systematic analysis hydroolithosphere processes: a mathematical model is developed hydroolithosphere processes Beshtaugorsky field, the mathematical models describing the processes of diffusion of contaminants in ground water that involve the relevant boundary conditions from the operational layer, and also shows the stages of designing distributed control system, the analysis of the closed-loop system.

Conclusion. The article describes the main stages of designing a system for operational control and management of production well flow. The stages are considered on the example of building a control system for the hydroolithospheric process of the Beshtaugorsky mineral water field. In this work, a critical level of lowering of the depression funnel, in which man-made waste enters the hydroolithosphere of the Beshtaugorsky mineral water field, is established. The input effect on the control object is the output of producing wells. The output function is to lower the level in the area where the wells are located. To create a hydrodynamic control system, a regulator was synthesized that controls the flow rate of producing wells. The transition process graph, which reflects the decrease in the level in the well location zone, shows the effectiveness of the described methodology for designing a system of operational control and management of the production well flow rate.

Key words: system analysis, mathematical model, aquifer, hydroolithosphere, industrial waste.

Введение. В настоящее время с учетом бурного развития жизнедеятельности людей, незначительное использование ресурсов приводит к тому, что экологические проблемы, в том числе и загрязнение воды, наблюдаются повсеместно. Решение этих экологических проблем одна из основных задач сегодняшнего дня. Ученые всего мира, экологи, ищут оптимальное решение дефицита пресной воды.

Материалы и методы. Рациональное использование водных ресурсов и охрана - это одно из основных звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

Подземные воды вслед за другими элементами окружающей среды испытывают влияние хозяйственной деятельности человека.

Уровень и загрязнение подземных вод могут меняться и зависит это от антропогенного воздействия, т.е. любого воздействия человека как на геосистему в целом, так и на отдельные природные компоненты в результате хозяйственной деятельности. Антропогенные факторы – это и сточные воды не канализованных поселков, и рост числа транспортных средств, и беспорядочная застройка селитебной зоны городов.

В подземных водах самоочищение происходит весьма медленно, так как не реализуется окисление органических веществ. Сводится к тому все это, что загрязнение подземных вод необратимо. Существенно меняется природная экосистема, т.к. подземные воды имеют прямую связь с поверхностными водами, а также с почвой и нижними слоями атмосферы (рис. 1).

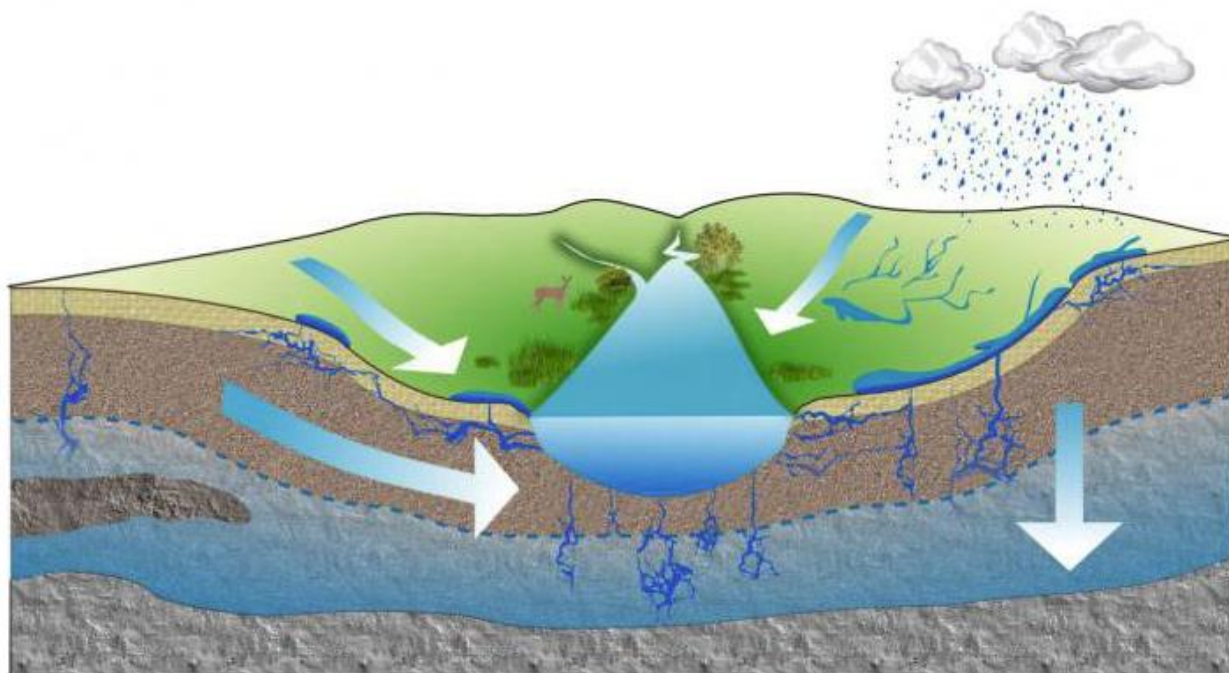


Рис. 1. Круговорот воды / Fig. 1. Water cycle

Проектирование системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин. Объектом исследования статьи выбрано Бештаугорское месторождение минеральных вод.

Процесс образования минеральных вод в регионе КМВ происходит следующим образом: дождевые воды проникают сквозь верхние слои грунта и водопроницаемые пласты, насыщаясь минеральными веществами разного состава. В глубоких слоях происходит газификация за счет поступления углекислоты вулканического происхождения от расположенного вблизи спящего вулкана Эльбруса. В зависимости от места образования эти воды имеют уникальный специфический состав, поэтому их сохранение качества является первоочередной задачей региона.

Бештаугорское месторождение было открыто в 1956 году при бурении Кольцовской экспедицией контрольно-наблюдательной скважины 2-Бештаугорская (2-Б) глубиной 998 метров у подножия горы Бештау на западном фланге уранового месторождения.

Минеральная вода из скважин №№ 66 и 2-Б стала разливаться в бутылки в качестве лечебно-столовой воды, плюс началась подача в смеси минеральных вод №№ 66 и 2-Б на Ессентукский курорт для бальнеолечения.

Водоносный комплекс апт-альбский вскрыт скважиной № 2-Б, глубина залегания кровли водоносного комплекса – 958 м. Он содержит термальные, слабоуглекислые, маломинерализованные воды сульфатно-гидрокарбонатного натриевого состава, самоизливающиеся, высоконапорные. Эксплуатационные запасы составляют 240 м³/сутки.

Химический состав вод по формуле Курлова скважины 2 Бештаугорской:

HCO_3 42 SO_4 40 (Cl 18)
 CO_2 0,5 М 4,0-Т 440С
 (Na+k) 87

Валанжино-титонский водоносный комплекс каптирован скважиной № 66, глубина залегания кровли водоносного комплекса – 1600 м. Он содержит термальные, углекислые воды средней минерализации хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава, самоизливающиеся, высоконапорные. Эксплуатационные запасы составляют 250 м³/сутки.

Химический состав вод по формуле Курлова скважины № 66:

HCO_3 45 SO_4 35 Cl 20
 CO_2 0,6 М 6,1-Т 540С
 (Na+k) 74 Ca 20

В гидрогеологических условиях Бештаугорского месторождения немаловажную роль также играет трещинная система, связанная с выделенной в предшествующих работах крупной линейной в региональном плане Бештаугорской зоной концентрации направленных субмеридионально тектонических нарушений, проходящей через Центральный участок и обеспечивающей его прямую по верхнемеловому водоносному горизонту гидравлическую связь с Развалкинским участком.

В рамках месторождения минеральных вод определяются наиболее многочисленные сбросы, прежде всего северо-восточного простирания.

Модель представлена двухслойной толщей, состоящей из двух горизонтов, верхний водоносный – грунтовый, нижний – напорный, разделены водоупорными отложениями. Между верхним и нижним горизонтами прослеживается гидравлическая связь, характеризующаяся параметром перетекания.

Добыча гидроминерального сырья производится с помощью двух заборных скважин.

По характеру вскрытия водоносных горизонтов водозабор бывает совершенный и несовершенный. В данном случае будет рассмотрен несовершенный водозабор, так как вскрывает водоносный горизонт не на полную его мощность. Поступление воды в них будет происходить через боковые стенки и дно (рис. 2).

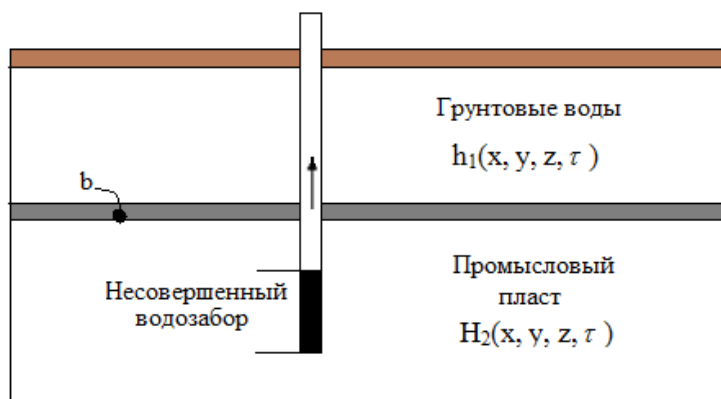


Рис. 2. Схема месторождения / Fig. 2. Field diagram

Задачу можно решить в напорах или в понижениях. В данном случае рассмотрим решение в напорах. Постановка задачи: найти максимально возможные уровни понижения воронки депрессии для рассматриваемого месторождения, при которых не будут нарушены качественные показатели минеральной воды.

Решение данной задачи основано на теории массопереноса (миграции загрязняющих веществ).

Процессы массопереноса формируют агрессивность подземных вод.

Конвекция, молекулярная диффузия и гидродисперсия – процессы, отвечающие за массоперенос загрязняющих веществ подземными водами. Данные процессы сопровождаются физико-химическим взаимодействием подземных вод, грунтов и газов.

Процессы, сопровождающие массоперенос в гетерогенных системах – это сорбция, растворение, ионный обмен, осаждение, выщелачивание, деятельность микроорганизмов.

Процессы, которые сопровождают миграцию в гомогенных системах – это комплексообразование, кислотно-щелочные взаимодействия, окислительно-восстановительные реакции.

Основная причина протекания данных процессов – это наличие расхождения концентраций компонента вещества. Другими словами, в одном месте водоносного горизонта концентрация компонента выше, в другом ниже. Функция, которая отвечает за направление самопроизвольных процессов – «химический потенциал». По мере того, как протекает химический процесс, химический потенциал стремится выровняться. То есть концентрации веществ в различных частях системы (порода – вода, источник загрязнения – вода, концентрация воды пресной и высокоминерализованной и т.п.) стремятся выровняться до равновесного состояния.

Вследствие этого и возникла необходимость разработки методики построения оценок влияния техногенных отходов на гидrolитосферные процессы. Это привело к необходимости коррекции целевых функций при построении системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин.

Первая декомпозиционная задача при построении системы управления технологическим процессом дебита добывающих скважин месторождения - описание математической модели с определением ее граничных условий. При моделировании также указываются начальные условия, физические и геометрические данные. Разработка математической модели месторождения минеральных вод показана на примере участка 1-КМВ-бис (данный участок входит в состав месторождения).

Предусматривается, что структура модели и методы реализации решений позволит максимально учесть геолого-гидрогеологическое строение объекта.

Создание математической модели в виде многопластовой происходит с применением трехмерной фильтрации, соответствующей схеме Мятлева-Гиринского, которая учитывают только горизонтальную составляющую в хорошо проницаемых пластах, а в слабопроницаемых – вертикальную, подчиняющуюся закону Дарси.

Математическая модель объекта управления записывается в виде:

$$\begin{aligned} \frac{dH_1}{dt} &= 1/\eta_1 * \left(\frac{d(k_{x1} \cdot dH_1)}{dx^2} + \frac{d(k_{y1} \cdot dH_1)}{dy^2} + \frac{d(k_{z1} \cdot dH_1)}{dz^2} \right); \\ v_{x1} &= \frac{k_{x1} \cdot dH_1}{dx}; v_{y1} = \frac{k_{y1} \cdot dH_1}{dy}; v_{z1} = \frac{k_{z1} \cdot dH_1}{dz}; (1)(3.1) \\ \frac{dC_1}{dt} &= 1/n * \left(\frac{d(D_x \cdot dC_1)}{dx^2} - \frac{v_{x1} \cdot dC_1}{dx} + \frac{d(D_y \cdot dC_1)}{dy^2} - \frac{v_{y1} \cdot dC_1}{dy} + \frac{d(D_z \cdot dC_1)}{dz^2} - \frac{v_{z1} \cdot dC_1}{dz} + w \right); \\ \frac{dH_2}{dt} &= 1/\eta_2 * \left(\frac{d(k_{x2} \cdot dH_2)}{dx^2} + \frac{d(k_{y2} \cdot dH_2)}{dy^2} + \frac{d(k_{z2} \cdot dH_2)}{dz^2} \right) + \frac{Q}{dz \cdot dx \cdot dy \cdot \mu}; \\ v_{x2} &= \frac{k_{x2} \cdot dH_2}{dx}; v_{y2} = \frac{k_{y2} \cdot dH_2}{dy}; v_{z2} = \frac{k_{z2} \cdot dH_2}{dz}; \\ \frac{dC_2}{dt} &= 1/n * \left(\frac{d(D_x \cdot dC_2)}{dx^2} - \frac{v_{x2} \cdot dC_2}{dx} + \frac{d(D_y \cdot dC_2)}{dy^2} - \frac{v_{y2} \cdot dC_2}{dy} + \frac{d(D_z \cdot dC_2)}{dz^2} - \frac{v_{z2} \cdot dC_2}{dz} + w \right); \end{aligned}$$

где: η_1, η_2 - упругость пласта; k_{x1}, k_{y1}, k_{z1} - коэффициенты фильтрации по соответствующим координатам, ($i=1,2$); H_i - функция напора, ($i=1,2$); n - активная пористость; D_x, D_y, D_z - коэффициент гидродинамической дисперсии; C_i - концентрация исследуемого компонента; v_{xi}, v_{yi}, v_{zi} - компоненты скорости фильтрации по соответствующим координатам, ($i=1,2$); μ - водоотдача; ω - параметр, характеризующий интенсивность внутрипластовых обменных процессов.

Схематизация на модели выделенных пластов проводилась в соответствии с абсолютными отметками их кровли и подошвы. Тела миоценовых интрузий, по причине отсутствия в них значимых потоков подземных вод, заданы непроницаемыми.

Необходимо также отметить, что имеющаяся информация по площади весьма неравномерна и характеризует в основном разведочные и эксплуатируемые участки (преимущественно Центральный участок). Гори-

горизонтальные k по пластам первоначально были рассчитаны в соответствии с картами коэффициентов водопроницаемости и мощностью выделенных слоёв, и уточнялись при решении обратных гидродинамических задач.

Основной подбор параметров производился путём подбора величины вертикального коэффициента фильтрации, преимущественно в разделяющих слабопроницаемых толщах.

Модельные величины фильтрационных параметров соответствуют результатам гидрогеологических опробований на изученных участках, а при отсутствии данных по проницаемости пластов они подбирались на модели в процессе решения обратных задач.

В результате оценки геофильтрационных параметров самые высокие значения горизонтальных коэффициентов фильтрации в целом по площади (0,01-0,003 м/сут) характерны для нижнемелового водоносного горизонта, и имеют наиболее высокие значения на Центральном участке. Отметим, что в данном случае речь идёт о расчётном (модельном) коэффициенте фильтрации, отнесённом к полной мощности выделенного водоносного горизонта, в то время, как реально водопритоки обеспечивают отдельные интервалы с более высокими фильтрационными параметрами. Указанные значения соответствуют значениям водопроницаемости от 1 до 4 мд/сут.

В соответствии со схемой месторождения (его картой), граничные условия записываются в виде:

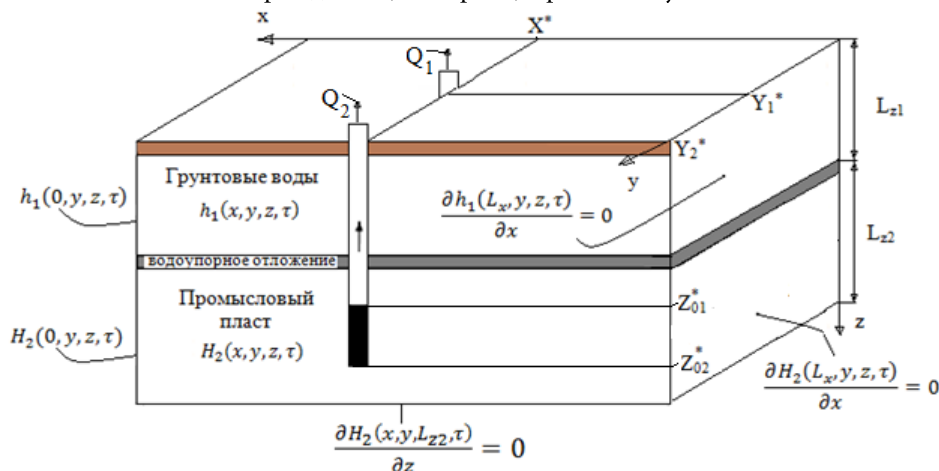


Рис. 3. Схема месторождения / Fig. 3. Field diagram

Граничные условия между пластами задаются в виде (условия Дарси). Грунтовые воды - Промысловый пласт

$$h_1(x, y, L_{z_1}, \tau) = h_1(x, y, L_{z_1}, \tau) + b_1 \cdot (H_2(x, y, 0, \tau) - h_1(x, y, L_{z_1}, \tau)),$$

$$H_2(x, y, 0, \tau) = H_2(x, y, 0, \tau) - b_1 \cdot (H_2(x, y, 0, \tau) - h_1(x, y, L_{z_1}, \tau)).$$

Боковые грани

Часть граничных условий боковых граней приведена на рисунке 4. Для формирования граничных условий по координате y , полагаем, что возмущения от заборных скважин не влияют на состояние пласта в граничных точках.

$$H_i(x, 0, z, \tau) = H_i(x, L_y, z, \tau) = 0, (i=1..2) \text{ (см. рис. 5.1).}$$

b_1 – параметр перетекания между пластами.

Конструктивные параметры объекта управления приведены в табл. 1 (значения параметров заданы в системе СИ).

Таблица 1

Конструктивные параметры

X_L	Y_L	Z_1	Z_2	X^*	Y_1^*	Y_2^*	Z_1^*	Z_2^*
1260	312	336	284	600	200	250	130	130

Физические параметры, используемые при моделировании объекта управления, были выбраны следующими (с учетом верификации модели объекта управления):

коэффициенты фильтрации - k_{xj} , $k_{yj} = 0,20$ м /сут., ($j=1,2$);

коэффициенты упругости - $\eta_1 = 1,5 \cdot 10^{-7}$ 1/м., $\eta_2 = 2 \cdot 10^{-7}$ 1/м.;

эффективная мощность пласта $m=90\text{ м.}$; коэффициент перетекания $b=0,00003\text{ сут.}$

Напор невозмущенных пластов: $h_1(x,y,z,0)=z\text{ м.}$; $H_2(x,y,z,0)=284\text{ м.}$

ОАО «Кавказгидрогеология» совместно с ЗАО «ГИДЭК» проводили работу по оценке ресурсного потенциала минеральных и пресных подземных вод Минераловодского артезианского бассейна (МAB) с применением методов численного моделирования. В рамках этой работы были собраны и обобщены результаты бурения и опробования поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин на подземные воды, а также ряда скважин поискового нефтяного бурения. По этим материалам был построен комплект карт по основным водоносным комплексам (горизонтам) МAB, включающий структурные, карты мощностей водовмещающих отложений, гидроизопьез, фильтрационных параметров и др. Построенные карты были приняты за основу для создания численной модели Бештаугорского месторождения минеральных вод.

В результате моделирования было установлено влияние уровня водоносного горизонта на миграцию техногенных отходов. Установлена критическая отметка понижения депрессионной воронки, при которой происходит попадание техногенных отходов в гидrolитосферу Бештаугорского месторождения минеральных вод (он составил 21 метр, рис. 4).

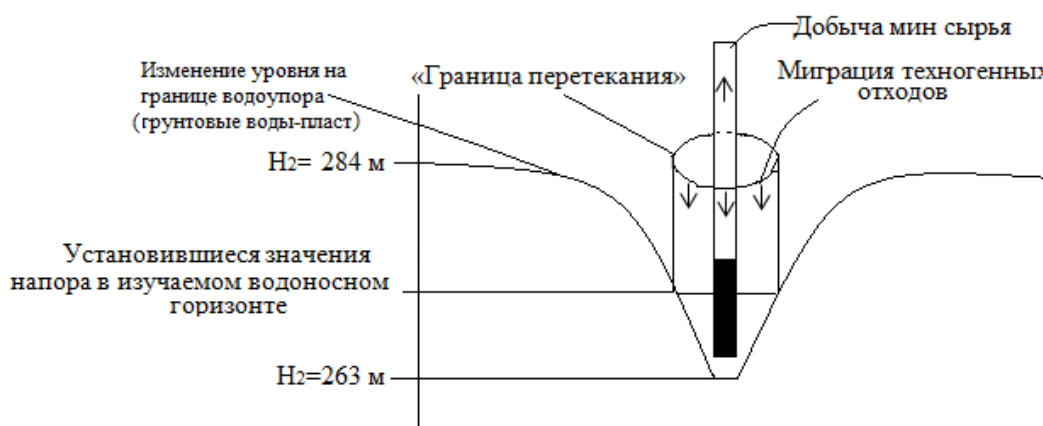


Рис. 4. Миграция загрязняющего вещества / Fig. 4. Migration of contaminants

На рисунке 4 изображена схема, показывающая процесс диффузии загрязняющих веществ. Как только происходит понижение напора, вызванное воздействием j -ой добывающей скважины и разница составляет 21 метр, начинается миграция техногенных отходов по направлению к добывающей скважине (на рисунке «граница перетекания»).

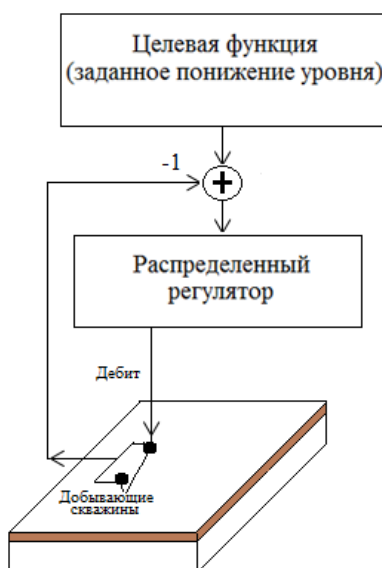


Рис. 5. Система управления параметрами гидrolитосферного процесса месторождения /

Fig. 5. Control system parameters gidroliticheskogo process deposits

Для создания системы управления гидродинамическим режимом (см рис. 5), был синтезирован регулятор, управляющий дебитом добывающих скважин.

Синтез рассматриваемого регулятора опирается на частотные характеристики, построенные по выбранным пространственным модам. Передаточная функция регулятора имеет вид [7,8]:

$$W(y, p) = E_1 \cdot \left[\frac{n_1 - 1}{n_1} - \frac{1}{n_1} \nabla^2 \right] + E_4 \cdot \left[\frac{n_4 - 1}{n_4} - \frac{1}{n_4} \nabla^2 \right] \cdot \frac{1}{p} + E_2 \cdot \left[\frac{n_2 - 1}{n_2} - \frac{1}{n_2} \nabla^2 \right] \cdot p \quad (2)$$

где ∇^2 – лапласиан; E_ξ , n_ξ ($\xi = 1, 2, 4$) – параметры, подлежащие определению.

На кафедре систем управления и информационных технологий СКФУ разработан пакет прикладных программ, позволяющий синтезировать регуляторы для рассматриваемых систем управления. В результате использования этого пакета получен распределенный регулятор вида:

$$W(y, p) = 4,226 \cdot 10^5 \left[\frac{0,5}{1,5} - \frac{1}{1,5} \nabla^2 \right] + 0,904 \left[\frac{0,5}{1,5} - \frac{1}{1,5} \nabla^2 \right] \frac{1}{p} + 0,662 p$$

Согласно методике синтеза систем с распределенными параметрами [7,8] подаем на вход регулятора входное воздействие $\Delta H(y_i, \tau) = H_i(y_i, \tau) - H_2(x^*, y_i, z^*, \tau)$, ($i=1, 2$)

Функция выхода измеряется в точке $z^* = (Z_{02}^* + Z_{01}^*)/2$.

Алгоритм управления записывается в виде:

$$U(y_i, \tau) = 4,226 \cdot 10^5 \cdot \left[\frac{0,5}{1,5} \cdot \Delta H(y_i, \tau) - \frac{1}{1,5} \nabla^2 \Delta H(y_i, \tau) \right] + 0,904 \cdot \int_{\tau} \left[\frac{0,5}{1,5} \cdot \Delta H(y_i, \tau) - \frac{1}{1,5} \nabla^2 \Delta H(y_i, \tau) \right] \cdot d\tau + 0,662 \cdot \frac{d\Delta H(y_i, \tau)}{d\tau}, (i=1, 2)$$

Приравняем $U(y_i, \tau) = Q(\tau)$ (забор воды, равный 500 м³/сут.) и промоделируем работу замкнутой системы управления. На рисунке 6 приведен график изменения уровня в точке $\{x = X^*; y = Y^*; z = Lz_2/2\}$. На вход замкнутой системы было подано входное воздействие 264 м (в момент времени $\tau = 0$ рассматриваемая точка находилась в состоянии 284 м).

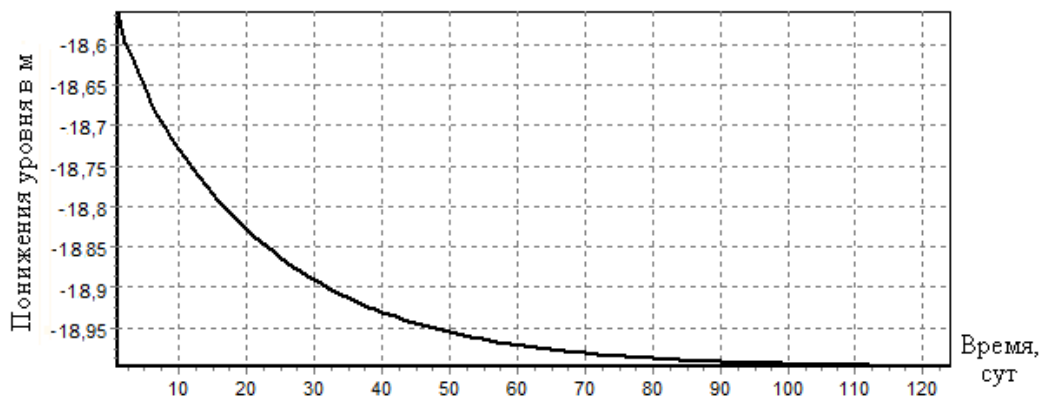


Рис. 6. График переходного процесса замкнутой системы управления /
Fig. 6. Schedule of the transition process closed-loop control system

Из рисунка видно, что понижение уровня составляет 19 м. Обычно выделяют коридор безопасности от 2 до 5 метров, это связано с сезонными изменениями уровня гидроминерального сырья.

Информацию о понижении уровня в зоне забора скважин измеряем с помощью технических средств.

В результате корректировки расхода появляется возможность осуществлять управление понижением уровня в зоне заборных скважин. Тем самым происходит управление технологически процессом дебита добывающих скважин месторождения минеральных вод.

Метрологическое обеспечение. Эксплуатация месторождения, опытные работы и режимные гидрогеологические наблюдения сопровождаются комплексом измерений гидрогеологических параметров и лабораторными исследованиями. Устья эксплуатационных и наблюдательных скважин, замерные и распределительные узлы оборудованы приборами и оборудованием для измерения напора (уровня), дебита воды и газа и температуры воды (рис. 7).

Измерения избыточного давления на устьях скважин проводятся манометрами: образцовыми (МО), точных измерений (МТИ), техническими (МТП) и самопишущими (МТС).

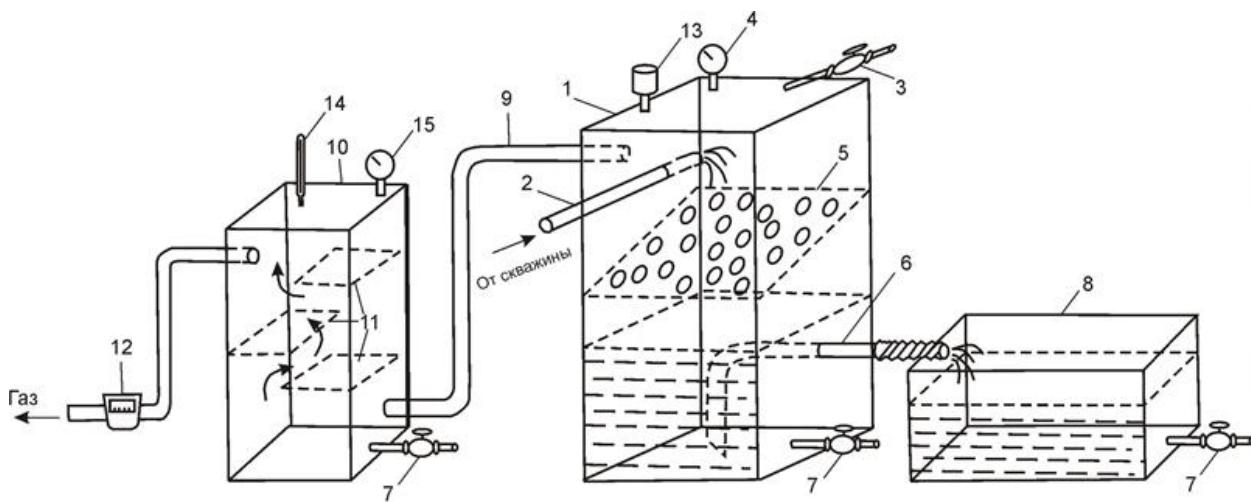


Рис. 7. Схема замерных узлов дебитов эксплуатационных скважин

- 1- Газотделитель 1х1х2 м (нерж.)
- 2-Входной патрубок $\text{dy } 100$
- 3-Вентиль на патрубке для сброса газа $\text{dy } 32$ (брон.)
- 4-Манометр МТП-160х4 кгс/см²
- 5-Перегородка-рассеиватель перфорированная (нерж.)
- 6-Сифонныйпатрубок для сброса воды $\text{dy } 100$
- 7-Вентиль $\text{dy } 50$ (брон.)
- 8-Мерная емкость 1,6х0,8 м (нерж.)
- 9-Отвод $\text{dy } 100$ (нерж.)
- 10-Влагоотделитель 0,8х0,5 м (нерж.)
- 11-Перегородки 0,8х0,5 м (нерж.)
- 12-Газовый счетчик РГ-40,65
- 13-Предохранительный клапан
- 14-Термометр ТЛ-0-100 С
- 15-Манометр МТП-160х4 кгс/см

Измерения отрицательного уровня подземных вод на скважине выполняются уровнемером типа ОПК-30 АУТ/1.

Замеры дебита скважин проводятся водомерами (ВСТГ, ВСТГ) и объемным методом с использованием секундомеров и тарированных мерных емкостей, объем которых на опытных скважинах составляет 1-2 м³.

Замеры температуры воды и воздуха проводятся набором термометров ТП-4 с ценой деления 0,1 °С.

Атмосферное давление измеряется барометром - anerоидом типа БАММ-1 № 833.

При ведении мониторинга и выполнении опытных гидрогеологических работ всегда соблюдаются требования к точности измерений в соответствии с методическими рекомендациями ВСЕГИНГЕО (Методические рекомендации по нормированию метрологических характеристик..., М., ВСЕГИНГЕО, 1990) и МР 25-07.03-2000 (Методические рекомендации. «Выбор и обоснование идеи точности измерений при гидрогеологических исследованиях»).

Для проведения опытно-эксплуатационных выпусков рассмотренных скважин и их последующей эксплуатации узлы учета оборудованы приборами непрерывной записи гидродинамических параметров. Они смонтированы по однотипной схеме и включают в себя комплекс механических и электронных средств измерений различных гидродинамических параметров (давление, дебит, суммарный расход, температура, расход газа).

Механические средства измерений представлены манометрами (манометр точных измерений МТИ, манометр образцовый МО, манометр самопишущий МТС), водомерами (счетчики воды ВСТ и ВСГ), термометрами (термометр стеклянный ртутный) и газовыми счетчиками типа РГ.

Заключение. В статье приводятся основные этапы проектирования системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин. Этапы рассмотрены на примере построения системы управления гидrolитосферным процессом Бештаугорского месторождения минеральных вод. В работе установлен критический уровень понижения депрессионной воронки, при которой происходит попадание техногенных отходов в гидrolитосферу Бештаугорского месторождения минеральных вод. Входным воздействием на объект управления служит дебит добывающих скважин. Функцией выхода - понижение уровня в зоне расположения скважин. Для создания системы управления гидродинамическим режимом, был синтезирован регулятор, управляющий дебитом добывающих скважин. График переходного процесса, отражающий понижение уровня в зоне расположения скважин, показывает эффективность изложенной методики проектирования системы оперативного контроля и управления дебитом добывающих скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев В. В., Быстров С. В., Першин И. М., Мансурова О. К. Анализ устойчивости линейных систем с распределёнными параметрами. Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. № 9. С. 2-5.
2. Першин И. М. Распределенные системы обработки информации. Пятигорск. – 2008. 146 с.
3. Першин И. М. Описание многомерных объектов дифференциальным уравнением в частных производных. Пятигорск. Сборник научных трудов VII Всероссийской научной конференции. 2015. С. 150-158.
4. Першин И. М., Кузьмин Н. Н., Малков А. В. Формирование целевых функций в задачах управления гидrolитосферными процессами. Материалы конференции "Информационные технологии в управлении" (иту-2012). 2012. с. 622-632.
5. Першин И. М., Веселов Г. Е., Першин М. И. Методы аппроксимации передаточных функций распределенных объектов. Сборник научных трудов VII Всероссийской научной конференции. 2015. С. 106-117.
6. Першин М. И. Исследование погрешностей динамических характеристик распределенных объектов при аппроксимации. Научный журнал. Современная наука и инновации. Выпуск №4(8), 2014. С. 46-50.
7. Першин И. М. Синтез систем с распределенными параметрами. Пятигорск: Изд-во «РИО КМВ», 2002. 212с.
8. Першин М. И., Веселов Г. Е. Методы построения систем управления гидrolитосферными процессами // Современная наука и инновации. Научный журнал. Выпуск №3(19), 2017. С. 35-45.

REFERENCES

1. Grigoriev V. V., Bystrov S. V., Pershin I. M., Mansurova O. K. stability Analysis of linear systems with distributed parameters. Mechatronics, automation, management. 2013. No. 9. Pp. 2-5.
2. Pershin I. M. Distributed information processing systems. Pyatigorsk. - 2008. 146 PP.
3. Pershin I. M. Description of multidimensional objects by a partial differential equation. Pyatigorsk. Collection of scientific papers of the VII all-Russian scientific conference. 2015. Pp. 150-158.
4. Pershin I. M., Kuzmin N. N., Malkov A.V. Formation of the objective functions in problems of control hydrolithosphere processes. Materials of the conference "Information technologies in management" (ITU-2012). 2012. pp. 622-632.
5. Pershin I. M., Veselov G. E., Pershin M. I. Methods of approximation of transfer functions of distributed objects. Collection of scientific papers of the VII all-Russian scientific conference. 2015. Pp. 106-117.
6. Pershin M. I. Investigation of errors in dynamic characteristics of distributed objects during approximation. Scientific journal. Modern science and innovation. Issue #4(8), 2014. Pp. 46-50.
7. Pershin I. M. Synthesis of systems with distributed parameters. Pyatigorsk: RIO CMS publishing House, 2002. - 212c.
8. Pershin I. M., Veselov G. E., Methods of construction of control systems hydrolithosphere processes//Modern science and innovation. Scientific journal. Issue #3(19), 2017. Pp. 35-45.

ОБ АВТОРАХ

Цаплева Валентина Викторовна, Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г. Пятигорске), кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий, тел.: +7-961-488-80-39, e-mail: val-ryazanova@yandex.ru

Tsapleva Valentina Viktorovna, North-Caucasus Federal University (Branch in Pyatigorsk), PhD in techniques, associate Professor Department of control systems and information technology, phone: +7-961-488-80-39, e-mail: val-ryazanova@yandex.ru

Масютин Галина Владимировна, Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г. Пятигорске), кандидат технических наук, доцент кафедры физики, электротехники и электроэнергетики, e-mail: kaf-ene@pfncfu.ru

Masyutina Galina Vladimirovna, North-Caucasus Federal University (Branch in Pyatigorsk), PhD in techniques, associate Professor of Department of physics, electrical and power engineering, e-mail: kaf-ene@pfncfu.ru

Сизов Сергей Борисович, Южный федеральный университет, аспирант 1 года обучения Института компьютерных технологий и информационной безопасности, тел.: +7-918-755-16-13, e-mail: harrior@gmail.com

Sizov Sergey Borisovich, Southern Federal University, 1 year graduate student, Institute of Computer Technology and information security, phone: +7-918-755-16-13, e-mail: harrior@gmail.com

Дровосекова Татьяна Ивановна, Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г. Пятигорске), кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий, тел.: +7-928-325-06-05, e-mail: tatyana0706@gmail.com

Drovosekova Tatiana Ivanovna, North-Caucasus Federal University (Branch in Pyatigorsk), PhD in techniques, associate Professor Department of control systems and information technology, phone: +7-928-325-06-05, e-mail: tatyana0706@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 01.06.2019

После рецензирования: 21.08.2019

Дата принятия к публикации: 01.11. 2019

Е. А. Ильина [E. A. Iina]
 Ю. В. Кочержинская [Yu. V. Kocherzhinskaya]
 Н. А. Дьяконов [N. A. Dyakonov]
 В. А. Дятловский [V. A. Dyatlovskiy]

УДК 303.732.4:
 004.414:364.467

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЛОНТЁРСКИМ ЦЕНТРОМ

ALGORITHMIC SUPPORT OF INFORMATION PROCESSING IN THE VOLUNTEER CENTER MANAGEMENT SYSTEM

ФГБОУ ВО Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова /
 Nosov Magnitogorsk State Technical University, e-mail: dar_nas@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты разработки алгоритмического обеспечения для проекта «Автоматизированная информационная система волонтерского центра», целью создания которой является получение многофункционального инструмента планирования и распределения человеческих и временных ресурсов, путем частичной автоматизации труда сотрудников и руководителя волонтерского центра «По зову сердца».

Материалы и методы. Волонтерский центр «По зову сердца» основан в 2013 году на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. На сегодняшний день центр разрабатывает и практически реализует социальные проекты в сфере оказания благотворительной помощи. Инструментарием для принятия управленческих решений в деятельности волонтерского центра, способным обеспечить эффективное контролирование потока добровольческих ресурсов с возможностью отслеживания результатов осуществляемой инициативы, является разработка алгоритмического обеспечения обработки информации в системе управления волонтерским центром «По зову сердца». Динамика развития и совершенствования программного продукта, основу которого составляет рассматриваемое алгоритмическое обеспечение, представлена в виде блок-схем алгоритмов работы каждого модуля информационной системы волонтерского центра.

Результаты и обсуждение. В волонтерском центре «По зову сердца» весь документооборот, связанный с набором волонтеров, отбором добровольцев на мероприятия, ведением базы данных штаба волонтерского центра, составлением рейтинга достижений добровольцев, подачей сторонних организаций на предоставление услуг волонтеров осуществляется вручную, что позволяет говорить о проблеме неэффективной организации работы данной организации, заключающейся в неравномерном распределении ресурсов. Реализация проекта в программном коде позволяет получить многофункциональное программное решение, способное частично обеспечить автоматизированное управление работой волонтерского центра «По зову сердца», с точки зрения полного контроля выполняемой деятельности, связанной с оказанием добровольческих услуг с возможностью экономии человеческих и временных ресурсов. Алгоритмическое обеспечение разработанного веб-ресурса состоит из одиннадцати модулей.

Заключение. Описание блок-схем алгоритмов работы всех программных модулей автоматизированной информационной системы создало прочную основу необходимую для успешной разработки данного программного решения, представляющего собой универсальный инструмент планирования и распределения человеческих и временных ресурсов волонтерского центра «По зову сердца»

Ключевые слова: алгоритмическое обеспечение, обработка информации, информационная система, волонтерская деятельность, добровольчество, автоматизированная система, блок-схема, алгоритм.

Annotation. The results of the development of algorithmic support for the project “Automated Information System of the Volunteer Center” are presented, the purpose of which is to obtain a multifunctional tool for planning and distribution of human and time resources, by partially automating the work of employees and the head of the volunteer center “At the Call of the Heart”.

Materials and methods. Volunteer Center “At the Call of the Heart” was founded in 2013 on the basis of Nosov Magnitogorsk State Technical University. Today the center develops and practically implements social projects in the field of charitable assistance. The toolkit for making managerial decisions in the activities of the volunteer center, capable of effectively controlling the flow of volunteer resources with the ability to track the results of the ongoing initiative, is the development of algorithmic support for information processing in the management system of the volunteer center “At the Call of the Heart”. The dynamics of development and improvement of the software product, the basis of which is considered by the algorithmic support, is presented in the form of flowcharts of the algorithms for each module of the information system of the volunteer center.

Results and discussion. At the “Call of the Heart” volunteer center, the entire workflow related to recruiting volunteers, selecting volunteers for events, maintaining the database of the volunteer center headquarters, compiling the volunteer achievements rating, and

applying third-party organizations for the provision of volunteer services is done manually, which allows us to talk about the problem of ineffective organization the work of this organization, which consists in the uneven distribution of resources. The implementation of the project in program code allows you to get a multifunctional software solution that can partially provide automated control of the work of the volunteer center "Call of the Heart", from the point of view of complete control of the activities related to the provision of voluntary services with the possibility of saving human and time resources. Algorithmic support of the developed web resource consists of eleven modules.

Conclusion. The description of the flowcharts of the operation algorithms of all the software modules of the automated information system has created a solid foundation for the successful development of this software solution, which is a universal tool for planning and distribution of human and time resources of the volunteer center "At the call of the heart".

Key words: algorithmic support, information processing, information system, volunteer activity, volunteering, automated system, flowchart, algorithm.

Введение. В настоящее время почти во всех странах мира возрастает интерес и понимание необходимости принимать активное участие в общественной жизни, что обозначается термином «добровольчество» и свидетельствует о ценности бескорыстия в индивидуальном мире. Современное добровольчество – это стиль жизни, характеризующийся открытостью к окружающим, великодушием, солидарностью, безвозмездным служением людям и обществу. Но это также и организованное сотрудничество, или форма общественного участия граждан, отличающаяся определенной последовательностью и общими программами, на благо конкретных групп и сообществ. Правовое регулирование данной сферы осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 11.08.1995 N 135-ФЗ (ред. от 18.12.2018) «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)» [1-3].

Добровольчество является одним из социально-значимых движений современного общества. Вовлечение молодежи в ряды волонтеров является не только способом формирования активной гражданской позиции, организации конструктивного свободного времени, но определенным этапом построения своей профессиональной карьеры. Основной замысел создания информационной политики добровольческих объединений заключается в повышении осведомленности граждан о существующих общественно-социальных проблемах и методах их решения, побуждение к деятельности, направленной на благо общества [4-6].

Организация деятельности волонтерского центра «По зову сердца». Волонтерский центр «По зову сердца» основан в 2013 году на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. Благодаря активной и плодотворной работе активистов, волонтерский центр был признан лучшим в Челябинской области в 2014 году, а также стал лауреатом Всероссийского конкурса «Студенческий актив» в номинации «Лучший проект в сфере добровольчества» и финалистом «Всероссийского студенческого форума» в номинации «Развитие среды – волонтерство и патриотизм». В 2015 году, после успешной работы волонтеров на Сурдлимпийских зимних играх, было принято решение открыть городской штаб волонтерского центра «По зову сердца». На сегодняшний день центр разрабатывает и реализует на практике социальные проекты в сфере оказания благотворительной помощи.

В настоящее время в волонтерском центре «По зову сердца» весь документооборот, связанный с набором волонтеров, отбором добровольцев на мероприятия, ведением базы данных штаба волонтерского центра, составлением рейтинга достижений добровольцев, подачей сторонних организаций на предоставление услуг волонтеров осуществляется вручную, что позволяет говорить о проблеме неэффективной организации работы данной организации, заключающейся в неравномерном распределении ресурсов.

Данная проблема оказывает серьезное влияние на штаб руководителей волонтерского центра «По зову сердца», лишая их возможности осуществления полного контроля качества выполнения добровольческой деятельности, что приводит к неэффективному управлению волонтерским центром. Успешное её решение должно предоставить инструмент современного и корректного управления деятельностью волонтерского центра, обеспечить эффективное контролирование потока добровольческих ресурсов с возможностью отслеживания результатов осуществляемой инициативы [7-8].

Ключевой составляющей любого добровольческого объединения является штаб руководителей всех направлений деятельности, который в настоящей ситуации сталкивается с трудностями, которые выражаются в следующем:

- 1) большие затраты рабочего времени на ведение бумажной базы данных добровольцев;
- 2) невозможность автоматизированного уведомления волонтеров об одобрении поданной заявки;

- 3) отсутствие контроля достижений посредством рейтинговой системы;
- 4) необходимость создания физического магазина сувенирной продукции;
- 5) большие затраты рабочего времени на ведение отчетной документации;
- 6) необходимость личной встречи с заказчиком для оформления заявки на предоставление добровольцев.

В совокупности данные проблемы приводят к снижению качества работы волонтерского объединения, заключающейся в невозможности регламентируемой своевременной связи между волонтерским центром, добровольцами и организациями, заинтересованными в сотрудничестве.

Разработанное программное решение позволит обеспечить:

- 1) поддержание в актуальном виде информации о волонтерах и их деятельности;
- 2) удаленный доступ к необходимой информации с возможностью подачи заявки на участие в том или ином мероприятии для волонтеров;
- 3) благоприятные условия для сотрудничества со сторонними лицами и организациями;
- 4) автоматизированное формирование отчетов по реализованным мероприятиям;
- 5) наличие интернет-магазина сувенирной продукции;
- 6) контроль за результатами осуществляемой инициативы;
- 7) автоматизированное распределение доступных ресурсов волонтерского центра и контроль их доступных объемов на каждый момент времени.

Все заявленные функции были объединены в проект с названием «Автоматизированная информационная система волонтерского центра», целью создания которой является получение многофункционального инструмента планирования и распределения человеческих и временных ресурсов, путем частичной автоматизации труда сотрудников и руководителя волонтерского центра «По зову сердца».

После внедрения разработанного проекта в жизнь заказчик получит многофункциональное программное решение, способное частично обеспечить автоматизированное управление работой волонтерского центра «По зову сердца», с точки зрения полного контроля выполняемой деятельности, связанной с оказанием добровольческих услуг с возможностью экономии человеческих и временных ресурсов. Труд сотрудников, в части ведения базы данных и сотрудничества как с добровольцами, так и с заказчиками, будет автоматизирован. Все заявки будут существовать в электронном виде, а заинтересованное лицо или представитель организации будет заполнять необходимые поля выбранной заявки, многие из которых будут представлять собой списки по соответствующим классификаторам. Это исключит случайные и намеренные ошибки при ведении базы данных [9-10].

Важное преимущество, которое получает заказчик, является контроль качества оказания добровольческих услуг, основанный, прежде всего, на отслеживании уровня реализуемой деятельности, которые производят team-лидеры во время непосредственной работы с волонтерами на мероприятии.

Разработка алгоритмического обеспечения обработки информации в системе управления волонтерским центром

Любое качественное программное решение требует предварительной разработки алгоритмического обеспечения. Алгоритмическое обеспечение разработанного веб-ресурса состоит из одиннадцати модулей, описанных ниже. Общая схема программного продукта приведена на рисунке 1.

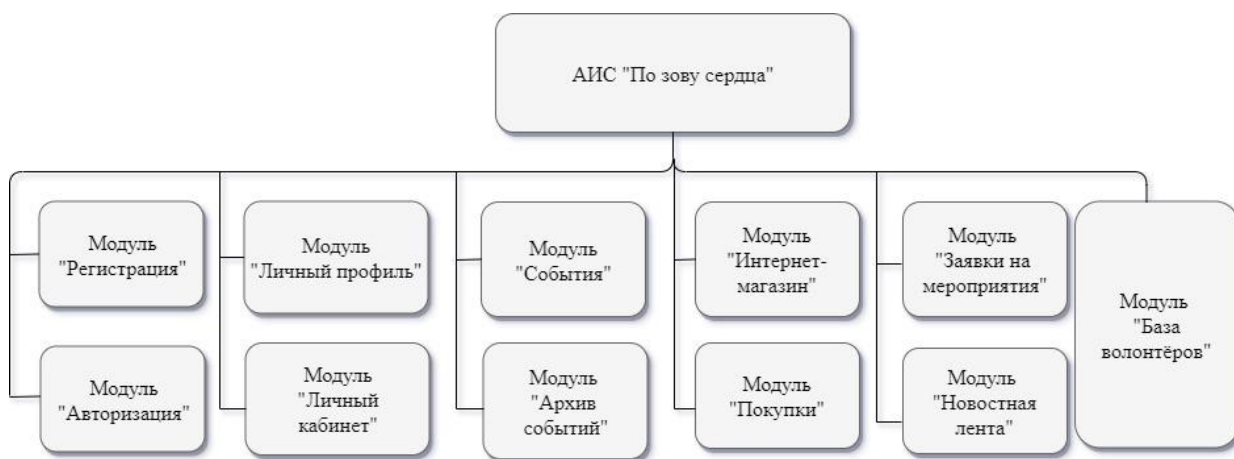


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемой информационной системы

Модуль «Регистрация» представляет собой раздел, в котором пользователь, помимо создания личного логина и пароля для входа на сайт, заполняет анкету, хранящуюся в общей базе данных, информация из которой просматривается сотрудниками волонтерского центра в ходе работы с волонтером. Блок-схема алгоритма данного модуля представлена на рисунке 2.

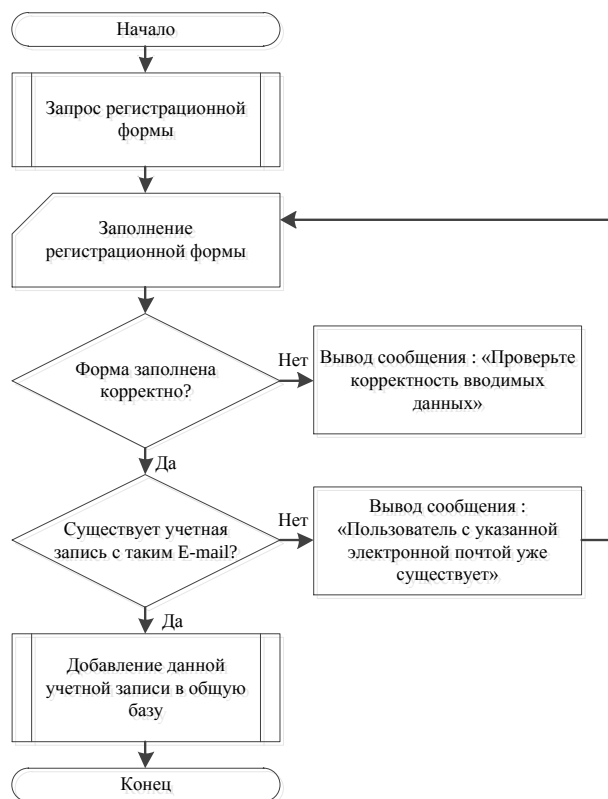


Рис. 2. Блок-схема модуля «Регистрация»

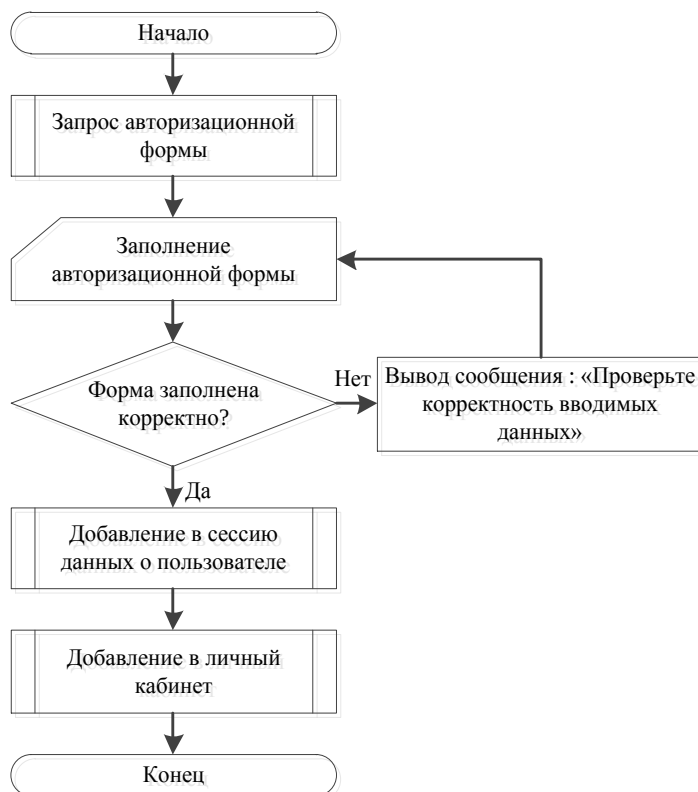


Рис. 3. Блок-схема модуля авторизации

Модуль «Авторизация» обеспечивает доступ к ресурсам и возможностям веб-ресурса зарегистрированным пользователям. Блок-схема алгоритма данного модуля представлена на рисунке 3.

Модуль, представляющий собой личный профиль дает пользователю возможность просматривать и изменять свои личные данные, указанные при регистрации: ФИО, дата рождения, размер одежды, размер обуви, пол, направление деятельности, контактный номер телефона, адрес личной страницы в социальной сети ВКонтакте, место учебы/работы, хобби и интересы. Блок-схема алгоритма данного модуля представлена на рисунке 4.

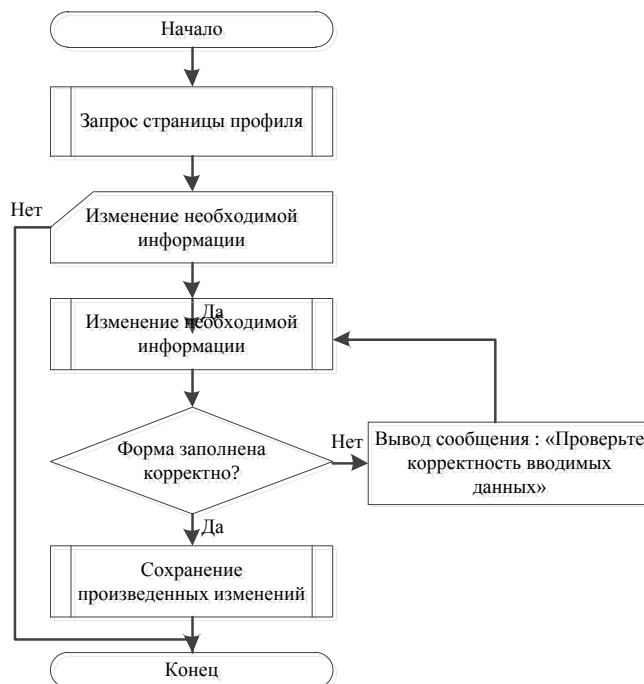


Рис. 4. Блок-схема модуля «Личный профиль»

Модуль «Личный кабинет волонтера». Данный модуль предоставляет волонтеру список событий, в которых он принимает участие и событий, в которых свое участие еще не подтвердил. Блок-схема модуля «Личный кабинет волонтера» представлена на рисунке 5.

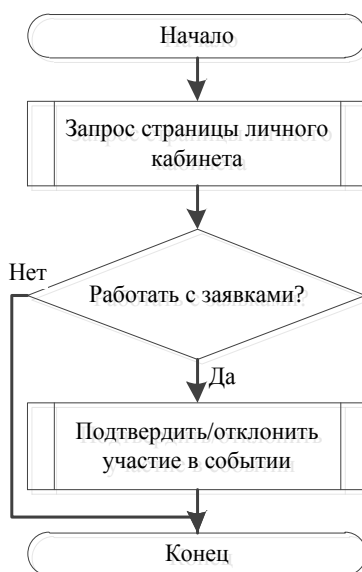


Рис. 5. Блок-схема модуля «Личный кабинет волонтера»

Модуль «Архив событий». Предоставляет доступ сотрудникам к архиву с завершенным мероприятиям с отчетами. Блок-схема модуля «Архив событий» представлена на рисунке 6.

Модуль «Покупки». Данный модуль позволяет произвести покупку товара волонтером за условную валюту. Для этого сотруднику выбирает конкретного волонтера, список товаров и вводит код, который волонтер сообщает сотруднику. Данный код генерируется автоматически в процессе совершения покупки и отображается у волонтера при входе под своим аккаунтом на сайт. Блок-схема модуля «Покупки» представлена на рисунке 7.

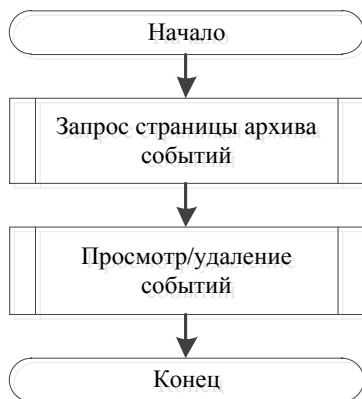


Рис. 6. Блок-схема модуля «Архив событий»



Рис. 7. Блок-схема модуля «Покупки»

Модуль «События». Предоставляет доступ сотрудникам центра к управлению событиями, а волонтерам - список актуальных событий. Блок-схема данного модуля представлена на рисунке 8.

Модуль «Заявки на мероприятия». Данный модуль обрабатывает заявки сторонних организаций на предоставление волонтеров. Сотрудник волонтерского центра может ознакомиться с данной заявкой, отклонить ее или принять. После принятия заявки, сотрудник должен создать мероприятие на основе информации из заявки. Блок-схема данного модуля представлена на рисунке 9.

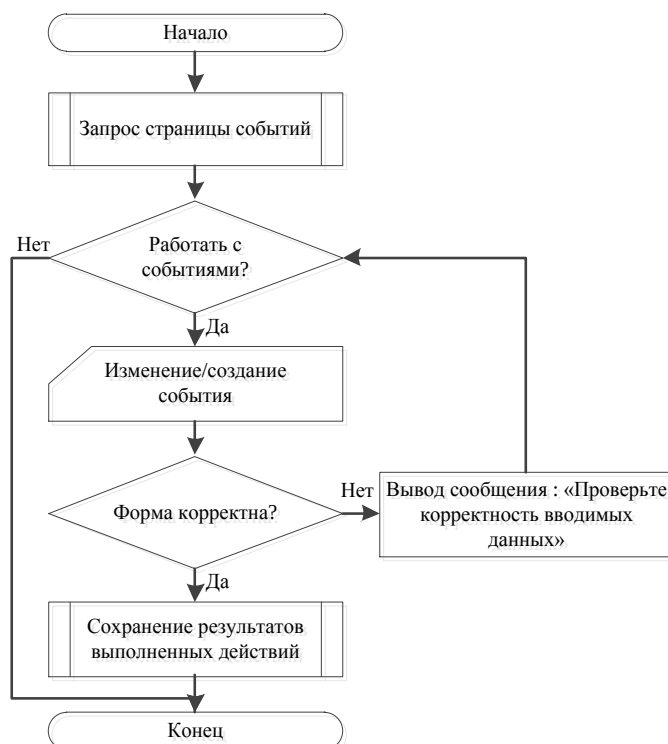


Рис. 8. Блок-схема модуля «События»

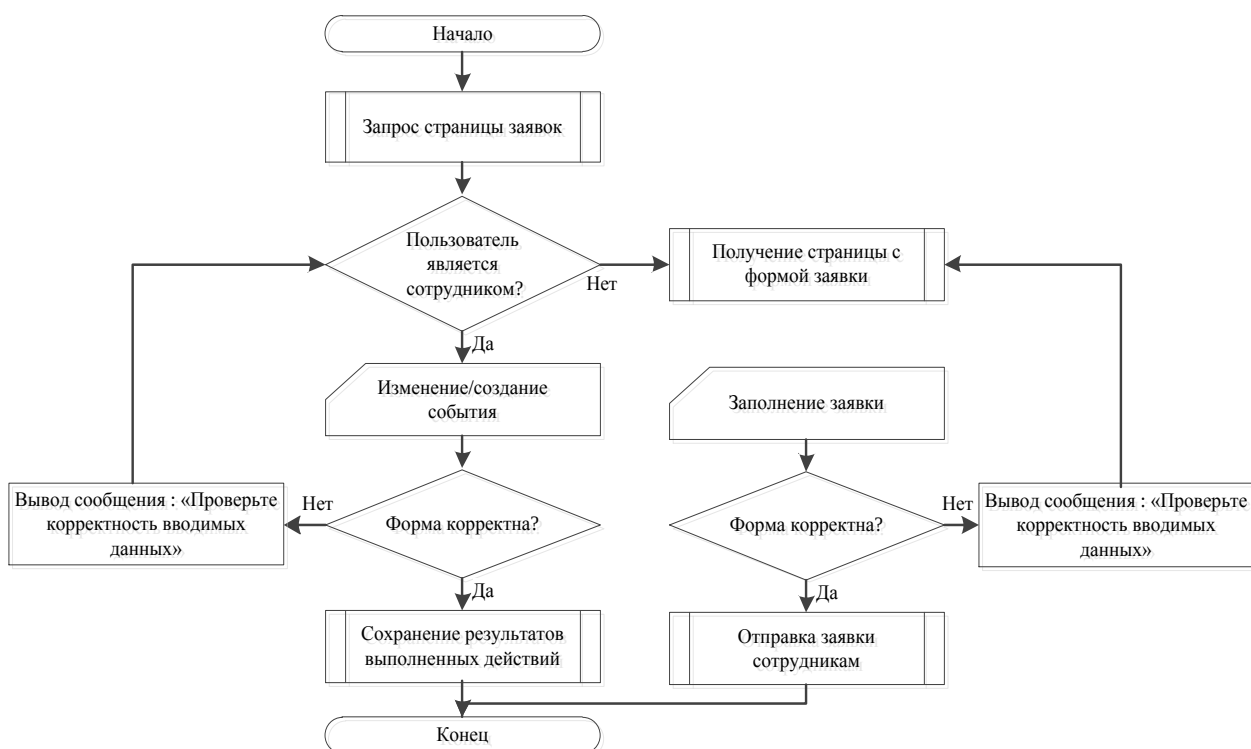


Рис. 9. Блок-схема модуля «Заявки на мероприятия»

Модуль «Интернет-магазин» дает возможность волонтерам ознакомиться с сувенирной продукцией волонтерского центра или приобрести ее за баллы, которые он заработал в ходе участия в мероприятиях волонтерского центра. Сотрудники волонтерского центра имеют возможность создавать, редактировать описание, ценовую категорию и фотографии представленной продукции, а также удалять товары интернет-магазина. Блок-схема модуля «Интернет-магазин» представлена на рисунке 10.

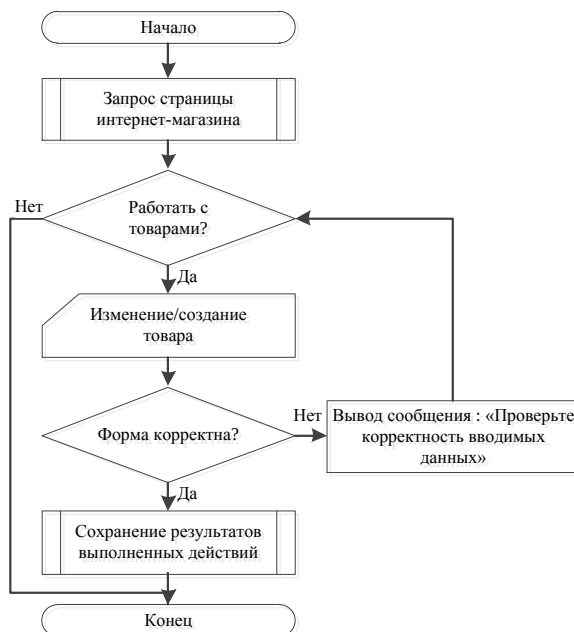


Рис. 10. Блок-схема модуля «Интернет-магазин»

Модуль «Базы волонтеров» является доступным только для руководителя и рядовых сотрудников волонтерского центра, которые могут ознакомиться с личной информацией волонтера в ходе проведения конкурсного отбора на участие в том или иной мероприятии. Блок-схема алгоритма данного модуля представлена на рисунке 11.



Рис. 11. Блок-схема модуля «База волонтеров»

Модуль новостной ленты представляет собой информационный модуль, состоящий из событий и новостей. События представляют собой краткий обзор на предстоящее мероприятие, состоящий из афиши, краткого описания и требований к добровольцам. Здесь же авторизованный волонтер может подать заявку на участие в данном событии, нажав на соответствующую кнопку, при этом система сама формирует анкету и отправляет ее team-лидеру. Сотрудники волонтерского центра в данном модуле так же имеют работать с мероприятиями, на которые и назначен team-лидером: создавать и редактировать информационный блок в новостной ленте, просматривать анкеты волонтеров, одобряя или отклоняя их, завершать работу по прошедшим мероприятиям, создавая отчет с кратким описанием, фотографиями, ссылками на фото-видеорепортажи, проставлять волонтерам баллы за работу, которые суммируясь, создают общий рейтинг. Новости содержат в себе информацию о прошедших мероприятиях, знаменательных датах, форумах и слетах, которые состоятся в ближайшем будущем. Блок-схема данного модуля представлена на рисунке 12.

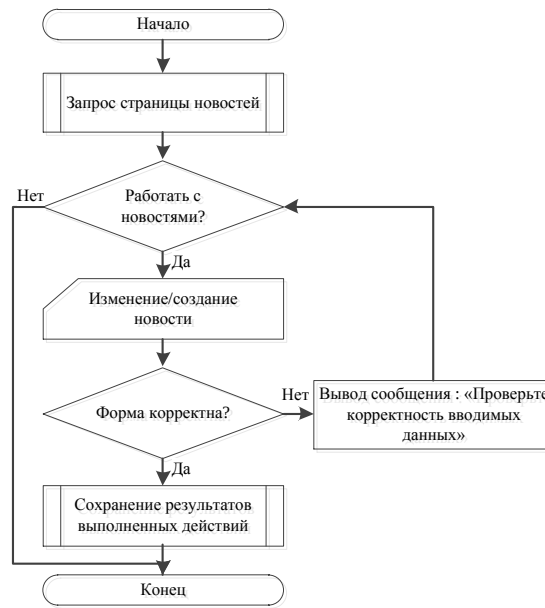


Рис. 12. Блок-схема модуля «Новостная лента»

Общая блок-схема работы веб-сайта представлена на рисунке 13.

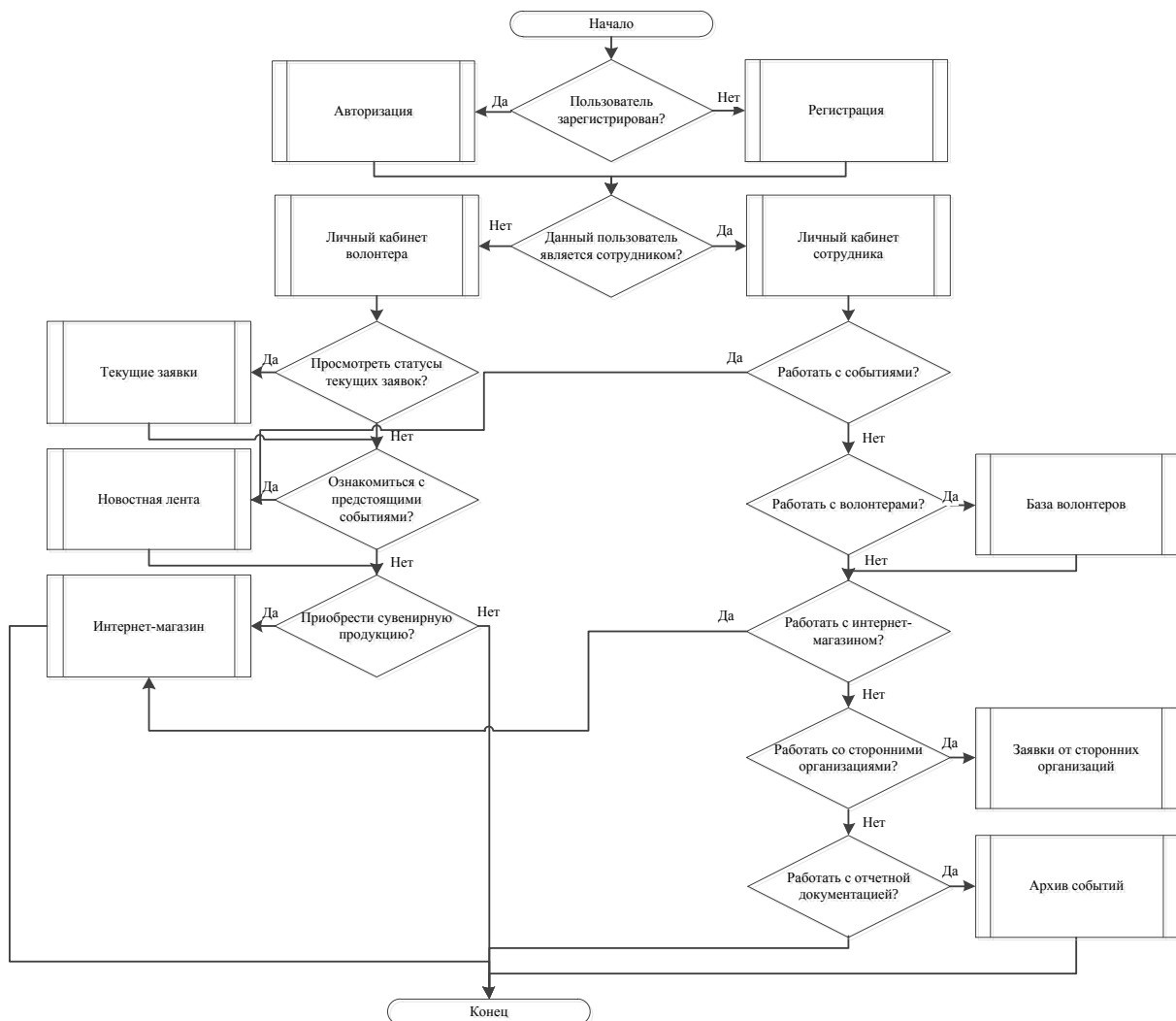


Рис. 13. Общая блок-схема алгоритма автоматизированной информационной системы волонтерского центра «По зову сердца»

Заключение. При системной, целенаправленно организованной добровольческой деятельности в образовательных учреждениях, в местах досуга, молодежных формированиях будут созданы условия и возможности для каждого молодого человека проявить свои лучшие качества и способности, появляется возможность оценить себя и результаты своей работы. Участие в добровольческой деятельности способствует профессиональному становлению подрастающего поколения, формированию гражданской социальной ответственности. Участвуя в работе некоммерческого сектора, люди получают возможность внести коррективы в текущее положение вещей. Ведь именно он выступает организационной платформой гражданского общества, дающей людям уверенность в том, что правительство действует исходя из их интересов.

После внедрения разработанного проекта заказчик получит многофункциональное программное решение, способное частично обеспечить автоматизированное управление работой волонтерского центра «По зову сердца», с точки зрения полного контроля выполняемой деятельности, связанной с оказанием добровольческих услуг с возможностью экономии человеческих и временных ресурсов. Труд сотрудников, в части ведения базы данных и сотрудничества как с добровольцами, так и с заказчиками, будет автоматизирован. Все заявки будут существовать в электронном виде, а заинтересованное лицо или представитель организации будет заполнять необходимые поля выбранной заявки, многие из которых будут представлять собой списки по соответствующим классификаторам. Это исключит случайные и намеренные ошибки при ведении базы данных.

Описание блок-схем алгоритмов работы всех программных модулей автоматизированной информационной системы создало прочную основу необходимую для успешной разработки данного программного решения, представляющего собой универсальный инструмент планирования и распределения человеческих и временных ресурсов волонтерского центра «По зову сердца».

ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов С.С. Волонтерская деятельность студентов: социально-философский и прикладной анализ / С.С. Аносов // *Alma mater (вестник высшей школы)*. – 2018. – №5. – С. 33-35.
2. Айгубов Л.С. Социально-педагогические условия профессионального самоопределения бакалавров социальной работы в добровольческой деятельности / Л.С. Айгубов // *European Social Science Journal*. – 2017. №7. – С. 175-184.
3. Разинкина Е.М. Профессиональная подготовка в МГТУ им. Г.И.Носова с использованием сетевой формы реализации образовательных программ и электронного обучения / Е.М. Разинкина, Е.А. Ильина // *Металлург*. – 2014. – № 4. – С. 8-12.
4. Перминова М.С. К вопросу об организации волонтерской деятельности в учреждениях высшего профессионального образования (на примере г. Оренбурга) / М.С. Перминова // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2015. – №7. – С. 69-73.
5. Ермилова А.В. Специфика волонтерской деятельности в современной России: региональные практики / А.В. Ермилова, И.А. Исакова // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. – 2017. – №4. – С. 48-57.
6. Попова Н.В. Социальное направление деятельности центра личностного развития студентов современного вуза / Н.В. Попова // *Alma mater (вестник высшей школы)*. – 2015. – №12. – С. 19-24.
7. Логунова О.С. Управление уровнем рефлексии в образовательном процессе: модель и принятие решений / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, С.Н. Попов, Н.С. Сибилева // *Дистанционное и виртуальное обучение*. – 2016. – № 10 (112). – С. 51-58.
8. Логунова О.С. Принятие решений в информационной образовательной среде / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, Ю.В. Кочержинская, Н.С. Сибилева, С.Н. Попов // *Фундаментальные исследования*. 2016. – № 91. – С. 43-47.
9. Ильина Е.А. Организация самостоятельной работы студентов университета с использованием автоматизированной обучающей системы / Е.А. Ильина // *Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах*. – 2014. – №2. – С. 90.
10. Липчевская К.С. Информационная система управления в работе некоммерческих общественных организаций / К.С. Липчевская, Е.А. Ильина // *Информатика, управление и искусственный интеллект. Программа третьей международной научно-технической конференции студентов, магистров и аспирантов*. – 2016. – С. 33.

REFERENCES

1. Anosov S. S. Volunteer activity of students: socio-philosophical and applied analysis / S. S. Anosov // *Alma mater (Bulletin of the higher school)*. - 2018. - No. 5. - Pp. 33-35.
2. Aigubov L. S. Socio-pedagogical conditions of professional self-determination of bachelors of social work in volunteer activity / L. S. Aigubov // *European Social Science Journal*. - 2017. No. 7. - Pp. 175-184.
3. Razinkina E. M. Professional training at MSTU. G. I. Nosova using a network form for implementing educational programs and e-learning / E. M. Razinkina, E. A. Ilyina // *metallurg*. - 2014. - No. 4. - Pp. 8-12.

4. Perminova M. S. On the issue of organizing volunteer activities in institutions of higher professional education (on the example of Orenburg) / M. S. Perminova // Bulletin of the Orenburg state University. - 2015. - No. 7. - Pp. 69-73.
5. Yermilova A.V. Specifics of volunteer activity in modern Russia: regional practices / A.V. Yermilova, I. A. Isakova // Bulletin of the Perm national research Polytechnic University. Social and economic Sciences. - 2017. - No. 4. - Pp. 48-57.
6. Popova N. V. Social direction of the center for personal development of students of a modern University / N. V. Popova // Alma mater (Bulletin of the higher school). - 2015. - No. 12. - Pp. 19-24.
7. Logunova O. S. Management of the level of reflection in the educational process: model and decision-making / O. S. Logunova, E. A. ilina, S. N. Popov, N. S. Sibileva // Remote and virtual learning. - 2016. - No. 10 (112). - Pp. 51-58.
8. Logunova O. S. decision-Making in the information educational environment / O. S. Logunova, E. A. ilina, Yu.V. Kocherzhinskaya, N. S. Sibileva, S. N. Popov // Fundamental research. 2016. - No. 91. - Pp. 43-47.
9. Ilina E. A. Organization of independent work of University students using an automated training system / E. A. ilina // Mathematical and software systems in the industrial and social spheres. - 2014. - No. 2. - P. 90.
10. Lipkowska K. C. management Information system in the work of nonprofits / K. S. Lipkowska, E. A. Ilyin // Informatics, control and artificial intelligence. Program of the third international scientific and technical conference of students, masters and postgraduates. - 2016. - P. 33.

ОБ АВТОРАХ

Ильина Елена Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина 38, dar_nas@mail.ru

Ilina Elena Aleksandrovna, Ph.D. in Educational Sciences, Associate Professor of Computer Engineering and Software Engineering Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 45500 Magnitogorsk city, Lenina avenue 38, dar_nas@mail.ru

Кочержинская Юлия Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина 38, y.kocherzhinskaya@magtu.ru

Kocherzhinskaya Yuliya Vital'evna Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of Computer Engineering and Software Engineering Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 45500 Magnitogorsk city, Lenina avenue 38, y.kocherzhinskaya@magtu.ru

Дьяконов Никита Александрович, студент-магистрант 2 курса кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина 38, diedrakon@yandex.ru

Dyakonov Nikita Aleksandrovich, 2nd year Master Student of Computer Engineering and Software Engineering Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 45500 Magnitogorsk city, Lenina avenue 38, diedrakon@yandex.ru

Дятловский Владимир Андреевич, студент-магистрант 2 курса кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина 38, mmv122009@gmail.com

Dyatlovskiy Vladimir Andreevich, 2nd year Master Student of Computer Engineering and Software Engineering Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University. 45500 Magnitogorsk city, Lenina avenue 38, mmv122009@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019
После рецензирования: 15.10.2019
Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Г. А. Манкаева [G. A. Mankaeva]
 Б. Б. Михалеев [B. B. Mikhalyaev]
 Л. Н. Джимбеева [L. N. Djimbeeva]
 С. Б. Дертеев [S. B. Derteev]
 А. Б. Мацакова [A. B. Matsakova]
 М. А. Трофименко [M. A. Trophimenko]

УДК 531/534

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЕ

MODELING OF PROCESSES IN APPLICATION PROGRAM

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова»,
 г. Элиста, Россия, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru/ Federal state budgetary educational institution of higher education
 "Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov», Elista, Russi, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru

Аннотация. С тех пор как люди научились на Basic, Fortran создавать модели и вести расчеты, было множество попыток воссоздать физические процессы близкие к реальным, на смену этим программам пришли математические пакеты – Maple, MATLAB, Mathematica, а также специальное ПО - интерактивная среда для моделирования и имитации научных и технических процессов COMSOL Multiphysics.

Методы и результаты. Проводилось сравнение точного аналитического решения для течения Гартмана и численное решение с помощью COMSOL Multiphysics. Также были показаны дополнительные возможности программы для моделирования не только физических процессов, но и технических объектов.

Заключение. Показано, что решение аналитическое решение течения Гартмана незначительно отличается от численного расчета.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, физика плазмы, численное решение, магнитная гидродинамика, течение Гартмана.

Abstract. Since people learned to create models and conduct calculations on Basic, Fortran, there have been many attempts to recreate physical processes close to real ones, mathematical programs have replaced these programs - Maple, MATLAB, Mathematica, and also special software - an interactive environment for modeling and imitation of scientific and technical processes COMSOL Multiphysics.

Methods and results. A comparison of the exact analytical solution for the Hartmann flow and the numerical solution using COMSOL Multiphysics were carried out. Also, additional features of the program were shown for modeling not only physical processes, but also technical objects.

Conclusion. It is shown that the solution is an analytical solution of the Hartmann flow is not much different from the numerical calculation.

Key words: Computer modeling, plasma physics, numerical solution, magnetic hydrodynamic, Hartmann's flow.

Введение. Рассмотрим ламинарное течение вязкой несжимаемой электропроводящей среды в плоском канале с поперечным магнитным полем, что является простейшим МГД – течением в канале, служащим моделью многих инженерных приложений, то есть установка задана таким образом: 1) стационарное стабилизированное течение (вдали от входа в канал); 2) физические свойства постоянны; 3) канал образован двумя бесконечными плоскими параллельными пластинами. Если ширину канала обозначить $2d$, а ось ОУ направить по нормали к плоскостям, то границам течения будет соответствовать $x \in [0, 40d]$.

Ось ОХ выберем параллельной плоскостям и направим ее вдоль вектора скорости жидкости $\vec{v} = (u, 0, 0)$. При этом течение будет поддерживаться наличием постоянного градиента давления $\partial p / \partial x$. Такое течение, являющееся МГД – каналом плоского течения Пуазейля, называют течением Гартмана. Даная задача имеет аналитическое решение, но оно получается с учетом многих допущений, подобные приближения необходимы для упрощения решения. Более точное решение нам могут обеспечить численные методы используемые программами.

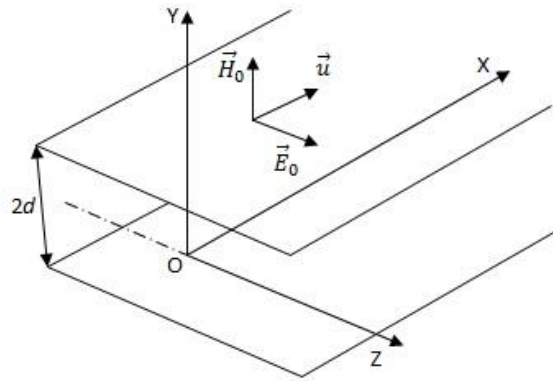


Рис. 1. Схема течения в задаче Гартмана

Материалы и методы. В начале, необходимо, задать свойства среды, которая будет течь внутри плоского канала, то есть зададим физические параметры - плотности ρ , динамической вязкости η , электропроводности σ , температуру T близкие к свойствам солнечной короны. Также нужно указать для расчетов среднюю скорость на входе U_0 .

Для нахождения аналитического решения используются идеальные МГД уравнения в комбинации с законом Ома:

$$0 = -\nabla p + \vec{j} \times \mathbf{B} + \eta \nabla^2 \vec{v}, \quad (1)$$

$$\vec{j} = \sigma(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}). \quad (2)$$

где $\mathbf{v}$ – скорость, $\mathbf{B}$ – вектор магнитной индукции, σ – коэффициент электропроводности, p – давление, η – динамическая вязкость, $\vec{E}$ – напряженность электрического поля. Решение системы уравнений (1,2) сводится к нахождению скорости в виде зависимости или численных значений. Тут необходимо пояснить, что используется только уравнение движения, а на самом деле, уравнение МГД – это довольно сложная система дифференциальных уравнений. Исходя из рисунка можно положить, что $\vec{j} = (0, 0, j_z)$; $\vec{B} = (0, B_0, 0)$. Распишем систему уравнений в проекциях:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{1}{4\pi} (j_y B_z - j_z B_y) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= \frac{1}{4\pi} (j_z B_x - j_x B_z) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial p}{\partial z} &= \frac{1}{4\pi} (j_x B_y - j_y B_x) + \eta \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Из этой системы уравнений и получаются – течение Пуазейля, течение Куэтти и течение Гартмана.

В канал поступает несжимаемая электропроводящая среда со средней скоростью на входе U_0 , нужно рассчитать поле скорости и индуцированное магнитное поле для разных значений числа Гартмана. Результат аналитического решения задачи Гартмана, запишем таким образом:

$$U(Y) = \begin{cases} \frac{ch(Ha) - ch(HaY)}{ch(Ha) - sh(Ha)/Ha}, Ha > 0; \\ \frac{3}{2} (1 - Y^2), Ha = 0. \end{cases} \quad (4)$$

где $U(Y)$ – безразмерный модуль скорости $u/\bar{u}$, зависящий от безразмерной координаты $Y = y/d$, $\bar{u}$ – средняя скорость течения, число Гартмана определяется следующим образом $Ha = B_0 d \sqrt{\sigma/(\rho\eta)}$. На самом деле есть несколько способов задания профиля скорости и все они зависят от того, каким образом будет выбрано распределение давления внутри канала, то есть $\partial p/\partial x$.

Далее необходимо записать выражение для индуцированного электрического поля $E_{xx} = -B_0 \bar{u}$, а индуцированное магнитное поле, также получается из аналитического решения уравнений магнитной гидродинамики:

$$B_x = -\sigma B_0 \bar{u} d \frac{Y - \frac{sh(HaY)}{sh(Ha)}}{\frac{Ha}{th(Ha)} - 1}. \quad (5)$$

Задача изначально решается в размерном виде, потом все переменные переводятся в безразмерный вид для того, чтобы результаты решения сравнить с аналитическими данными. И далее будет видно, численные способы решения, представленные в COMSOL Multiphysics, согласованы ли со строгим аналитическим решением. Рассмотрим процесс движения среды в двумерном представлении, так как течение рассматривается в плоском канале, соответственно по одной из пространственных координат (z) ничего не меняется.

После задания параметров среды и области в COMSOL Multiphysics первым действием будет представление распределения безразмерной скорости $U(Y)$ в канале (рис. 1). Как видно из рисунка, когда число Гартмана $Ha = 0$, то ни каких изменений в течении среды по каналу не наблюдаются. При увеличении числа можно видеть сильное изменение профиля скорости, это можно объяснить тем, что любая электропроводящая среда, когда движется создает собственное магнитное поле, которое давит на поле.

Индукированное магнитное поле внутри канала представлено на рисунке 3. Если $Ha = 0$, то магнитное поле не индуцируется, таким образом о нем можно говорить, когда $Ha > 0$, в данном случае $Ha = 20$.

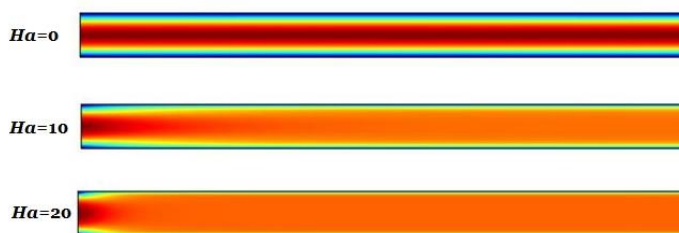


Рис. 2. Распределение скорости при разных числах Гартмана

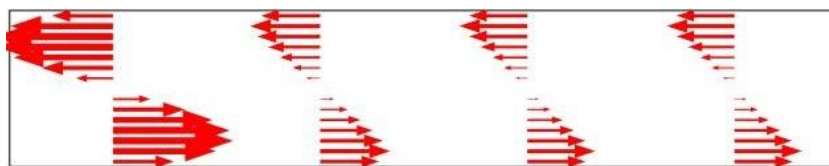


Рис. 3. Моделирование индуцированного магнитного поля внутри канала

На рисунке 4 представлен профиль скорости, точнее распределение модуля скорости в безразмерном виде, который зависит от безразмерной координаты. Сплошными линиям соответствуют решения, полученные с помощью встроенных численных методов для разных чисел Гартмана, а маркерами обозначены решения, которые получены из аналитической формулы (4) для тех же самых чисел.

На рисунке 5 представлено распределение x -компоненты (B_x) магнитного поля, индуцированного средой внутри канала. Сплошными линиями показаны решения, которые получились из численного решения идеальной МГД, а маркерами обозначены решения из аналитической формулы (5).

Нужно сказать, что возможности программы на решении и анализе теоретических задач не ограничиваются, благодаря COMSOL Multiphysics, можно демонстрировать высокотехнологичные оборудования и накладывать на них физические процессы, например, реакторы АЭС, распределение потока тепла внутри дома, движение электрического тока и его влияние на компоненты смартфона.

На рисунке 6 показаны 3D модель электродвигателя, подобные рода модели в программе анимированы, то есть в режиме реального времени показываются изменения магнитных полей, электрических токов, движение потоков тепла, частиц, также продемонстрировано, как распределено магнитное поле на части двигателя – плотность магнитного потока.

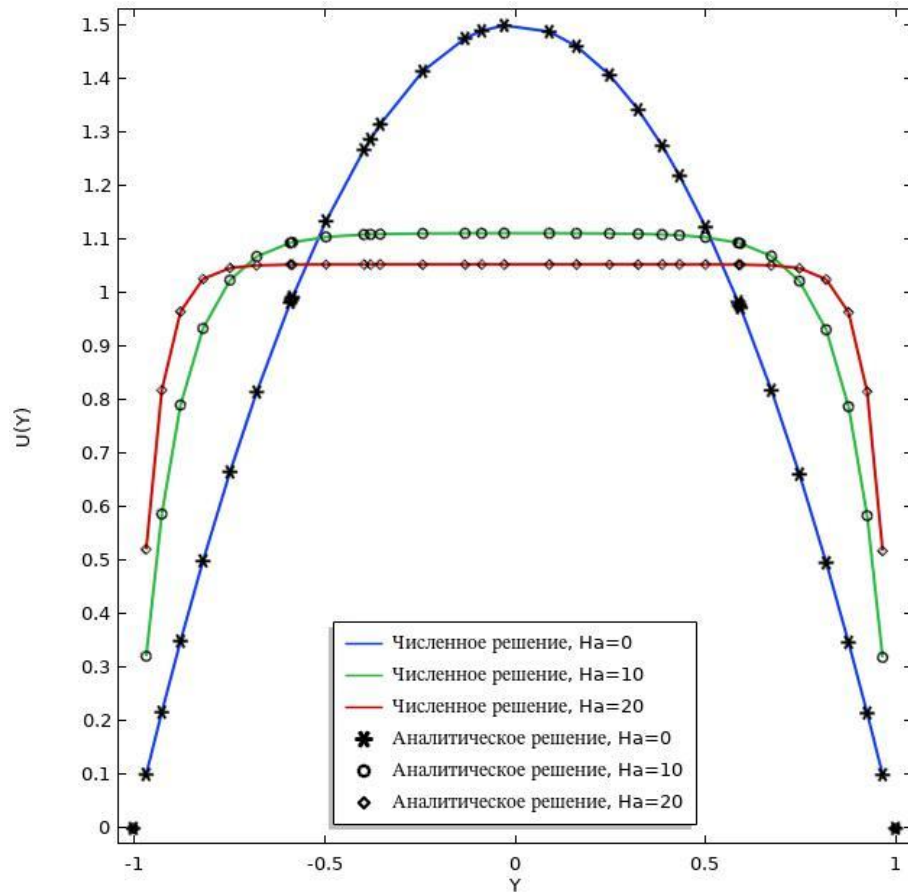


Рис. 4. Профиль скорости, в зависимости от разных чисел Гартмана

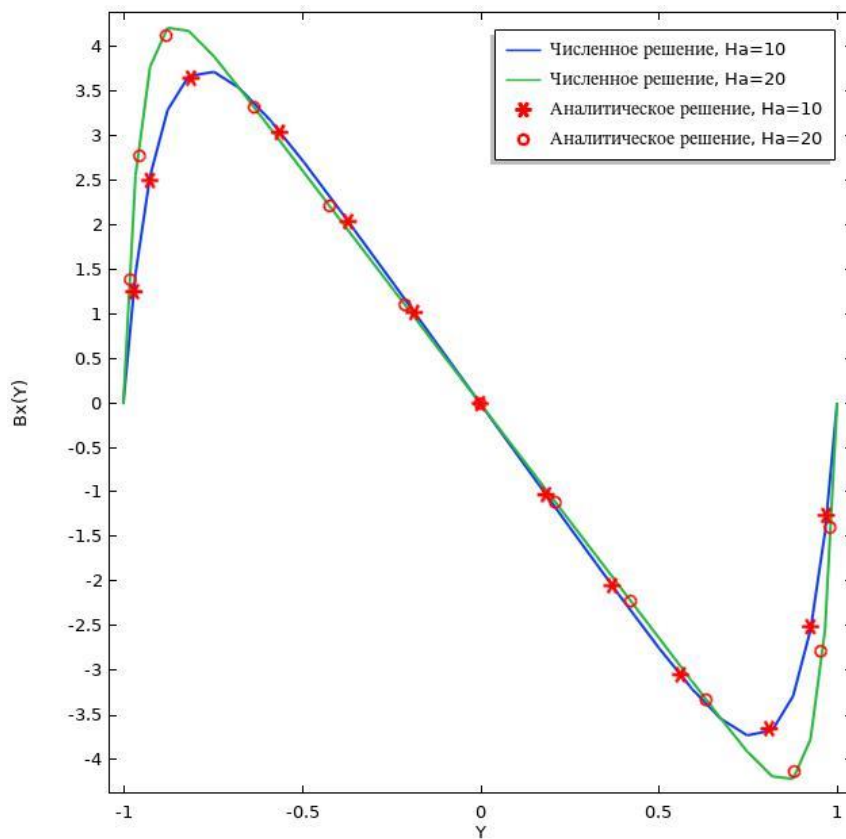


Рис. 5. Распределение x-компоненты магнитного поля

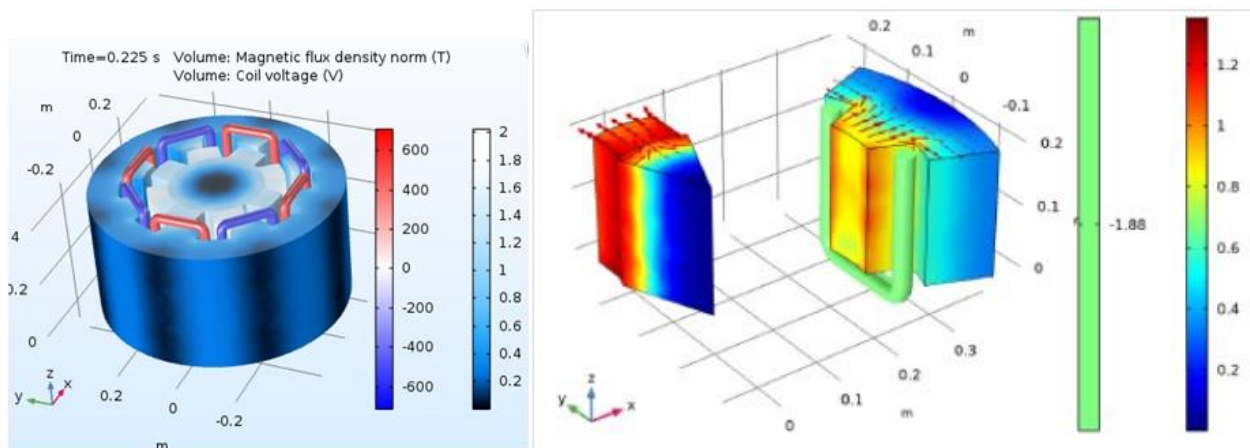


Рис. 6. Модель 3D электродвигателя и плотность магнитного поля

Заключение. На всех графиках наблюдается практически идеальное совпадение аналитического и численного решений для течения Гартмана, что демонстрирует то, что используемые в COMSOL Multiphysics математические модели и методы решений уравнений адекватно показывают результаты подобных рода задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизарова Т.Г. Квазигазодинамические уравнения и методы расчета вязких течений. – М.: Научный Мир, 2007. – 350 с.
2. Красников Г.Е., Нагорнов О.В., Старостин Н.В. Моделирование физических процессов с использованием пакета COMSOL Multiphysics: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 184 с.
3. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. – М.: Логос, 2005. – 328 с.
4. Михалыев Б.Б. Основы магнитной гидродинамики: Учебное пособие для студентов и аспирантов физических и математических специальностей. Элиста: Изд-во КалмГУ, 2010. – 42 с.
5. Половин Р.В., Демутский В.П. Основы магнитной гидродинамики. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.
6. Прикладная магнитная гидродинамика: Учебное пособие по теоретическому курсу / Под ред. В.Н. Тимофеева, Е.А. Головенко. – Красноярск: Изд-во СибФУ, 2007. – 528 с.
7. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: МИР, 1980. – 618 с.
8. Смирнов С.В. Основы вычислительной физики. Часть I: Учебное пособие. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2015. – 113 с.
8. Смирнов С.В. Основы вычислительной физики. Часть I: Учебное пособие. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – 104 с.

REFERENCES

1. Elizarova T. G. quasi-gasdynamic equations and methods of viscous flows calculation. - Moscow: Scientific World, 2007. - 350 p.
2. Krasnikov G. E., Nagornov O. V., Starostin N. V. Modeling of physical processes using the COMSOL Multiphysics package: Tutorial. – Moscow: national research nuclear University MPhI, 2012. – 184 p.
3. Kulikovskii A. G., G. A. Lyubimov, Magnetic hydrodynamics. - Moscow: Logos, 2005. – 328 p.
4. Mikhalyaev B. B. Fundamentals of magnetic hydrodynamics: A textbook for students and postgraduates of physical and mathematical specialties. Elista: Kalmsu Publishing house, 2010. - 42 p.
5. Polovin R. V., Demutsky V. P. Fundamentals of magnetic hydrodynamics. - Moscow: Energoatomizdat, 1987. – 208 p.
6. Applied magnetic hydrodynamics: A textbook on the theoretical course / ed. V. N. Timofeev, E. A. Golovenko. - Krasnoyarsk: SibFU publishing House, 2007. - 528 p.
7. Roach P. Computational fluid dynamics. - Moscow: MIR, 1980. – 618 p.
7. Smirnov S. V. Fundamentals of computational physics. Part I: Tutorial. - Novosibirsk: NSU CPI, 2015. - 113 p.
8. Smirnov S. V. Fundamentals of computational physics. Part I: Tutorial. - Novosibirsk: CPI NSU, 2017. – 1

ОБ АВТОРАХ

Манкаева Галина Алексеевна, старший преподаватель кафедры математики, информатики и методики преподавания, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200

Mankayeva Galina, senior lecturer at the Department of mathematics, computer science and teaching methods, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200

Джимбеева Людмила Нарановна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: dzjimbeeva_ln@mail.ru, phone number: +79054843794

Jimbeeva Lyudmila Naranovna, candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor of the Department of theoretical physics, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: dzjimbeeva_ln@mail.ru, phone number: +79054843794

Михаляев Бадма Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: bbmikh@mail.ru, phone number: +79613967444

Mikhalyaev Badma Borisovich, doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, head of the Department of theoretical physics, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: bbmikh@mail.ru, phone number: +79613967444

Дертеев Сергей Бадмаевич, ассистент кафедры теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: derteevsergei@mail.ru, phone number: +79613963655

Derteev Sergey Badmaevich, assistant of the Department of theoretical physics, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: derteevsergei@mail.ru, phone number: +79613963655

Мацакова Ангир Баатровна, студентка 1 курса направления «Физика», профиль «Фундаментальная физика», Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: choitaeri@mail.ru, phone number: +79955521369

Matsakova Angira Baatrovna, 1st year student of Physics, profile "Fundamental physics", Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: choitaeri@mail.ru, phone: +79955521369

Трофименко Мария Алексеевна, студентка 1 курса направления «Физика», профиль «Фундаментальная физика», Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: mary.trofimencko2014@yandex.ru, phone number: +79886895798

Trofimenko Maria Alekseevna, 1st-year student of the "Physics" direction, profile "Fundamental physics", Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: mary.trofimencko2014@yandex.ru, phone number: +79886895798

Дата поступления в редакцию: 11.12.2018

После рецензирования: 03.03.2019

Дата принятия к публикации: 20.10.2019

Г. С. Алиев [G. S. Aliev]
 О. В. Малсугенов [O. V. Malsugenov]
 О. С. Мезенцева [O. S. Mezentseva]

УДК
 664.951.022.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ В ЯЧЕЙКАХ МИКРОСХЕМ СТАТИЧЕСКИХ ОЗУ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ФИЗИЧЕСКИ НЕКЛОНИРУЕМОЙ ФУНКЦИИ В МОДУЛЕ ВЗАИМНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

THE STUDY OF CELL VALUES DISTRIBUTION LAWS IN THE STATIC RAM CHIPS USED AS A PHYSICALLY UNCLONABLE FUNCTION IN A MUTUAL AUTHENTICATION MODULE

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» / North-Caucasus Federal University

Аннотация. Область криптографии, основанная на структурной сложности оптических и электронных физических систем, называемая физической криптографией, является одним из наиболее современных достижений в области криптографии и защиты информации

Материалы и методы, результаты и обсуждение. Основным объектом физической криптографии является физически неклонируемая функция (ФНФ) – это функция, воплощенная в физической структуре, которую просто оценить, но трудно охарактеризовать, смоделировать или воспроизвести. Физическая структура, содержащая ФНФ, состоит из множества случайных компонентов. Такие случайные компоненты формируются в ходе производственного процесса изготовления носителя ФНФ и неконтролируемы. ФНФ – это физическая система, которая при запросе к ней порождает уникальный, непредсказуемый ответ. Основным требованием к ФНФ является ее необратимость. ФНФ обладает двумя важными свойствами: практической невозможностью создать физическую копию ФНФ; невозможностью создать точную математическую модель ФНФ, то есть вычислить отклик, если известны точные параметры запроса и другие пары запросов–откликов. Эти свойства совместно и определяют понятие неклонируемость.

Приведены результаты исследования микросхем статической памяти в качестве физически неклонируемой функции для устройств со взаимной аутентификацией, выполнен анализ распределения значений в ячейках микросхем статической памяти в момент инициализации для серии измерений.

Заключение. Анализ результатов исследования указывает на необходимость тестирования микросхем или кристаллов статических ОЗУ при их использовании в качестве ФНФ, поскольку при выборе короткого вектора инициализации в системах взаимной аутентификации велика вероятность коллизии значения для разных областей СОЗУ. В качестве критерия применимости использования СОЗУ в качестве ФНФ возможно использование автокорреляционной функций для значений в ячейках памяти. При этом критерием применимости будет минимальное значение автокорреляционной функции (0 – 0,25) во всем диапазоне при максимальном периоде подобия. Дополнительно для всестороннего изучения определенный интерес представляет изучение изменения зависимости количества стабильных и нестабильных ячеек в кристалле СОЗУ в течение жизненного цикла микросхемы.

Ключевые слова: физически неклонируемая функция, статические оперативные запоминающие устройства, автокорреляция дискретной бинарной величины, взаимная аутентификация, стабильные и нестабильные ячейки, микросхема, запоминающий элемент (ячейка).

Abstract. The field of cryptography, based on the structural complexity of optical and electronic physical systems, called physical cryptography, is one of the most modern advances in cryptography and information security

Materials and methods, results and discussion. The main object of physical cryptography is a physically unclonable function (FNF) — a function embodied in a physical structure that is easy to evaluate, but difficult to characterize, model, or reproduce. The physical structure that contains the PUF consists of many random components. Such random components are formed during the production process of manufacturing the FNF carrier and are not controlled. A FNF is a physical system that generates a unique, unpredictable response when it is requested. The main requirement for the FNF is its irreversibility. PUF has two important properties: the practical impossibility of creating a physical copy of PUF; the inability to create precise mathematical model of PUF that is to calculate the response, if exact parameters of the request and the other a couple of requests–responses. These properties together define the concept of non-clonability.

The results of studies on chip static memory as physical uncloneable functions for device mutual authentication, the analysis of the distribution of values in the cells on the chip static memory a series of measurements.

Conclusion. Analysis of the results of the study indicates the need to test chips or static RAM crystals when using them as FNF, since when choosing a short initialization vector in mutual authentication systems, there is a high probability of a value collision for different areas of the SDMX. An autocorrelation function for values in memory cells can be used as a criterion for the applicability of the use of POPS as a FNF. In this case, the criterion of applicability is the minimum value of the autocorrelation function (0-0.25) in the entire range with the maximum similarity period. In addition, for a comprehensive study, it is of particular interest to study the change in the dependence of the number of stable and unstable cells in the IC chip during the life cycle of the chip.

Key words: physically unclonable function, static random access memory, discrete binary value autocorrelation, mutual authentication, stable and unstable cells, microcircuit, storage element (cell).

Введение. Область криптографии, основанная на структурной сложности оптических и электронных физических систем, называемая физической криптографией, является одним из наиболее современных достижений в области криптографии и защиты информации [1–5]. Наряду с квантовой криптографией [6, 7] и криптографией, основанной на применении хаотических динамических систем [8], физическая криптография использует шумоподобное поведение физических объектов и систем [2]. Это позволяет в большей мере обеспечить высокие требования (по сравнению с классической алгебраической криптографией) к таким параметрам криптографических систем, как диффузия и конфузия [9].

Материалы и методы. Основным объектом физической криптографии является физически неклонируемая функция (ФНФ) — это функция, воплощенная в физической структуре, которую просто оценить, но трудно охарактеризовать, смоделировать или воспроизвести. Физическая структура, содержащая ФНФ, состоит из множества случайных компонентов. Такие случайные компоненты формируются в ходе производственного процесса изготовления носителя ФНФ и неконтролируемы. ФНФ — это физическая система, которая при запросе к ней порождает уникальный, непредсказуемый ответ. Основным требованием к ФНФ является ее необратимость. ФНФ обладает двумя важными свойствами: практической невозможностью создать физическую копию ФНФ; невозможностью создать точную математическую модель ФНФ, то есть вычислить отклик, если известны точные параметры запроса и другие пары запросов–откликов. Эти свойства совместно и определяют понятие неклонируемости.

В ФНФ случайность может закладываться различными физическими процессами и явлениями. Среди ФНФ можно выделить класс, в котором беспорядочность вносится внешними факторами и класс, в котором используют внутреннюю неупорядоченность.

К ФНФ первого класса относят:

- оптические ФНФ, состоящие из прозрачного материала, в который внесены случайно распределённые свето-отражающие частицы;
- ФНФ покрытия, создающиеся на верхнем слое интегральных микросхем.

К ФНФ второго класса относят:

- кремниевые ФНФ, которые используют случайные вариации задержек в проводниках и затворах полевых транзисторов;
- ФНФ на основе СОЗУ, которые используют отклонения, существующие для материалов, используемых при изготовлении аппаратуры;
- магнитные ФНФ, которые производятся путём внесения частиц феррита бария в пасту в процессе производства.

Основными сферами применения ФНФ являются: аутентификация, защита информации на носителе от копирования; создание криптографических ключей.

Статические оперативные запоминающие устройства (СОЗУ) широко используются в вычислительной технике для хранения данных. Непосредственно запоминающий элемент СОЗУ (ячейка) состоит из четырех транзисторов, реализующих два инвертора с перекрестными обратными связями [10]. Подобная ячейка всегда находится в одном из двух состояний, что, в свою очередь, позволяет использовать ее для хранения одного бита информации. Примером такой ячейки может служить RS-триггер, реализованный на двух логических элементах 2И-НЕ. При подаче питающего напряжения все ячейки СОЗУ устанавливаются в одно из двух возможных состояний; причем в силу симметрии RS-триггера предварительно неизвестно, какое конечное состояние примет ячейка – «0» или «1». Это состояние является случайным и определяется множеством факторов [11]. Это объясняется особенностями технологии изготовления микросхем и множеством несимметричных элементов в

каждой ячейке СОЗУ [1]. К таким элементам относятся длины соединительных проводников, их геометрические размеры, неоднородность физических и химических свойств кремния, девиацию задержек сигналов и др.

В работе [12] было показано, что только для части ячеек СОЗУ их состояние после включения питающего напряжения является действительно случайным и зачастую приближается к равномерному распределению. Остальные ячейки устойчиво принимают значение состояния 0 или 1. Факт того, что количество случайных значений состояний ячеек СОЗУ при включении питания является ограниченным, был экспериментально подтвержден в работе [13]. Результат показал, что более 90 % исследуемых ячеек СОЗУ всегда устанавливались в состояние 0, менее 10 % ячеек – исключительно в состояние 1 и только менее 1 % ячеек устанавливались равновероятно в состояние 0 или 1 [13].

Эти результаты позволяют сделать вывод, что ФНФ на базе СОЗУ являются весьма ненадежными, особенно применительно к программируемым матрицам (FPGA). Это объясняется тем, что в силу регулярности топологии FPGA в любом симметричном элементе (например, RS-триггере), реализованном на FPGA, практически всегда присутствует прогнозируемая асимметрия.

Таким образом, в предлагаемом исследовании выполнена попытка изучить закономерности в распределении значений в ячейках специализированных микросхем СОЗУ при их инициализации.

Определение статистических свойств значений ячеек СОЗУ

В качестве исследуемых образцов были использованы десять микросхем статической оперативной памяти НМ62256 разных производителей (Hynix, Toshiba, Hundai). Основная цель этого этапа – определение статистических свойств значений в ячейках микросхем статического ОЗУ при их использовании в качестве физически неклонированных функций. Основными задачами исследования являются: определение количества стабильных и нестабильных ячеек памяти, количества стабильных и нестабильных бит, выявление периодических закономерностей в формировании значений инициализации микросхем статического ОЗУ. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Она состоит из универсального модуля Arduino Mega на базе процессора Atmel 2560, микросхем статического ОЗУ, быстрострельной панели для микросхем памяти, транзисторного ключа для управления электропитанием устройства. Опрос каждой микросхемы памяти выполнялся 100 раз через 100 мс после включения электропитания. Наиболее характерные результаты распределения значений в ячейках микросхем СОЗУ представлены на картах распределения 2-4. Анализ представленных данных показывает, что для всех исследуемых образцов выполняется условие

$$N_{\text{стаб}} * 8 < n_{\text{стаб}} \quad (1)$$

где $N_{\text{стаб}}$ – количество стабильных байт, $n_{\text{стаб}}$ – количество стабильных бит.

Выражение 1 является справедливым для всех исследуемых образцов. Это подтверждает, что в нестабильных ячейках часть бит сохраняет стабильное значение. Данный факт ограничивает диапазон случайных значений, формируемых в ячейках памяти в процессе инициализации. Например, использование вектора инициализации размером 8 байт (64 бита) при условии равномерного распределения вероятности появления значений в каждом байте дает при условии «перебора в лоб» $2^{64} = 18446744073709551616$ значений, при этом если в каждом байте изменяется не 8, а 4 бита, а остальные остаются стабильными, то при условии «перебора в лоб» количество уникальных комбинаций сокращается до $2^{32} = 4294967296$ значений. В случае использования микросхемы статической памяти в качестве генератора псевдослучайной последовательности функция плотности

распределения вероятности должна быть максимально приближена к равномерной. В случае использования статического ОЗУ как носителя вектора инициализации и ключевой информации при взаимной аутентификации отсутствие стабильных ячеек приведет к невозможности их использования.

Таким образом, возникает оптимизационная задача с одной стороны уменьшения предсказуемости вектора инициализации, с другой стороны увеличения надежности обнаружения смещения вектора инициализации в «слепке» памяти.

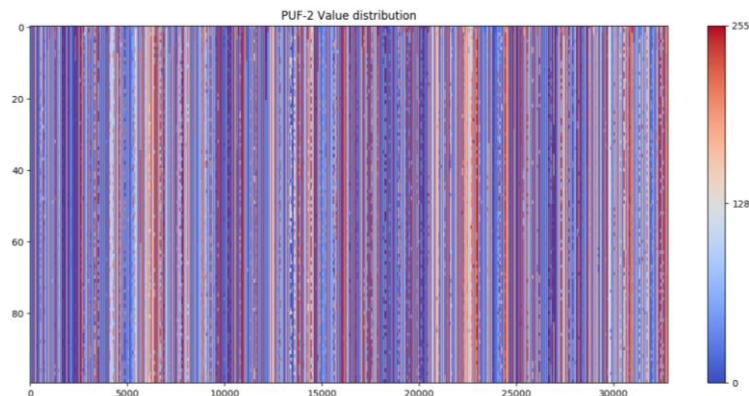


Рис. 2. Карта распределения значений в ячейках памяти образца СОЗУ №2 для 100 измерений

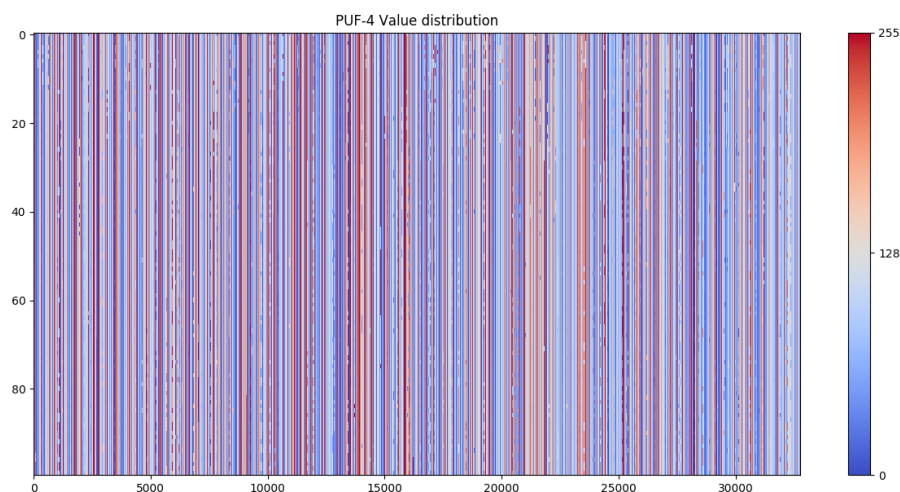


Рис. 3. Карта распределения значений в ячейках памяти образца СОЗУ №4 для 100 измерений

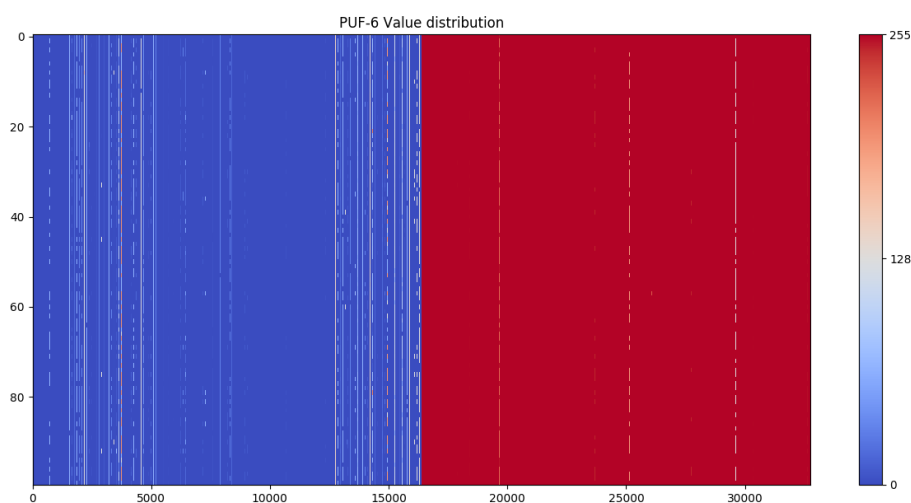


Рис. 4. Карта распределения значений в ячейках памяти образца СОЗУ №6 для 100 измерений

Карты распределения значений в ячейках памяти для наиболее характерных образцов №2, №4 и №6 для 100 измерений представлены на рисунках 2–4. По оси абсцисс отложены адреса ячеек, по оси ординат – номер измерения. Цветом на каждой карте показано значение в ячейке памяти в диапазоне от 0 до 255.

Как видно из приведенных карт, образцы №2 и №4 имеют достаточно случайное распределение, при этом в образце №2 наблюдаются периодически повторяющиеся области с преобладанием нулевых и единичных значений. Образец №6 (а в общем случае все образцы №6 - №10) имеют две выраженные области преобладания значений «0» и «1». Сплошные вертикальные линии на картах указывают на стабильные значения, цвет указывает на значение в данной ячейке. Прерывистые вертикальные линии характеризуют нестабильные ячейки. Псевдослучайное чередование сплошных и прерывистых линий, а также разный цвет сплошных линий является важной характеристикой идеальной физически неклонируемой функции, предлагаемой к использованию в устройстве взаимной аутентификации.

Определение автокорреляции дискретной бинарной величины. Для изучения периодичности, ее количественной оценки, был произведен расчет автокорреляционной функции. В общем виде для расчета автокорреляционной функции используется выражение

$$C(\tau) = (x, x_\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) x(t - \tau) dt \quad (2)$$

В случае дискретного сигнала выражение (2) преобразуется следующим образом

$$C(n) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} x_j x_{j-n} \quad (3)$$

В соответствии с [16] для дискретной бинарной последовательности выражение (3) преобразуется к следующему виду

$$C(n) = \sum_{j=0}^{Nk-1} (-1)^{a_j + a_{j+\tau}}, \text{ для } 0 \leq \tau \leq Nk - 1 \quad (4)$$

С учетом нормализации выражение (4) переписывается как

$$C(n) = \frac{1}{Nk-1} \sum_{j=0}^{Nk-1} (-1)^{a_j + a_{j+\tau}}, \text{ для } 0 \leq \tau \leq Nk - 1 \quad (5)$$

где Nk – общее количество бит в ячейках памяти в СОЗУ, τ - смещение в байтах относительно нулевого адреса, a_j – значение j -го бита.

Значение функции $C(n) = \pm 1$ указывает на корреляцию между битами дискретной последовательности или нахождении сигналов в противофазе. Значение $C(n) = 0$ указывает на отсутствие корреляции между бинарной последовательностью и его копией, сдвинутой относительно оригинала на τ бит. С точки зрения обеспечения безопасности вектора инициализации обнаружение корреляции указывает на снижение числа уникальных комбинаций и, как следствие, снижение устойчивости к брут-форс атакам. Результаты расчета автокорреляционной функции для образцов №2, №4 и №6 приведены на рисунках 5–7.

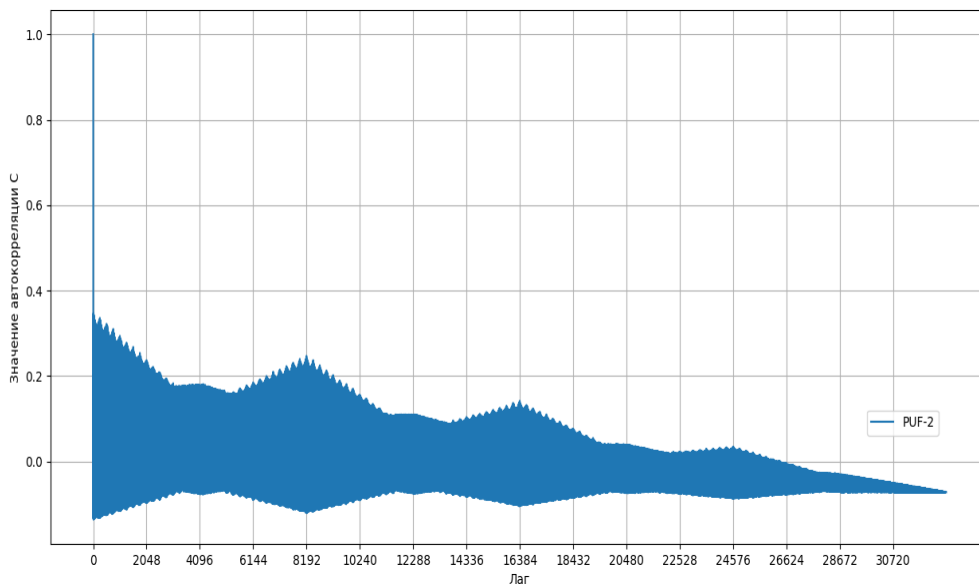


Рис. 5. Зависимость автокорреляционной функции для образца №2 от смещения дискретной бинарной последовательности τ

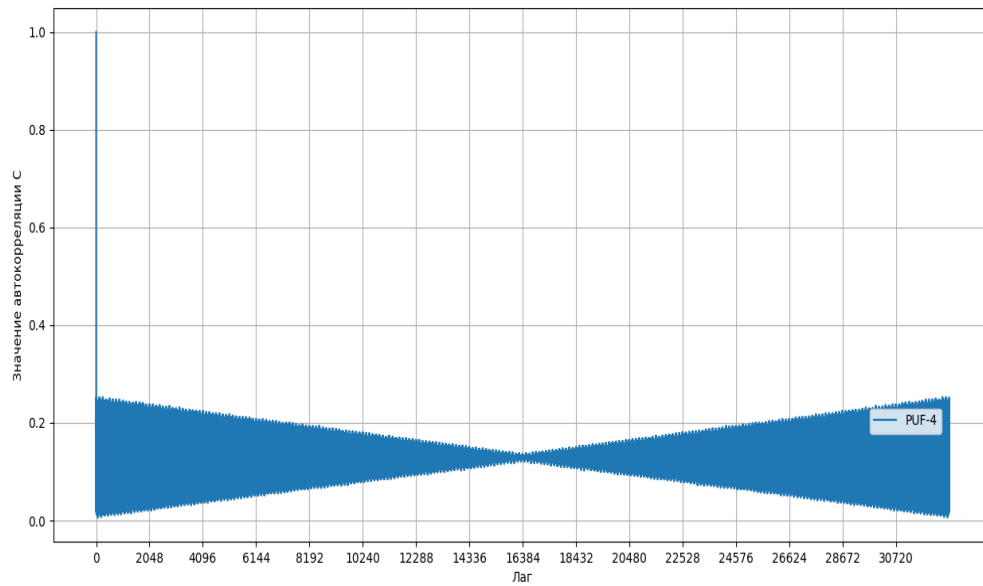


Рис. 6. Зависимость автокорреляционной функции для образца №4 от смещения дискретной бинарной последовательности τ

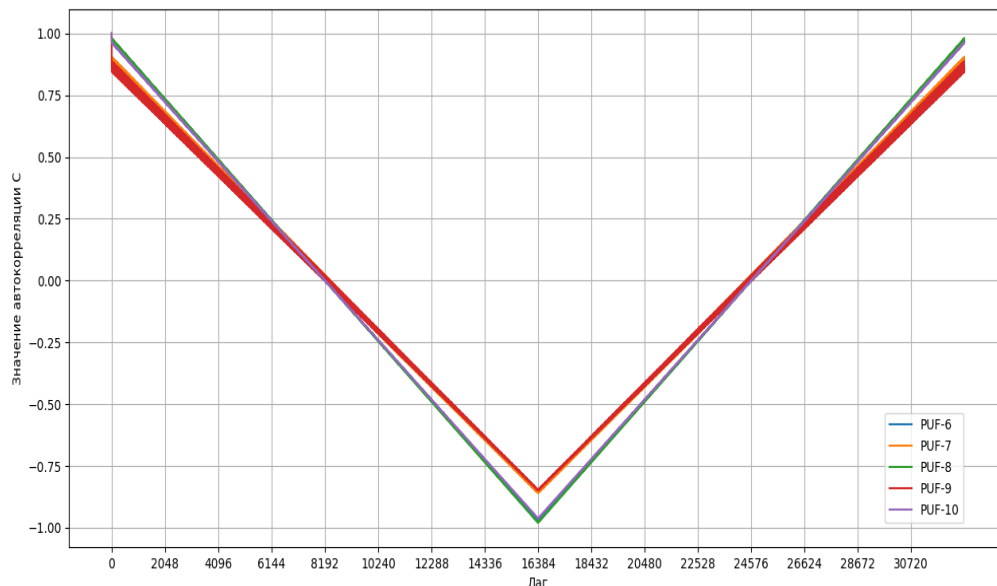


Рис. 7. Зависимость автокорреляционной функции для образцов №6-10 от смещения дискретной бинарной последовательности τ

Как видно из приведенных графиков, все значения автокорреляционной функции имеют явно выраженную периодичность. Анализ схемотехнического решения микросхем статической оперативной памяти показывает, что большинство производителей используют модульную компоновку, т.е. микросхема состоит из нескольких банков памяти, размещенных на одном кристалле, но разнесенных пространственно. Общими для банков памяти являются шины питания, мультиплексор данных/адреса. Таким образом, образцы №1,2,4,6-10 содержат два банка по 16 кбайт каждый, остальные образцы построены из 8-ми килобайтных блоков. Не погружаясь в детали микросхемотехнического решения, отметим особенность реализации, связанную с зеркальным отображением маски формирования полупроводниковых слоев микросхем.

Анализ численных значений с учетом рекомендаций, изложенных в литературе и статье [14,15] приводит к формированию следующих критериев подобия: при $0 \leq C_n \leq 0.25$ – автокорреляция отсутствует или слабо выражена, $0.25 < C_n \leq 0.7$ – автокорреляция средне выражена, т.е. недостаточна для явного определения периодических закономерностей, $C_n > 0.7$ – выраженная автокорреляция. Таким образом, для приведенных зависимостей только образец №4 имеет слабовыраженную автокорреляцию, т.е. имеет низкое самоподобие. Использование

данного критерия объясняется необходимостью использования последовательностей для вектора инициализации, слабо похожих друг на друга при незначительной разнице начального смещения.

С учетом незначительной величины общего значения уникальных последовательностей для рассматриваемых образцов $2^{15} = 32768$ достаточно важно не создавать дополнительную возможность успешной реализации атаки на несанкционированный доступ к передаваемому вектору инициализации. Данная уязвимость может быть реализована при неоднократном перехвате и анализе передаваемого вектора инициализации и восстановлении карты статической оперативной памяти. Следовательно, для обеспечения защищенности модуля взаимной аутентификации от несанкционированного клонирования, необходимо обеспечить максимально близкое к равномерному распределению значений в стабильных и нестабильных ячейках.

Изучение распределения значений ячеек ФНФ на основе статического ОЗУ. В рамках исследования был выполнен анализ значений стабильных и нестабильных ячеек образцов статического ОЗУ. На рисунках 8–10 представлены графики частот появления значений стабильных ячеек в образцах СОЗУ №2, №4 и №6.

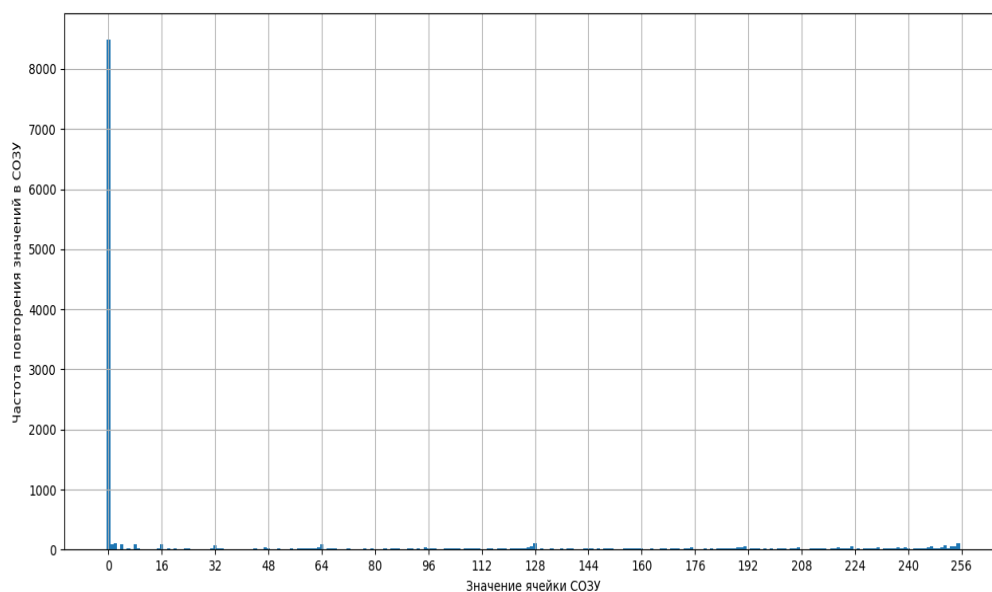


Рис. 8а. Распределение частот появления значений в ячейках образца №2

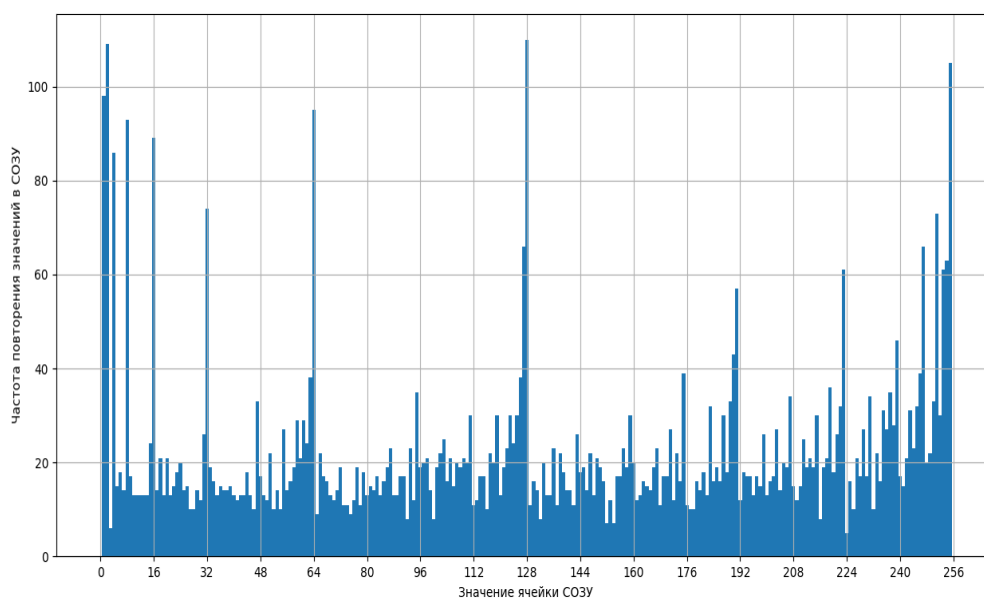


Рис. 8б. Распределение частот появления значений в ячейках образца №2 после фильтрации максимальных значений

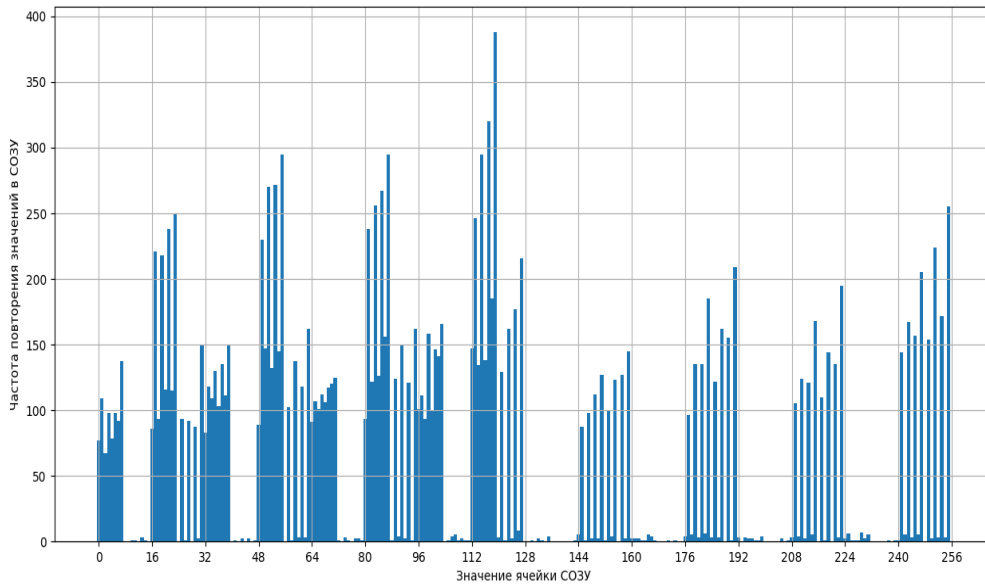


Рис. 9. Распределение частот появления значений в ячейках образца №4

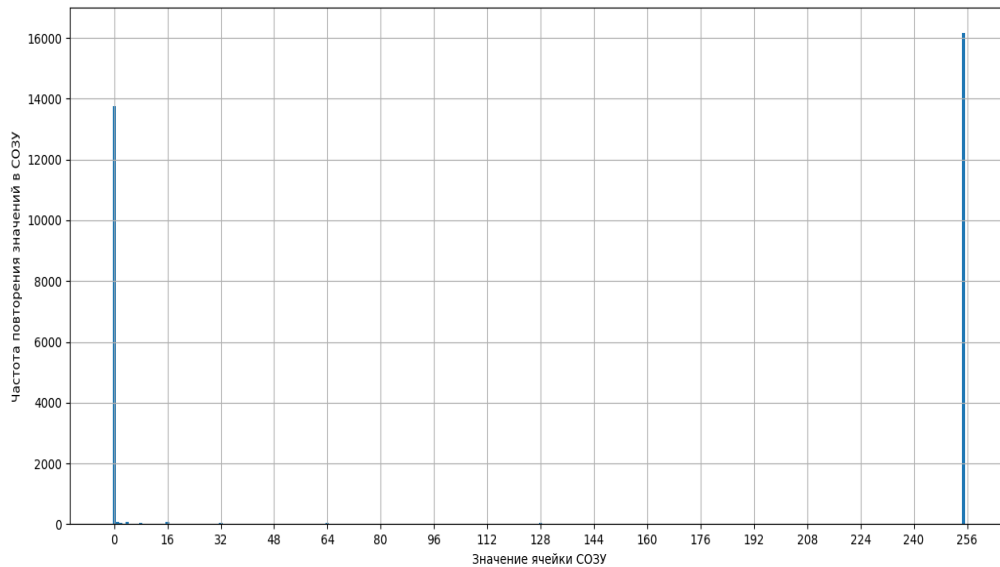


Рис. 10а. Распределение частот появления значений в ячейках образца №6

Как видно из приведенных зависимостей, для большинства исследованных образцов график распределения частот появления значений значительно отличается от равномерного распределения. Это указывает на тот факт, что в большинстве случаев стабильные ячейки отличаются от ячеек, содержащих все нули или все единицы в одном или двух битах. Отфильтрованные от максимальных значений графики (рисунок 86 и 10б) показывают явно выраженные всплески на значениях, кратных 2^n (4,8,16,32,64,128,192, 224, 240, 252, 254). Более приближены к равномерному распределению значения частот повторения для образца №4. Для этого же образца наблюдается и минимальное значение автокорреляционной функции. Дополнительно для нестабильных ячеек было определено расстояние Хемминга для всех исследуемых образцов. Для образцов №1,2,4,5 в среднем расстояние составило 2-3 бита, для образца №3 расстояние составило 5-8 бит, для образцов 6-10 – 1-2 бита. Указанные расстояния показывают количество бит в нестабильных ячейках, которые изменяли свое значение в процессе повторных измерений.

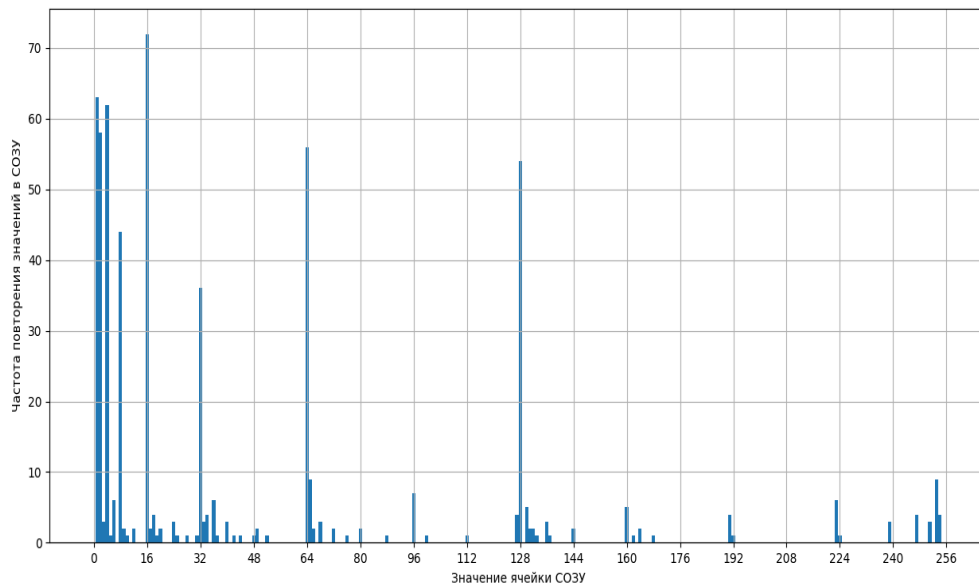


Рис. 106. Распределение частот появления значений в ячейках образца №6 после фильтрации максимальных значений

Выводы. Анализ результатов исследования указывает на необходимость тестирования микросхем или кристаллов статических ОЗУ при их использовании в качестве ФНФ, поскольку при выборе короткого вектора инициализации в системах взаимной аутентификации велика вероятность коллизии значения для разных областей СОЗУ. В качестве критерия применимости использования СОЗУ в качестве ФНФ возможно использование автокорреляционной функций для значений в ячейках памяти. При этом критерием применимости будет минимальное значение автокорреляционной функции ($0 - 0,25$) во всем диапазоне при максимальном периоде подобию. Дополнительно для всестороннего изучения определенный интерес представляет изучение изменения зависимости количества стабильных и нестабильных ячеек в кристалле СОЗУ в течение жизненного цикла микросхемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярмолик В. Н., Вашинко Ю. Г. Физически неклонируемые функции // Информатика. 2011. № 2. С. 92–103.
2. Physical One-Way Functions / R. Pappu [et al.] // Science. – 2002. – Vol. 297. – P. 2026–2030.
3. 2. Pappu, R. Physical One-Way Functions: PhD Thesis in Media Arts and Sciences / R. Pappu // Massachusetts Institute of Technology (MIT). – Cambridge, 2001. – 154 p.
4. Controlled physical random functions / B. Gassend [et al.] // Proc. of 18th Annual Computer Security Applications Conf. (ACSAC), Las Vegas, Nevada, USA, 2002. – Las Vegas, 2002. – P. 149–160.
5. Gassend, B. Physical Random Functions: MSc Thesis / B. Gassend // Massachusetts Institute of Technology (MIT). – Cambridge, 2003. – 89 p.
6. Ekert, A.K. Quantum cryptography based on Bell's theorem / A.K. Ekert // Physical Review Letters. – 1991. – Vol. 67, № 6. P. 661–663.
7. Bennett, C.H. Quantum cryptography using any two nonorthogonal states / C.H. Bennett // Physical Review Letters. – 1992. – Vol. 68, № 21. – P. 3121–3124.
8. Kocarev, L. Chaos-based cryptography: a brief overview / L. Kocarev // Circuits and Systems Magazine. – 2001. – Vol. 1, № 3. – P. 6–21.
9. Shannon, C.E. Communication theory of secrecy systems / C.E. Shannon // Bell System Tech. J. – 1949. – P. 656–715.
10. Ozturk, E. Physical unclonable function with tristate buffers / E. Ozturk, G. Hammouri, B. Sunar // Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2008). – Seattle, WA, USA, 2008. – P. 3194–3197.
11. Holcomb, D. Power-up SRAM State as an Identifying Fingerprint and Source of True Random Numbers / D. Holcomb, W. Burleson // IEEE Transactions on Computers. – 2008. – Vol. 57, № 11. – P. 1198–1210.
12. FPGA Intrinsic PUFs and Their Use for IP Protection / J. Guajardo [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2007. Vol. 4727. – P. 63–80.
13. Maes, R. Intrinsic PUFs from Flip-flops on Reconfigurable Devices / R. Maes, P. Tuyls, I. Verbauwhede // Proc. of 3rd Benelux Workshop on Information and System Security (WISec 2008). – Eindhoven, The Netherlands, 2008. – P. 3–20.

14. Bohm, C., Hofer, M. An alternative to error correction for SRAM-like PUFs. In Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES). Berlin, Heidelberg (Germany), 2010, p. 335–350.
15. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки = Theory and Practice of Error Control Codes. М.: Мир, 1986. 576 с.

REFERENCES

1. Yarmolik V. N., Valinco Yu. G. Physically uncloneable functions // Science. 2011. No. 2. Pp. 92-103.
2. Physical One-Way Functions / R. Pappu [et al.] // Science. - 2002. - Vol. 297. - P. 2026-2030.
3. Pappu, R. Physical One-Way Functions: PhD Thesis in Media Arts and Sciences / R. Pappu // Massachusetts Institute of Technology (MIT). - Cambridge, 2001. - 154 p.
4. Controlled physical random functions / B. Gassend [et al.] // Proc. of the 18th Annual Computer Security Applications Conf. (ACSAC), Las Vegas, Nevada, USA, 2002. - Las Vegas, 2002. - P. 149-160.
5. Gassend, Physical Random Functions B.: MSc Thesis / B. Gassend // Massachusetts Institute of Technology (MIT). - Cambridge, 2003. - 89 p.
6. Ekert, A. K. Quantum cryptography based on Bell's theory / A. K. Ekert // Physical Review Letters. - 1991. - Vol. 67, No. 6. - P. 661-663.
7. Bennett, C. H. Quantum cryptography using any two nonorthogonal states / C. H. Bennett // Physical Review Letters. - 1992. - Vol. 68, No. 21. - P. 3121-2124.
8. Kocarev, L., Chaos-based cryptography: a brief overview / Kocarev L. // Circuits and Systems Magazine. - 2001. - Vol. 1, No. 3. - P. 6-21.
9. Shannon, C. E. Communication theory of secret systems / C. E. Shannon // Bell System Tech. J.-1949. - P. 656-715.
10. Ozturk, E. Physical unclonable function with tristate buffers / E. Ozturk, G. Hammouri, B. Sunar // Proc. of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2008). - Seattle, WA, USA, 2008. - P. 3194-3197.
11. Holcomb, D. Power-up SRAM State as an Identifying Fingerprint and Source of True Random Numbers / D. Holcomb, W. Burleson // IEEE Transactions on Computers. - 2008. - Vol. 57, No. 11. - P. 1198-1210.
12. FPGA Intrinsic PUFs and Their Use for IP Protection / J. Guajardo [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. - 2007. - Vol. 4727. - P. 63-80.
13. Maes, R. Intrinsic PUFs from Flip-flops on Reconfigurable Devices / R. Maes, P. Tuyls, I. Verbauwhede // Proc. of the 3rd Benelux Workshop on Information and System Security (WISSec 2008). - Eindhoven, The Netherlands, 2008. - P. 3-20.
14. Bohm, C., Hofer, M. An alternative to error correction for SRAM-like PUFs. In Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES). Berlin, Heidelberg (Germany), 2010, p. 335-350.
15. Bleichut R. Theory and practice of error Control Codes = Theory and Practice of Error Control Codes. - Moscow: Mir, 1986. - 576 p.

ОБ АВТОРАХ

Малсугенов Олег Владимирович, кандидат физико-математических наук доцент Доцент кафедры информационной безопасности автоматизированных систем Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, E-mail: omalsugenov@ncfu.ru, (8652) 95-65-49

Malsugenov Oleg Vladimirovich, candidate of physical and mathematical Sciences associate Professor associate Professor of the Department of information security of automated systems Institute of information technologies and telecommunications of the North Caucasus Federal University, Stavropol, E-mail: omalsugenov@ncfu.ru, (8652) 95-65-49

Алиев Георгий Самедович, аспирант кафедры информационных систем и технологий, Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, E-mail: georgyaliev@gmail.com, (8652) 94-54-75

Aliev Georgy Samedovich, Graduate student of the Department of Information Systems and Technologies, Institute of Information Technologies and Telecommunications FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, , E-mail: georgyaliev@gmail.com, (8652) 94-54-75

Мезенцева Оксана Станиславовна, кандидат физико-математических наук, доцент, Профессор кафедры информационных систем и технологий, Институт информационных технологий и телекоммуникаций ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, E-mail: omezentceva@ncfu.ru, (8652) 94-54-75

Mezentseva Oksana Stanislavovna, Candidate of physico-mathematical sciences, docent, Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Institute of Information Technologies and Telecommunications FSAEI HE "North-Caucasus Federal University", Stavropol, E-mail: omezentceva@ncfu.ru, (8652) 94-54-75

Дата поступления в редакцию: 11.08.2019

После рецензирования: 11.09.2019

Дата принятия к публикации: 11.11.2019

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Р. Е. Олейникова [R. E. Oleynikova]

УДК 664.951.022.6

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ БЮРГЕРСА В СРЕДЕ PTC MathCAD

THE SOLUTION TO THE EQUATION OF THE SHOCK WAVE BURGERS IN THE PTC MATHCAD ENVIRONMENT

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», кафедра машин и аппаратов пищевых производств, г. Керчь, республика Крым, e-mail: oleynikova_raisa@mail.ru

Аннотация. Система уравнений обыкновенных дифференциальных уравнений интегрируется с помощью расчетной схемы Эйлера, а размер шага поддерживается достаточно малым для того, чтобы погрешности, связанные с численным интегрированием, были пренебрежимо малы в сравнении с погрешностью аппроксимации.

Материалы, методы, результаты и обсуждения. Установлено, что среднеквадратичная погрешность с увеличением порядка приближенного решения быстро снижается и пробное решение сходится к точному решению. Основной источник погрешностей состоит в том, что приближенному решению трудно уследить за быстрыми изменениями, определяемыми точным решением для ударной волны. Однако эта погрешность выявляется через значения нелинейного члена, входящего в дифференциальное уравнение, который определяется согласно биномиальному представлению через квадратичные формы матрицы пробной функции. Указанные тенденции позволяют получить приближенное решение из ограниченного числа членов пробной функции достаточной для точного моделирования решение в широком диапазоне чисел Рейнольдса, характеризующих отношение нелинейного и диссипативного членов в уравнении Навье — Стокса. Способность этого приближенного решения выявить крутой профиль ударной волны становится очевидной, так как в решении возникают нерегулярные колебания, не имеющие физического обоснования. Простейшим средством борьбы с этим было бы увеличение числа членов в приближенном решении, что ведет к незначительному увеличению машинного времени счета. Приводится модуль численного расчета, предназначенный для решения уравнения Бюргерса с помощью традиционного метода Галёркина в среде инженерных расчетов PTC MathCAD.

Заключение. Рассмотрена методика решения уравнения Бюргерса методом Галёркина применительно к задаче о распространяющейся ударной волне. Решение основано на приведении параболического дифференциального уравнения в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, зависящих от времени, с учетом нелинейного члена, входящего в дифференциальное уравнение.

Ключевые слова: разделка, мелкая рыба, уравнение Новье-Стокса, профиль ударной волны, хамса, уравнение Бюргерса.

Annotation. The system of equations of ordinary differential equations is integrated by means of the Euler computational scheme, and the step size is maintained small enough that the errors associated with numerical integration are negligible in comparison with the approximation error. It is found that the mean square error decreases rapidly with increasing order of the approximate solution and the trial solution converges to the exact solution. The main source of error is that it is difficult for the approximate solution to keep track of the rapid changes determined by the exact solution for the shock wave. However, this error is detected through the values of the nonlinear term included in the differential equation, which is determined according to the binomial representation through the quadratic forms of the matrix of the trial function. These trends allow us to obtain an approximate solution from a limited number of members of the trial function sufficient for accurate simulation of the solution in a wide range of Reynolds numbers characterizing the ratio of nonlinear and dissipative terms in the Navier — Stokes equation. The ability of this approximate solution to identify the steep profile of the shock wave becomes obvious, since irregular oscillations arise in the solution that do not have a physical justification. The simplest way to deal with this would be to increase the number of members in the approximate solution, which leads to a slight increase in the machine time of the account. The module of numerical calculation intended for the solution of the burgers equation by means of the traditional Galerkin method in the environment of engineering calculations PTC MathCAD is given.

The method of solving the burgers equation by Galerkin method applied to the problem of propagating shock wave is considered. The solution is based on the reduction of a parabolic partial differential equation to a system of ordinary time-dependent differential equations, taking into account the nonlinear term of the differential equation.

Key words: butchering, small fish, Navier-Stokes equation, shock wave profile, anchovy, burgers equation.

Введение. Основу сырьевой базы Азово-Черноморского бассейна составляет азовская и черноморская хамса. Для расширения ассортимента выпускаемой продукции из хамсы необходимо качественное удаление внутренностей, являющееся трудоемким технологическим процессом, основным на ручной разделке. Перспективным методом разделки является использование водо-воздушной струи, обладающей большей плотностью и высокой скоростью воздействия. Для решения этой актуальной задачи необходимо разработка инженерной модели ударной волны, создаваемые водо-воздушной струей, используемой в рыбообделочных машинах.

Система уравнений обыкновенных дифференциальных уравнений интегрируется с помощью расчетной схемы Эйлера, а размер шага поддерживается достаточно малым для того, чтобы погрешности, связанные с численным интегрированием, были пренебрежимо малы в сравнении с погрешностью аппроксимации. Установлено, что среднеквадратичная погрешность с увеличением порядка приближенного решения быстро снижается и пробное решение сходится к точному решению. Основным источником погрешностей состоит в том, что приближенному решению трудно уследить за быстрыми изменениями, определяемыми точным решением для ударной волны. Однако эта погрешность выявляется через значения нелинейного члена входящего в дифференциальное уравнение, который определяется согласно биномиальному представлению через квадратичные формы матрицы пробной функции. Указанные тенденции позволяют получить приближенное решение из ограниченного числа членов пробной функции достаточной для точного моделирования решение в широком диапазоне чисел Рейнольдса, характеризующих отношение нелинейного и диссипативного членов в уравнении Навье — Стокса. Способность этого приближенного решения выявить крутой профиль ударной волны становится очевидной, так как в решении возникают нерегулярные колебания, не имеющие физического обоснования. Простейшим средством борьбы с этим было бы увеличение числа членов в приближенном решении, что ведет к незначительному увеличению машинного времени счета. Приводится модуль численного расчета, предназначенный для решения уравнения Бюргерса с помощью традиционного метода Галёркина в среде инженерных расчетов PTC MathCAD.

Материал и методы исследования. Методы Галёркина используются при решении задач гидродинамики массообмена, а также в неравновесной термодинамике переноса тепла, массы и давления. По существу, любая задача, для которой можно выписать уравнения математической физики может быть решена с помощью одной из разновидностей метода Галёркина.

Объектом исследования является уравнение Бюргерса для создания простого и устойчивого решения инженерной модели применительно к задаче о распространяющейся ударной волне создаваемой струей:

$$\frac{\partial}{\partial t} u(x, t) = \frac{\nu \cdot A}{Q \cdot D_r} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) - u(x, t) \cdot \frac{\partial}{\partial x} u(x, t); \quad (1)$$

где $u(x, t)$ – профиль ударной волны создаваемой струей, изменяющейся по оси x во времени t ; ν – кинематическая вязкость среды, м²/сек; A – площадь сечения сопла, м²; Q – объемный расход потока, м³/сек; D_r – гидравлический диаметр, м.

Уравнение (1) описывает баланс между нелинейным конвективным процессом $u(x, t) \cdot \frac{\partial}{\partial x} u(x, t)$ и диссипативным процессом $\frac{\nu \cdot A}{Q \cdot D_r} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t)$. Особенно компактная форма решения получается при рассмотрении задачи о распространяющейся ударной волне для решения уравнения (1) в области $-1 \leq x \leq 1$ при $t \geq 0$. Начальные и граничные условия задаче (1) в этом случае имеют вид:

$$u_0(x) = u(x, 0) = \begin{cases} 1 \Rightarrow -1 \leq x \leq 0 \\ 0 \Rightarrow 0 < x \leq 1 \end{cases} = 1 - \Phi(x), \quad (2)$$

$$u(-1, t) = 1, u(1, t) = 0;$$

$\Phi(x)$ – функция Хэвисайда (кусочно-постоянная функция, равная нулю для отрицательных значений аргумента и единице — для положительных). В нуле эта функция доопределена числом равным 1/2, чтобы область определения функции содержала все точки действительной оси. Для решения задачи (1) с учетом начальных и граничных условий (2) предлагается следующая форма приближенного решения:

$$u_a(x, t) = \sum_{j=0}^N \left\{ a_j(t) \cdot \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] \right\}; \quad (3)$$

где N – число членов в приближенном решении. Начальные значения $a_j(t)$ определяются путем применения метода Галёркина [] к начальным данным (2), что дает систему алгебраических уравнений:

$$\int_{-1}^1 \sum_{i=0}^N \left\{ \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot \sum_{j=0}^N \left\{ a_j(0) \cdot \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] \right\} \right\} dx = \int_{-1}^1 \sum_{i=0}^N \left\{ \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot [1 - \Phi(x)] \right\} dx; \quad (4)$$

Для аналитического решения системы алгебраических уравнений (4) в матричном виде $M(N) = A(N) \times D(N)$ приводится модуль аналитического решения [] в среде инженерных расчетов PTC MathCAD (5), применение которого представлено для четырех слагаемых пробной функции:

$$\begin{aligned} M(N) &:= \begin{cases} \text{for } i \in 0..N \\ \text{for } j \in 0..N \\ m_{i,j} \leftarrow \int_{-1}^1 \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] dx \\ m \end{cases} \\ D(N) &:= \begin{cases} \text{for } i \in 0..N \\ d_i \leftarrow \int_{-1}^1 \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot (1 - \Phi(x)) dx \\ d \end{cases} \end{aligned} \quad A(N) := M(N)^{-1} \cdot D(N) \quad A(3) \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} 93 \\ -20 \\ 357 \\ 20 \\ -343 \\ 20 \\ 189 \\ 40 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Решение уравнений (4) с помощью (5) при различных значениях числа членов в приближенном решении (Рис. 6) показывает увеличение крутизны профиля ударной волны при достаточно большом числе слагаемых пробной функции (3) и достаточной полнотой представления этого профиля [] при укороченном приближенном решении.

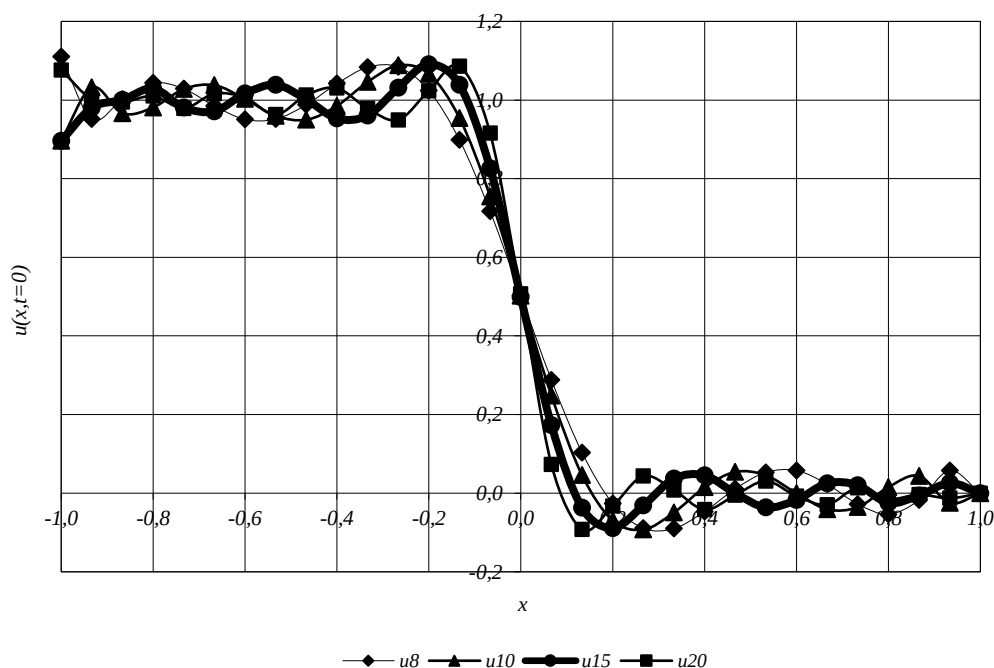


Рис. 6. Вид пробной функции при изменении числа членов в приближенном решении

Как видно из представленных данных (Рис. 6) среднеквадратичная погрешность с увеличением порядка приближенного решения проходит через минимум, соответствующий 16 слагаемым пробной функции ($\sigma_{ul5} = 0.07\%$). Такая высокая точность начальной аппроксимации позволяет перейти к приведению параболического дифференциального уравнения в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, зависящих от времени [1]. Для этого подставим выражение (3) в уравнение (1) получив невязку пробной функции, с учетом нелинейного члена входящего в дифференциальное уравнение:

$$R = \sum_{j=0}^N \left[\frac{d}{dt} a_j(t) \cdot T_j(x) \right] + \sum_{j=0}^N [a_j(t) \cdot T_j(x)] \cdot \left[\sum_{i=0}^N a_i(t) \cdot \frac{d}{dx} T_i(x) \right] - \frac{1}{Re} \cdot \sum_{i=0}^N a_j(t) \cdot \frac{d^2}{dx^2} T_j(x); \quad (6)$$

где $T_j(x) = 1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1}$ – форма координатных пробных функций; $Re = \frac{Q \cdot D_r}{\nu \cdot A}$ – число Рейнольдса. Система обыкновенных дифференциальных уравнений (6) относительно неизвестных временных пробных функций $a_j(t)$, получается из условия $\int_{-1}^1 R \cdot T_k(x) dx = 0$, $k = 0, \dots, N$. Зная начальные значения $a_j(t=0)$, определяемые путем применения метода Галёркина к начальным данным (2) определяемых системой алгебраических уравнений $M(N) = A(N) \times D(N)$ из (4). Используя, $\int_{-1}^1 R \cdot T_k(x) dx = 0$ получим матричное представление системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$M \cdot \dot{A} + B \cdot A^2 - C \cdot A = 0; \quad (7)$$

где матрицы M, B и C в среде инженерных расчетов PTC MathCAD выражаются следующими модулями:

$$\begin{aligned} M(N) &:= \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..N \\ \text{for } j \in 0..N \\ m_{i,j} \leftarrow \int_{-1}^1 \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] dx \\ m \end{array} \right| \\ B(N) &:= \left| \begin{array}{l} \text{for } k \in 0..N \\ n \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..N \\ \text{for } j \in 0..N \\ dm_{i,j} \leftarrow (-1) \cdot \int_{-1}^1 \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{n+1} \right] \cdot \left[\left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot \left[\frac{d}{dx} \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] \right] \right] dx \\ d_{n,k} \leftarrow dm_{i,j} \\ n \leftarrow n + 1 \\ d^T \end{array} \right| \\ C(N, Re) &:= \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..N \\ \text{for } j \in 0..N \\ m_{i,j} \leftarrow \int_{-1}^1 \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{i+1} \right] \cdot \left[\frac{1}{Re} \cdot \left[\frac{d^2}{dx^2} \left[1 - \left(\frac{x+1}{2} \right)^{j+1} \right] \right] \right] dx \\ m \end{array} \right|. \end{aligned} \quad (8)$$

Решение с использованием модулей (8) относительно вектора производных $\dot{A}$ для трех слагаемых пробной функции имеет вид:

$$M(2) \cdot \begin{pmatrix} a_{t0} \\ a_{t1} \\ a_{t2} \end{pmatrix} + B(2) \cdot \begin{pmatrix} a_0^2 \\ a_0 \cdot a_1 \\ a_0 \cdot a_2 \\ a_0 \cdot a_1 \\ a_1^2 \\ a_1 \cdot a_2 \\ a_0 \cdot a_2 \\ a_1 \cdot a_2 \\ a_2^2 \end{pmatrix} - C(2, Re) \cdot \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} = 0 \quad \begin{pmatrix} a_{t0} \\ a_{t1} \\ a_{t2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{15a_1}{8Re} - \frac{33a_2}{8Re} - \frac{35a_0^2}{2} - \frac{275a_1^2}{12} - \frac{189a_2^2}{8} - \frac{177a_0 \cdot a_1}{4} - \frac{8265a_0 \cdot a_2}{176} - \frac{6706a_1 \cdot a_2}{143} \\ \frac{45a_1}{8Re} + \frac{135a_2}{8Re} + \frac{65a_0^2}{2} + \frac{3575a_1^2}{84} + \frac{351a_2^2}{8} + \frac{2301a_0 \cdot a_1}{28} + \frac{107445a_0 \cdot a_2}{1232} + \frac{958a_1 \cdot a_2}{11} \\ \frac{35a_1}{8Re} - \frac{105a_2}{8Re} - \frac{35a_0^2}{2} - \frac{275a_1^2}{12} - \frac{189a_2^2}{8} - \frac{177a_0 \cdot a_1}{4} - \frac{8265a_0 \cdot a_2}{176} - \frac{6706a_1 \cdot a_2}{143} \end{pmatrix} \quad (9)$$

где a_{ti} – производные временных проекции пробной функции; a_i – весовые коэффициенты временных проекции пробной функции. Используя соотношение (9) между вектором производных $|\dot{A}|$ и весовыми коэффициентами временных проекции $|A|$ переходим к численному интегрированию одношаговым методом Эйлера первого порядка точности $|A|_i = |A|_{i-1} + |\dot{A}|_{i-1} \cdot \Delta t$ системы (7) обыкновенных дифференциальных уравнений, где Δt – шаг интегрирования по времени:

$$\begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}_i := \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}_{i-1} + \begin{pmatrix} \frac{15a_{1i-1}}{8Re} - \frac{33a_{2i-1}}{8Re} - \frac{35(a_{0i-1})^2}{2} - \frac{275(a_{1i-1})^2}{12} - \frac{189(a_{2i-1})^2}{8} - \frac{177a_{0i-1} \cdot a_{1i-1}}{4} - \frac{8265a_{0i-1} \cdot a_{2i-1}}{176} - \frac{6706a_{1i-1} \cdot a_{2i-1}}{143} \\ \frac{45a_{1i-1}}{8Re} + \frac{135a_{2i-1}}{8Re} + \frac{65(a_{0i-1})^2}{2} + \frac{3575(a_{1i-1})^2}{84} + \frac{351(a_{2i-1})^2}{8} + \frac{2301a_{0i-1} \cdot a_{1i-1}}{28} + \frac{107445a_{0i-1} \cdot a_{2i-1}}{1232} + \frac{958a_{1i-1} \cdot a_{2i-1}}{11} \\ \frac{35a_{1i-1}}{8Re} - \frac{105a_{2i-1}}{8Re} - \frac{35(a_{0i-1})^2}{2} - \frac{275(a_{1i-1})^2}{12} - \frac{189(a_{2i-1})^2}{8} - \frac{177a_{0i-1} \cdot a_{1i-1}}{4} - \frac{8265a_{0i-1} \cdot a_{2i-1}}{176} - \frac{6706a_{1i-1} \cdot a_{2i-1}}{143} \end{pmatrix} \cdot \Delta t \quad (10)$$

Расчетная схема (10) в среде инженерных расчетов PTC MathCAD используется для построения изменений профиля ударной волны во времени с использованием приближенного решения (3).

Полученные результаты и их обсуждение

Изучение среднеквадратичной погрешности начального приближенного решения показывает, что с увеличением порядка приближенного представления само приближенное решение быстро сходится к точному решению, определяемому функцией Хэвисайда (Рис. 6).

При различных значениях N ($N = 2$; $N = 3$; $N = 4$) результаты были получены для различных чисел Рейнольдса: $Re = 10, 100$. Эти результаты представлены для начального значения времени и через 0,5 сек (Рис. 7).

Как видно из представленных данных (Рис. 7) увеличение числа членов пробной функции обеспечивает увеличение крутизны профиля моделируемой ударной волны. Для проверки устойчивости разработанной модели провели моделирование процесса при увеличении на порядок числа Рейнольдса (

Рис. 8).

Сравнительный анализ численного моделирования (Рис. 7 и

Рис. 8) показывает полноту представления профиля ударной волны даже при укороченном приближенном решении.

Выводы (заключение). Получено приближенное инженерное решение распространения профиля ударной волны уравнения Бюргерса в среде PTC MathCAD из ограниченного числа членов предложенной пробной функции достаточной для достаточно точного моделирования решения в широком диапазоне чисел Рейнольдса, характеризующих отношение нелинейного и диссипативного членов в уравнении Навье — Стокса.

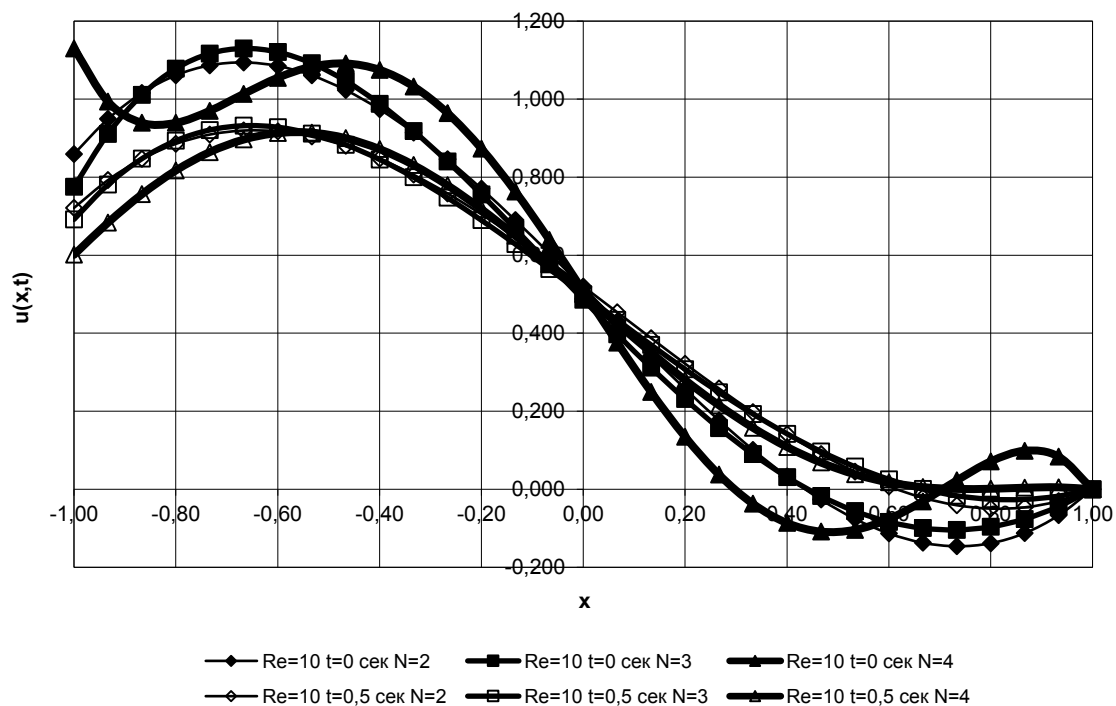


Рис. 7. Профиль ударной волны при изменении числа членов пробной функции в приближенном решении ($Re = 10$)

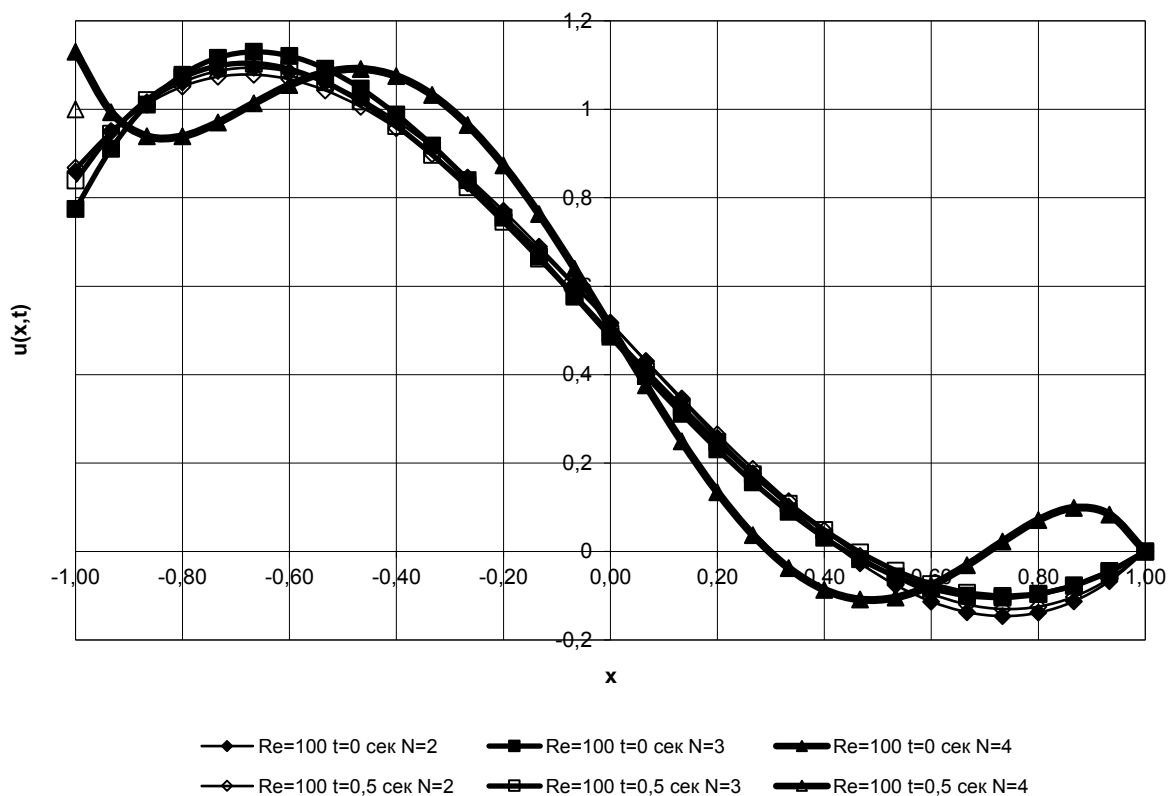


Рис. 8. Профиль ударной волны при изменении числа членов пробной функции в приближенном решении ($Re = 100$)

ЛИТЕРАТУРА

1. Гукасян А.В., Косачев В.С. Напорное движение вязкой жидкости в канале экструдера / В сборнике: МЕХАНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ // Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". 2018. С. 333-342.

2. Косачев В.С. Теоретические и практические основы осложненной поверхностно-активными веществами массо-передачи в процессе рафинации масел: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.С. Косачев. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 1998. - 48 с.
3. Подгорный С.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Схалыхов А.А. Постановка задачи описания переноса тепла, массы и давления при сушке // Новые технологии. 2014. № 3. С. 20-27.
4. Blyagoz Kh.R., Skhalyakhov A.A., Zaslavets A.A., Koshevoi E.P., Kosachev V.S. Modeling of membrane process of nano-and miniemulsies formation // Новые технологии. 2011. № 2. С. 15-17.
5. Схалыхов А.А., Верещагин А.Г., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Разработка модели конденсации парогазовых смесей с полимерными полуволоконными мембранами // Новые технологии. 2009. № 1. С. 39-43.
6. Косачев В.С. Повышение эффективности рафинации масел в мыльно-щелочной среде на основе изучения физико-химических особенностей процесса: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.С. Косачев. – Краснодар: Краснодарский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт, 1985. - 28 с.
7. Gukasyan A.V., Koshevoy E.P., Kosachev V.S. Two-dimensional mathematical model of oil-bearing materials in extrusion-type transportation over rectangular screw core // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032051.
8. Кошевой Е.П., Гукасян А.В., Косачев В.С. Двумерная модель течения материала в канале шнека с неподвижной крышкой // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 1 (75). С. 20-24.
9. Заславец А.А., Схалыхов А.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Кошевая С.Е. Гидравлика реверсивного течения внутри мембраны контактора // Новые технологии. 2013. № 2. С. 91-94.
10. Схалыхов А.А., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Математическое моделирование процесса разделения жидких смесей в мембранном модуле с различной организацией потоков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2009. № 2-3. С. 71-74.
11. Шорсткий И.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Меретуков З.А. Реология суспензии измельченных семян подсолнечника в этаноле // Новые технологии. 2015. № 2. С. 38-46.
12. Гукасян А.В., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Тарбин А.Н. Течение масляного материала в выпускном устройстве прессы.

ОБ АВТОРЕ

Олейникова Раиса Евгеньевна, ассистент кафедры машин и аппаратов пищевых производств, Керченский государственный морской технологический университет, 298309, Россия, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82, тел. 8-978-002-13-99, e-mail: oleynikova_raisa@mail.ru
Oleynikova Raisa Evgenievna, assistant of the Chair of Food Processing Machinery and Equipment, Kerch State Maritime Technological University, 298309, Russia, Republic of the Crimea, Kerch, 82, Ordzhonikidze str., тел. 8-978-002-13-99, e-mail: oleynikova_raisa@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 04.10.2019

После рецензирования: 08.11.2019

Дата принятия к публикации: 01.12.2019

А. Е. Сорокин [A. E. Sorokin]^{1,2}Е. В. Афонина [E. V. Afonina]²

УДК 664.3:664.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮПИНА В ПИТАНИИ

LUPIN USE IN FOOD

¹Брянский областной казачий институт технологий и управления (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» / Bryansk regional Cossack Institute of technology and management (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Moscow state University of technology and management. K. G. Razumovsky (First Cossack University)», e-mail: sorae78@gmail.com

²«ВНИИ люпина – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса» / "Research Institute of Lupin – branch of the Federal state budgetary scientific institution "Federal scientific center of feed production and Agroecology named after V. V. Lupin. V. R. Williams»

Аннотация. В настоящее время в большинстве пищевых продуктов в качестве источника растительного белка используют продукты переработки сои. Эта культура способна давать качественную продукцию на достаточно ограниченной территории нашей страны и в основном импортируется. С учетом того, что в нашем государстве проводится политика импортозамещения, является актуальным вопрос замены соевого белка люпиновым. В статье приводятся возможности использования люпина на пищевые цели, требования по содержанию в его семенах алкалоидов по австралийскому стандарту и в соответствии с мнениями различных исследователей. Для предпринимателей, заинтересованных во внедрении люпина в производство пищевых продуктов, приведены данные по химическому составу цельного зерна и ядра белого люпина, как наиболее распространенного вида культивируемого рода *Lupinus*.

Ключевые слова: люпин, белок, алкалоиды, химический состав, пищевые продукты.

Abstract. At present soybean products in most foodstuffs are used as source of plant protein. Enough limited territory of our country can produce qualitative soya products, most of them are imported. Taking into account that our state pursues import substitution policy the question to replace soya protein by lupin one is actual. The article describes possibilities to use lupin for food, demands on alkaloid content in lupin seeds according to the Western Australian standard and to the opinions of different researches. Manufactures interested in lupine introducing into food production can read information concerning the chemical composition of whole grains and kernels of white lupin which is the most cultivated *Lupinus specie*.

Key words: lupin, protein, alkaloids, chemical composition, foodstuff.

Введение. Для решения проблемы белковой недостаточности продуктов питания с целью удешевления производственных процессов может использоваться растительное сырье. Наибольшему обогащению протеином способствуют зернобобовые культуры, одной из которых является люпин. Но в основном в пищевой промышленности в настоящее время используется не он, а соя. Несмотря на то, что она богаче по содержанию жира, имеет лучший сбалансированный аминокислотный состав, ее возделывание в условиях России лимитировано природно-климатическими условиями. Ввиду сложных отношений со странами Запада, складывающимися сегодня, поставки сои из-за рубежа могут быть сорваны. Люпин же в нашей стране может возделываться повсеместно, что предотвратит влияние поставок импортной продукции на белковость пищевой продукции.

В настоящее время насчитывается свыше 100 видов *Lupinus spp.* Сельскохозяйственное значение в различных регионах мира имеют лишь 4 вида: люпин белый, люпин узколистный, люпин желтый и люпин изменчивый. Люпин белый, узколистный и желтый активно культивируются на территории Российской Федерации.

Во всем мире люпин возделывается, прежде всего, в качестве источника кормового и пищевого протеина.

В нашей стране на сегодняшний день люпин используют как кормовую и сидеральную культуру. С вводом этой культуры в пищевые продукты существует определенная проблема. Сегодня производители в основном маскируют ее добавление в изготавливаемые функциональные продукты под наименованиями «БАД». Это связано с тем, что культура является достаточно молодой, поэтому в перечне пищевой продукции как в СанПиН 2.3.2.1078-03, так и в принимаемых технических регламентах не присутствует.

История пищевого использования семян люпина достаточно давняя. Оно было лимитировано значительным содержанием в нем алкалоидов. Применялись и в настоящее время используются различные методы обезгорчивания зерна люпина. Известно, что римляне этот продукт употребляли после вымачивания зерна в морской воде с добавлением поташа. На Руси также использовалось вымачивание, после чего осуществлялась варка и промывка зерна, высушивание и его размол. В Германии алкалоиды извлекали из шрота холодной водой, массу обезвоживали в сушильном агрегате струей воздуха при температуре 20...40°C и гранулировали.

Во Франции осуществлялись исследования функциональных свойств люпиновой муки. В результате было получено, что она пригодна в качестве ингредиента при изготовлении различных пищевых продуктов. Аналогичные эксперименты осуществлялись и в других государствах.

Европейскими производителями, использующими люпин в продуктах питания, являются: Terrena lup' ingredient (Франция), Lupidor (Швейцария), GasID (Италия), Hermabar (Испания), Multikost (Германия) и т.д.

Крупнейший производитель пищевого люпина в мире – Австралия. Люпин используется в выпечке, мясных продуктах и при производстве напитков. Особенно активно люпиновый компонент используется в функциональных и диетических продуктах питания.

В США люпиновую муку в количестве 5-30% используют вместо пшеничной муки в рецептурах спагетти. Это способствует их обогащению усвояемым белком и лизином по сравнению с этими продуктами, изготовленными по традиционным рецептам [15].

В России и странах Таможенного Союза используется приобретенный за рубежом люпиновая мука или люпиновые компоненты.

Л.Н. Казанская изучала возможность применения нативной и экструзионной люпиновой муки при производстве хлеба. Было выяснено, что самое хорошее качество хлеба, изготовленного из люпиновой муки, формируется при ее дозировке 5-10% и использовании поликомпонентного хлебопекарного улучшителя с содержанием различных функциональных компонентов. Ею получены также положительные результаты при добавлении 5-10% люпиновой муки при изготовлении кексов и хлебных палочек [16, 17].

Зерно люпина состоит из плотной оболочки и ядра. Химический состав конечного продукта зависит от того, из чего он произведен, если это нативное зерно – он будет одним, если это отделённое от оболочки ядро – это уже несколько иной биохимический состав.

Основными показателями оценки качества потенциального сырья пищевого использования являются: содержание белка и его аминокислотный состав, содержание основных групп углеводов, содержание жиров и их качественный состав, содержание витаминов и микроэлементов, наличие антипитательных факторов.

Люпиновый белок имеет высокую биологическую ценность (60%), превосходя другие зернобобовые культуры, кроме сои. В составе белка присутствуют все незаменимые аминокислоты (табл. 1). Сегодня возделывается, преимущественно, люпин белый, поэтому дальнейшие данные будут приводиться по нему.

Биохимический состав основных зернобобовых, включая культивируемые виды люпина, приведен на рисунке 1 [3].

По содержанию белка лидируют все виды люпина с наибольшей его концентрацией у белого и желтого видов (38 и 42% соответственно) [12]. Помимо белков, в зерне люпина белого отмечается значительное содержание клетчатки (в наиболее распространенном на сегодняшний день сорте Дега по анализу образца, полученного в Центральном регионе РФ и выполненного в ИЦ ФГБНУ «Ленинградская МВЛ» по заказу ВНИИ люпина ее содержание $13,21 \pm 1,51\%$), которая до 80% концентрируется в оболочке, и может быть удалена вместе с нею. Вторым по массовой доле углеводом является крахмал, содержание которого в сорте Дега по данным упомянутой выше лаборатории составляет $10,77 \pm 1,83\%$ на а.с.в. Также, среди других видов люпина, сорта белого люпина выделяются более высоким содержанием жира в семенах – (в частности, у сорта Дега содержание жира составляет $8,92 \pm 0,42\%$ (анализ выполнен в лаборатории ООО «МИП «Аналитика. Материалы. Технологии», Санкт-Петербург по заказу ВНИИ люпина).

Таким образом, содержание незаменимых аминокислот в сыром протеине как цельного зерна белого люпина, так и его ядра находится в сопоставимых количествах. Однако необходимо учитывать, что содержание сырого протеина в цельном и обрубленном зерне различается примерно на 15-20%, в связи с чем в единице ядра содержится больше аминокислот.

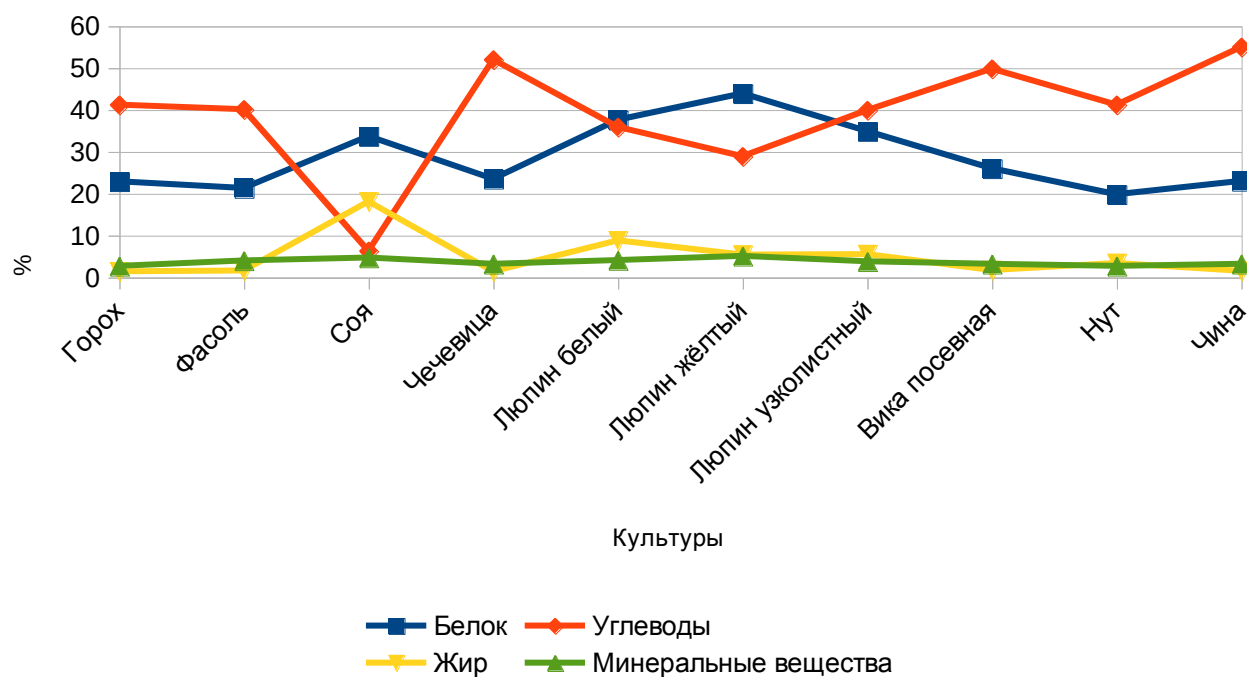


Рис. 1. Биохимический состав семян зернобобовых культур, % [12]

Таблица 1

Содержание незаменимых аминокислот в сыром протеине белого люпина, г/кг [7]

Аминокислота	Люпин белый (нативное зерно)	Люпин белый (обрушенный, ядро)
Валин	37,9	36,8
Изолейцин	42,4	41,9
Лейцин	70,4	69,8
Лизин	47,1	45,1
Триптофан	6,9	6,1
Метионин	5,3	5,9
Треонин	38,1	38,1
Фенилаланин	40,5	39,8
Итого	289,0	283,5
Аргинин (для детей)	95,3	97,8
Итого с аргинином	384,3	381,3

Витаминный состав зерна белого люпина представлен на рисунках 2-3. На рисунке 2 представлены витамины, находящиеся в небольших количествах (0,5-2,5 мг/кг). Как видно, они имеют разнонаправленную тенденцию накопления в цельном и обрушенном зерне. Так, в зерне в большей мере накапливаются пантотеновая кислота (1,6 мг/кг против 0,7 мг/кг в ядре) и рибофлавин (2,2 против 1,8 мг/кг соответственно). Иная картина прослеживается по витаминам со средним содержанием в семенах люпина белого (9-11,5 мг/кг). Количество тиамин в зерне и ядре остается практически на одном уровне (9,8-9,9 мг/кг), в то время как количество ниацина и β -каротина возрастает в ядре на 2-2,5 мг/кг. Для люпина содержание α -токоферола, являющегося наиболее активным из токоферолов, составляет в среднем 12 – 15% от суммы токоферолов. В наибольшем количестве в семенах люпина белого содержится холин (40,4 мг/кг в зерне и 30,6 мг/кг в ядре), в наименьшей — аскорбиновая кислота (0,06 — в цельном зерне и 0,19 мг/кг — в ядре).

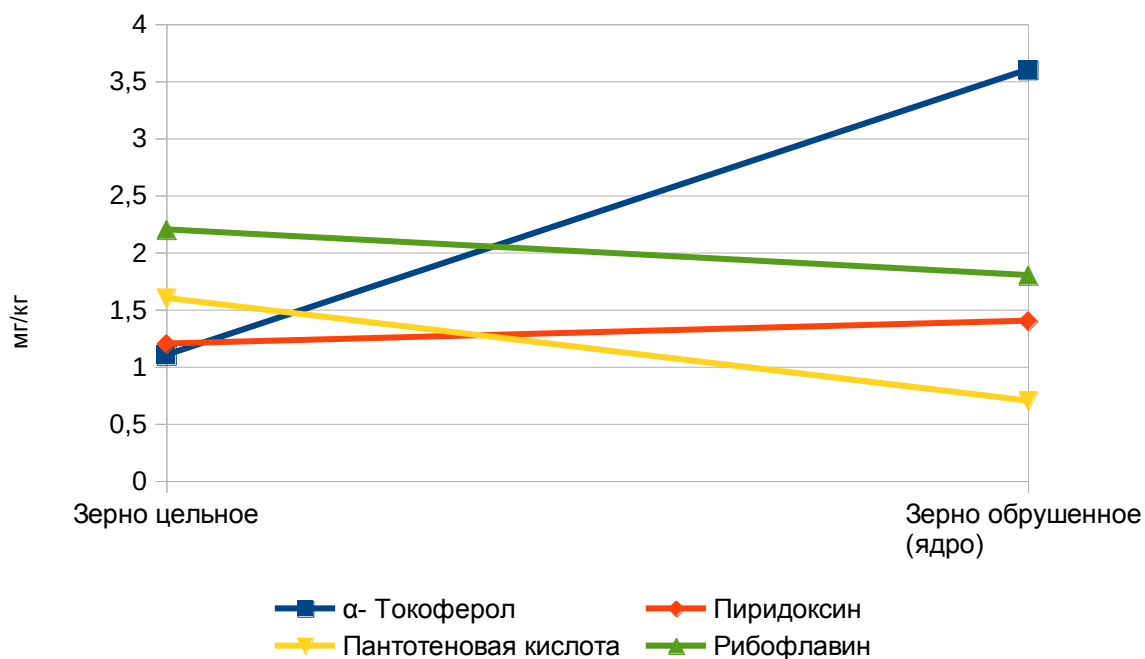


Рис. 2. Содержание витаминов малой концентрации в семенах люпина белого [7]

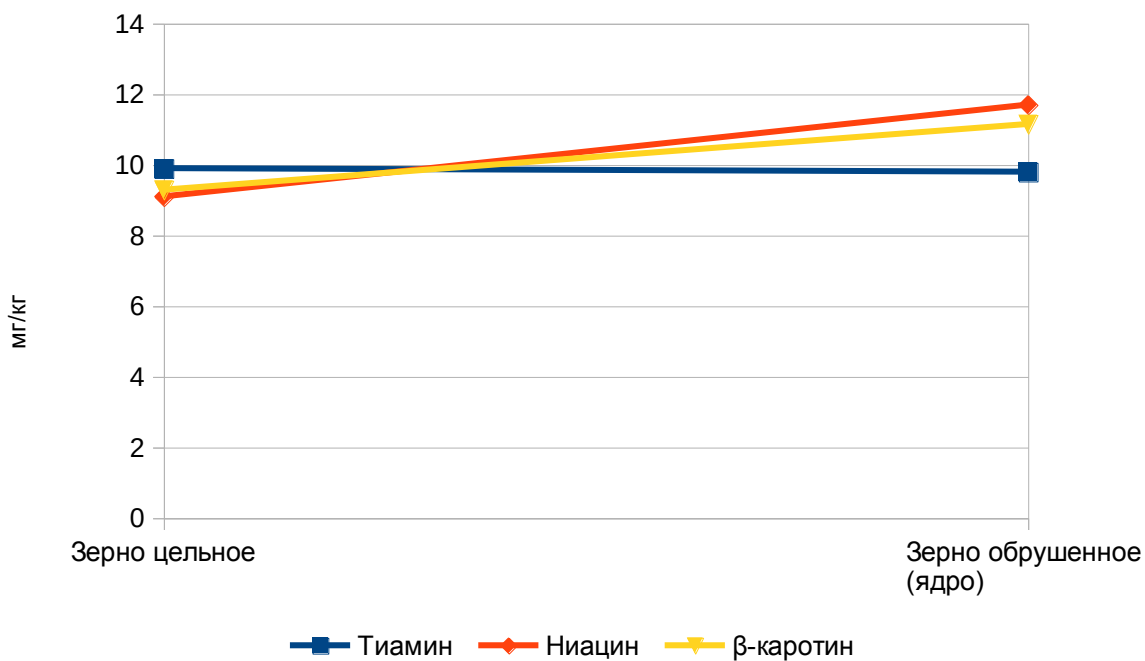


Рис. 3. Содержание витаминов средней концентрации в семенах люпина белого [7]

Минеральный состав зерна белого люпина приведен в таблице 2.

Таблица 2

Минеральный состав зерна люпина белого сорта Дега [7]

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрубленное (ядро)
Хлор, %	0,045 ± 0,04	0,022 ± 0,02
Хлористый натрий, %	0,067 ± 0,05	0,033 ± 0,05
Железо, мг/кг	43,63 ± 8,60	39,49 ± 8,10
Йод, мг/кг	0,23 ± 0,04	0,78 ± 0,14
Калий, %	1,35 ± 0,11	1,68 ± 0,12

Кальций, %	$0,22 \pm 0,05$	$0,12 \pm 0,04$
Магний, %	$0,18 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$
Марганец, мг/кг	$1428,0 \pm 207,0$	$1692,0 \pm 245,0$
Медь, мг/кг	$8,61 \pm 1,80$	$10,29 \pm 2,10$
Натрий, мг/кг	$171,20 \pm 31,0$	$202,5 \pm 36,0$
Сера, %	$0,28 \pm 0,05$	$0,36 \pm 0,05$
Фосфор, %	$0,35 \pm 0,06$	$0,44 \pm 0,07$
Цинк, мг/кг	$37,93 \pm 7,10$	$43,30 \pm 8,10$
Кобальт, мг/кг	$18,70 \pm 0,9$	$5,80 \pm 0,3$

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что в оболочке в большей мере сконцентрированы хлор, хлористый натрий, железо, кальций и кобальт. Наибольшее количество других элементов находится в ядре.

Наибольшую проблему для использования люпина в питании представляет наличие в его семенах алкалоидов. Эти вещества представляют собой группу азотсодержащих органических, преимущественно, гетероциклических соединений основного характера. Представители флоры содержат алкалоиды в своем составе в виде солей различных кислот. Как правило, алкалоиды присутствуют в виде смесевых компонентов.

А.П. Орехов классифицировал алкалоиды на группы в зависимости от строения основного углеродно-азотного цикла или положения азота в молекуле алкалоида. Алкалоиды люпина он отнес к производным пиридина [1]. Позднее они были классифицированы как хинолизидиновые, так как в структуре их имеется хинолизидиновое кольцо.

Эти вещества присутствуют во всех частях культивируемых видов люпина, максимальная их концентрация отмечена в генеративных органах и листьях. Их содержание не является константным и подвержено динамике в зависимости от условий года и фенофазы развития люпина. По мере созревания зеленая масса обедняется алкалоидами, которые транспортируются в семена и к моменту уборки в генеративных органах накапливается до 10 раз больше алкалоидов по сравнению с зеленой массой.

Согласно Международному классификатору рода *Lupinus L.*, по содержанию алкалоидов, люпин подразделяют на следующие группы: сладкий – с содержанием алкалоидов в семенах менее 0,025%; малоалкалоидный – от 0,025 до 0,1%; среднеалкалоидный – от 0,1 до 0,3%; высокоалкалоидный или горький – более 0,3%. Сорты люпина, содержащие в семенах менее 0,020% алкалоидов, можно использовать в пищевой промышленности.

Различные виды и даже формы одного и того же вида могут иметь не только разное количество алкалоидов, но и разный состав. По данным М. Винка, в семенах люпина белого люпинин составляет 50-80%, мультифлорин – 3-10%, 13-гидроксилюпинин – 5-15%. Наряду с основными прочие алкалоиды (до 30) присутствуют как сопутствующие. Их доля в общем содержании невелика.

По степени возрастания токсичности алкалоиды располагаются следующим образом – люпинин, люпинин, спартеин, гидроксилюпинин [7].

Австралийский стандарт допускает для пищевого люпина содержание алкалоидов не более 0,02% [20], по мнению ряда отечественных и зарубежных исследователей, эта норма может быть повышена до 0,025% [2, 4-5].

Продукты переработки белого, узколистного и желтого люпина присутствуют в рационе питания людей некоторых европейских стран, Австралии. На сегодняшний день люпин является генетически немодифицированным сырьем, он не содержит клейковины, вследствие чего продукты на его основе не содержат глютена. Белковые продукты из люпина используются в рецептурах песочных изделий, супов, специальных сортов хлеба, мясных изделий из фарша, майонезов, продуктов кисломолочной ферментации. Разнообразные пищевые продукты из зерна люпина могут применяться в качестве пищевых добавок, таких как красители, антиоксиданты, улучшители вкуса, эмульгаторы [8].

Еще одним преимуществом люпина является отсутствие в составе белков минорных фракций 2S - альбуминов, присутствующих в сое и способных в некоторых случаях вызывать аллергию. В странах Европы соя и продукты переработки соевого белка отмечены как пищевые аллергены и отмечены Codex Alimentarius как сильный аллерген [19]. У люпина фракционный состав белка представлен альбуминами (26-40%), глобулинами, в составе которых в основном находятся вицилино- и легуминоподобные 7S и 11S, а также глютелинами, проламинами, конглобутинами. Люпиновая мука как продукт переработки люпина не вызывает подобных реакций [13].

Люпин обладает повышенной коагулирующей способностью, что особенно важно при формировании желеобразной структуры, что препятствует потере влаги. Это позволяет его использовать для производства мясных рубленых полуфабрикатов [11].

Нициевская К.Н. изучала введение в мясные зразы люпинового пастообразного концентрата. При его введении в количестве 10% они имеют выраженный пряно-чесночный и грибной аромат, обладают мягкой и сочной консистенцией. Срок хранения полуфабрикатов не сокращается [9].

В рамках исследования пищевого использования люпина, направление переработки и использования люпина ВНИИ люпина совместно с ООО «Торговый Дом «Молпродукт» (Навля Брянской области) изучили возможность добавления люпиновой муки в творожный продукт «Деснянский». Люпиновой мукой замещали пшеничные пищевые волокна. В качестве добавки был выбран люпин желтый, сорт Престиж, с содержанием алкалоидов 0,02%, белка – 43,7%.

Были проведены две серии опытов. В первом варианте к 1 тонне творожной смеси добавляли 10 кг люпиновой муки, полностью заменяя пшеничную клетчатку, во втором варианте вводили 3 кг люпиновой муки и 7 кг пшеничных отрубей. При увеличении доли люпиновой муки до 1%, в продукте появляется неприятный бобовый вкус, и ощущаются частички семенной оболочки, поэтому для дегустации использовали только второй вариант. Контролем выступал творожный продукт «Деснянский» с пшеничными волокнами.

В дегустации принимали участие 23 человека.

Творожные продукты оценивали по органолептическим и биохимическим показателям. Определяли внешний вид, консистенцию, вкус, запах и цвет продукта.

Органолептическую оценку начинали с визуального осмотра образцов при дневном освещении, исследовали внешний вид – мажущийся, мягкий, фиксировали выделение сыворотки в продукте. Затем определяли запах, при комнатной температуре. Для обозначения запаха использовались эпитеты: чистый, свежий, ароматный, пряный, молочнокислый, пригорелый, гнилостный, кормовой.

При помощи органов осязания определяли консистенцию продуктов. В процессе прожевывания определяли жесткость, сочность, нежность, маслянистость, клейкость, мучнистость, липкость, крупнозернистость, рассыпчатость с наличием или без ощутимых частиц молочного белка и т.д.

Вкус пищи, как и запах, устанавливали при характерной для нее температуры. Основные вкусовые ощущения характеризовали, используя следующее описание: кислый, сладкий, горький, соленый, бобовый.

Оценку ставили по пятибалльной шкале. Результаты дегустации представлены на рисунке 4.

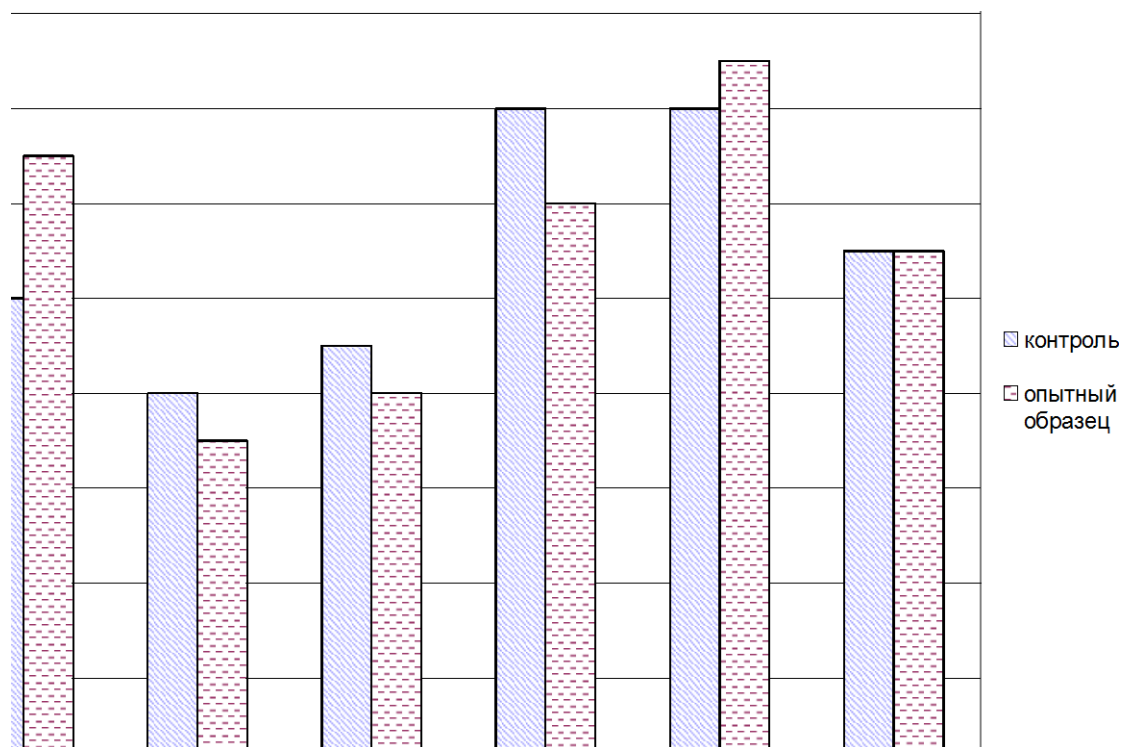


Рис. 4. Результаты дегустации творожного продукта «Деснянский»

Содержание белка в творожном продукте с люпиновой мукой увеличилось на 0,1% и составила 3,3%. Содержание жира в конечном продукте не изменялось и осталось на уровне 22%. Кислотность конечного продукта составила 130°Т. Массовая доля влаги – 65%. Выход конечной продукции увеличился на 4%. Микробиологический состав продукта с люпином по сравнению с контрольным не изменялся.

Внешний вид и цвет у опытного образца оценили выше, чем у контрольного. Запах и консистенция практически не отличались. Вкус опытного варианта был оценен несколько ниже контрольного. Средний балл у обоих вариантов одинаковый – 4,65.

Таким образом, люпиновая мука вполне может выступать в качестве растительного компонента молочных продуктов.

К несомненному преимуществу люпина, как потенциального пищевого сырья, можно отнести тот факт, что по мнению ряда исследователей люпин не требует проведения специальных мероприятий по подготовке семян. Достаточно произвести элементарную обработку семян (очистка, помол), после чего его можно использовать для производства различных видов пищевой продукции. Добавление люпина способствует образованию у готового продукта приятного желто-золотистого цвета. Люпин, имеющий пониженное количество алкалоидов, не требует применения термической обработки при его использовании в питании. Современные сорта белого люпина не соответствуют по содержанию алкалоидов пищевым целям. В связи с этим необходимо проводить их обезгорчивание. Эта операция может осуществляться различными способами и способна повысить себестоимость продукта до 10 руб./кг.

Ни проращивание, ни термическая обработка при подготовке для использования в питании семян люпина пищевых сортов с соответствующим количеством алкалоидов не нужны, что ускоряет процесс и снижает затраты на него, а также сохраняет полезные компоненты состава семян [6]. В целом необходимо учитывать, что зерно люпина является экономически выгодным, высокопитательным, экологически безопасным источником концентрированного растительного белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, обладающих при этом целым рядом профилактических и лечебных свойств [13].

Как показывает опыт ряда стран – мука люпина является перспективным компонентом функционального питания. Обогащенные люпином продукты позволяют:

- дольше чувствовать себя сытым;
- снижают калорийность ежедневного рациона приблизительно на 400 ккал;
- регулирует уровень сахара и холестерина в крови
- волокна люпина вызывают снижение LDL холестерина, не затрагивая содержание HDL холестерина;
- помогает регулировать уровень артериального давления при артериальной гипертензии [14, 18].

Также на основе люпина можно получать белковые изоляты. Люпиновые изоляты получают традиционным способом получения растительных изолятов [8].

Таким образом, культивируемые виды люпина, и, в частности, люпин белый могут использоваться на пищевые цели. Однако, из существующих сегодня сортов разных видов обладают достаточной для подобных целей алкалоидностью лишь некоторые из них у желтого и узколистного люпина. Все сорта белого люпина нуждаются в обезгорчивании. Препятствием для широкого внедрения люпина в пищевые продукты является отсутствие соответствующих требований в СанПиН и технических регламентах. Различными исследователями, в том числе ВНИИ люпина, разработаны технические условия на пищевой люпин и продукты его переработки, однако их применение лимитировано вышеназванной причиной. Многие производители начинают интересоваться производством люпина, но сталкиваясь с отсутствием нормативной базы, теряют интерес к этой культуре. Это приводит к невосстребованности культуры на продовольственном рынке и невозможности осуществления импортозамещения по белковому компоненту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахимова Й.Р. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты. Часть 2. Алкалоиды: Учебно-методическое пособие – Казань: Каз. гос. ун-т, 2009. – 40 с.
2. Ершов В. Д. Промышленная технология продукции общественного питания : учебник. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 232 с.
3. Зерновые бобовые культуры [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/75641/agropromyshlennost/zernovye_bobovye_kultury.
4. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / под ред. акад. РАСХН В. Г. Конарева. – СПб. : ВИР, 2000. – 186 с.

5. Ковэн С., Янг Д. Практическая рекомендация хлебопекам и кондитерам. 202 вопроса и ответа ; пер с англ. В. Е. Ашкинази. – СПб.: «Профессия», 2007. – 238 с.
6. Король В., Лахмоткина Г. Люпин как важный источник белка и компонент комбикорма [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agbz.ru/articles/lyupin-kak-vajnyiy-istochnik-belka-i-komponent-kombikorma>.
7. Люпин белый (*lupinus albus* L.) - перспективная кормовая культура: справочное пособие / Составители: Т.В. Яговенко, Е.В. Афонина, А.Е. Сорокин. - Брянск: изд-во «Читай-город», 2018. - 30 с.
8. Мехтиев В.С. Белки зерна люпина узколистного: их биохимические и технологические свойства, использование в продукции для профилактического питания: автореф. дис... к.т.н.; 05.18.07. - С.-Пб, 2009. - 16 с.
9. Нициевская К.Н. Разработка технологии производства мясных зраз с использованием люпинового пастообразного концентрата и их товароведная оценка // Техника и технология пищевых производств. - 2012. - № 2. - С.79А-84.
10. Нициевская К.Н., Мотовилов О.К. Исследование семян сои и люпина пищевых сортов // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: conf.sfu-kras.ru — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014.
11. Нициевская К.Н., Мотовилов О.К., Грушина О.С. Использование растительных пастообразных концентратов в производстве мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник КрасГАУ. - 2011. - №11. - С. 208-212.
12. Павловская Н.Е., Задорин А.Д. Белковый комплекс зернобобовых культур и пути повышения его качества. - Орёл, 2003. - 216 с.
13. Патент РФ №2059388. Способ получения полуфабриката из люпина для продуктов питания. Головченко В.И., Кучеренко В.Г., Кучеренко Н.М., Головченко О.В., Седлецкий М.А. Дата публикации: 10.05.1996.
14. Петрова Е.В., Казеннова Н.К. Использование люпиновой муки при изготовлении макаронных изделий. // Пищевая промышленность. - 2004. - №5. - С.18-19
15. Петрова Е.В., Казеннова Н.К., Глазунов А.А. и др. Использование люпиновой муки при изготовлении макаронных изделий // Хранение и переработка сельхоз сырья. - 2004. - №2. - С. 48-50.
16. Саломатин А.Д., Терчик Л.Ф. Применение белка люпина в производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. - 1999. - №7. - С.38-40.
17. Сизенко Е.И., Лисицын А.Б., Кудряшов Л.С. и др. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки // Все о мясе. - 2004. - №4. - С. 34-37.
18. Duranti M. Lupin seed proteins as multipurpose, nutri /functional ingredients for healthy foods // lupin crops – an opportunity for today, a promise for the future: Proceedings of the 13th International Lupin Conference: Poznań, Poland, 6-10 June, 2011. ISBN 978-83-61607-73-1. - Poznan, 2011. - P. 165-167.
19. Sporik R Peanut, nut and sesame seed allergy in Australian children: Aninternational problem / R Sporik, DJ Hill .- Brit Med J, 1996.- P.1447-1478.
20. Standard 1.4.1. Contaminants and natural toxicants. - Issue 124. - Federal Register of Legislative Instruments F2011C00542. - 8 p.

Авторы выражают благодарность работникам ООО «Торговый дом «Молпродукты», п. Навля, Брянская область, за помощь в проведении исследований

Доли авторов: Сорокин Александр Егорович – 50%
Афонина Елена Викторовна – 50%

ОБ АВТОРАХ

Сорокин Александр Егорович, доктор сельскохозяйственных наук, 1) профессор Брянского областного казачьего института технологий и управления (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», 2) гл. научный сотрудник «ВНИИ люпина – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», e-mail: sorae78@gmail.com, тел. +7-920-843-60-98

Sorokin Alexander Egorovich, Doctor of Agricultural Sciences, 1) Professor of the Bry-ansk Regional Cossack Institute of Technology and Management (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow Razumovsky State University of Technology and Management (First Cossack University)», 2) Ch. Researcher at the All-Russian Lupine Scientific Research Institute - Federal State Budget Research Institution «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology», e-mail: so-rae78@gmail.com, ph. +7-920-843-60-98

Афони́на Елена Викторовна, кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник «ВНИИ люпина – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», e-mail af0804@yandex.ru, тел. +7-909-245-87-754

Afonina Elena Viktorovna, DPh of Biological Sciences, Art. Researcher at the All-Russian Lupine Scientific Research Institute - Federal State Budget Research Institution «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology», e-mail af0804@yandex.ru, ph. +7-909-245-87-75

Дата поступления в редакцию: 02.02.2019

После рецензирования: 12.06.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Д. Ф. Игнатова [D. F. Ignatova]
А. С. Данчева [A. S. Dancheva]
Н. В. Макарова [N. In. Makarova]

УДК 664.8.047

ОВОЩИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН И АНТИОКСИДАНТОВ

VEGETABLES OF THE SAMARA REGION AS A SOURCE OF DIETARY FIBER AND ANTIOXIDANTS

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия,
e-mail: daalenas@gmail.com/ Samara state technical University, Samara, Russia, e-mail: daalenas@gmail.com

Аннотация. Уровень смертности онкологических заболеваний непрерывно растет. Современные исследователи работают над созданием оптимального рациона для раковых больных. Зарубежными учеными отмечается благоприятное влияние на иммунитет пищевых волокон.

Материалы и методы. Пищевые волокна являются важным компонентом рациона питания человека. Именно в данном компоненте наблюдается дефицит в питании. В настоящее время одним из основных направлений пищевой промышленности является сохранение пользы свежих продуктов. Особое внимание уделяется продуктам, обладающим антиоксидантными и антирадикальными свойствами. В качестве объектов исследования были использованы овощи, произрастающие в Самарской области: свекла, кабачок, томат, огурец, капуста, морковь, лук.

Результаты и обсуждения. В данной работе исследуется влияние сублимационной сушки на антирадикальные, антиоксидантные свойства овощей и возможности исследования сублимированных овощей как источника пищевых волокон. Были проведены исследования на определение общего содержания фенолов и флавоноидов, определение антиоксидантной и антирадикальной активностей по FRAP и DPPH методикам.

Заключение. Экспериментальные исследования доказали возможность использования сублимированных овощей в качестве источника пищевых волокон, фенольных веществ, флавоноидов, обладающих антиоксидантной и антирадикальной активностью.

Ключевые слова: пищевые волокна, овощи, антиоксидантная и антирадикальная активности, сублимационная сушка.

Abstract. Dietary fiber is an important component of the human diet. It is in this component that there is a deficit in nutrition. Currently, one of the main directions of the food industry is to preserve the benefits of fresh products. Special attention is paid to products with antioxidant and antiradical properties. In this paper we study the effect of freeze drying on the antiradical, antioxidant properties of vegetables and the possibility of studying freeze-dried vegetables as a source of dietary fiber. The study was carried out to determine the total content of phenols and flavonoids, antioxidant and antiradical activity determination by FRAP and DPPH methods. The objects of study were vegetables grown in the Samara region: beets, zucchini, tomato, cucumber, cabbage, carrots, onions.

Key words: dietary fiber, vegetables, antioxidant and antiradical activity, freeze-drying.

Введение. Вопрос профилактики заболеваний является очень важным как для врача, так и для пациента. Распространение рака как заболевания очень высокое, а профилактика рака находится на очень низком уровне. Ряд современных диетологов работают над созданием оптимального пищевого рациона для профилактики рака. В состав таких рационов наряду с витаминами, минеральными веществами должны входить и пищевые волокна. Анализ пищевого рациона доказывает существенные различия в рекомендуемых и существующих нормах потребления пищевых волокон [1].

Среди множества положительных свойств пищевых волокон норвежские ученые отмечают наличие иммуномодулирующих свойств. В качестве исходного сырья испытания проведены на зерновых волокнах [2].

В работе американских ученых сделан вывод о наличии взаимосвязи между содержанием пищевых волокон положительной микробиотой в кишечнике и желудке и профилактикой раковых заболеваний [3].

В работе индийских ученых суммированы данные по исследованию углеводов в качестве пищевых волокон: целлюлозы, пектина, гемицеллюлозы, гидроколлоидов, β -глюкана, олигосахаридов [4].

Для трех сортов риса (Vario, коричневый и белый), выращенных на территории Малайзии и трех сортов импортного риса из супермаркетов Black, Glutinous, Basmati изучено содержание аминокислот, минералов, сво-

бодных кислот, пищевых волокон. По содержанию пищевых волокон именно местный рис может быть введен в состав пищевых продуктов [5].

Для рисовых отрубей изучены свойства пищевых волокон такие как водосвязывающая и жиросвязывающая способности, эмульгирующая активность, способность улавливать свободные радикалы, восстанавливающая сила и хелирующая активность [6].

В настоящее время в качестве промышленного источника пищевых волокон предлагается использовать зерновые культуры. Так, алжирские ученые изучили общее содержание фенолов, флавоноидов, растворимых и нерастворимых пищевых волокон, антирадикальную активность, способность пищевых волокон из пшеницы подвергаться ферментации. Именно нерастворимые пищевые волокна имеют более высокие показатели антиоксидантной активности [7].

Для спаржи определены оптимальные условия: температура экстракции и температура сушки для получения пищевых волокон из спаржи. Разница в содержании пищевых волокон в зависимости от обработки составляет 60,7-78,0 %. А наилучшими условиями являются температура сушки 55 °C [8].

Овощи являются широко распространенным, высокоурожайным сырьем для пищевой промышленности при невысокой стоимости. Такая культура как капуста обладает уникальной сохраняемостью. Тайландские ученые исследовали влияние технологии сушки на содержание пищевых волокон в листьях капусты. При этом были изучены такие виды сушки как горячий воздух, вакуумная сушка 5 кПа, вакуумная сушка 10 кПа, вакуумная сушка с предварительной бланшировкой. При этом изучены водопоглощающая и жиропоглощающая свойства. Технология с ушки существенно изменяет все показатели [9].

Целью работы малазийских ученых было исследование содержания пищевых волокон и полифенолов в нуте, фасоли, бобах до и после процесса варки. Для показателя содержания фенолов после варки бобовых наблюдается увеличение, тогда как содержание пищевых волокон снижается за счет уменьшения содержания растворимой части [10].

Мексиканские ученые предлагают использовать морковь как источник пищевых волокон и каротиноидов. Для волокон из моркови также определено содержание полифенолов, антирадикальная активность, а также получены булочки с их участием, исследовано влияние температуры микроволновой сушки на качественные показатели [11].

Сахарная свекла является одной из самых урожайных сельскохозяйственных культур. Индийские ученые исследовали возможность использования диетических волокон в производстве пищевых продуктов и влияние температуры и времени сушки на содержание пищевых волокон. На примере булочки доказано, что существует взаимосвязь между качественными характеристиками пищевых волокон из свеклы (размер частиц) и органолептическими показателями и химическим составом булочки [12].

Для сиропа, полученного из сока арбуза, было изучено изменение таких показателей как содержание белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, ликопина, витамина С, рибофлавина, тиамина, миацина, витамина А, в течение 357 дней хранения. Показатели содержания пищевых волокон хотя и несколько уменьшаются, но незначительно [13].

Для тыквы трех сортов Justynka F₁, Karomita, Amazonka определено содержание белков, жиров, пищевых волокон, каротиноидов, углеводов. Сорт является определяющим фактором в уровне показателей [14].

Польские ученые изучили волокна томатов как потенциальные функциональные ингредиенты. Сами волокна томатов получены как отход от производства томатного концентрата. В этом продукте изучены такие показатели как содержание нерастворимых и растворимых пищевых волокон, целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, общего и водорастворимого пектина. Вывод по данной работе: томатные выжимки содержат более 50 % пищевых волокон [15].

Египетские ученые предлагают использовать луковую шелуху как источник пищевых волокон. Для шелухи определен состав, общее содержание белков, жиров, углеводов, пищевых волокон [16].

Тайваньские ученые предлагают использовать для китайских колбасных изделий в качестве источника пищевых волокон пшеничные и овсяные отруби [17].

Одним из направлений современного пищевого производства является замена части дорогостоящего, высококалорийного сырья на пищевые волокна. В работе индийских ученых суммированы данные по использованию пищевых волокон в мясных продуктах. Использование диетических волокон снижает риск раковых и сердечнососудистых заболеваний [18].

По данным работы употребление томатного, морковного, свекольного соков значительно улучшает состояние организма человека [19].

Антиоксидантная активность экстрактов томатов была определена испанскими учеными как *in vitro*, так и *in vivo* на клеточных моделях. Причем, авторы обнаружили корреляцию между результатами, полученными разными методами [20].

Для томатов, выращенных обычной и органической технологией, было проведено сравнительное изучение содержания аскорбиновой кислоты, общих фенолов, ликопина, антиоксидантной активности по DPPH-методу и в системе β -каротин-линолевая кислота. По всем показателям органические томаты превосходят обычные [21].

Тыква является высокоурожайной культурой не только для России, но и для Бразилии. Для 10 образцов тыквы из разных областей Бразилии изучено общее содержание фенолов, каротиноидов, минеральный состав, антиоксидантная активность. Интересно отметить, что для разных объектов показатели различаются несколько раз [22].

Капуста имеет множество сортов и видов. Как наиболее распространенная и высокоурожайная культура она стала объектом исследования антиоксидантной активности. Для сортов савойской капусты *Dama* и *Leticra* были проведены сравнения химического состава (аскорбиновой кислоты, β -каротина, хлорофилла, фенольных веществ, флавоноидов) и антиоксидантная активность по ABTS методу. Между двумя сортами есть значительные различия в уровне показателей [23].

При переработке тыквы образуется большой объем отходов – семена и кожура. Индийские ученые провели сравнительные исследования содержания β -каротина, аскорбиновой кислоты, фенолов, пищевых волокон, антиоксидантной активности по DPPH, ABTS, FRAP методам. Хотя кожура тыквы имеет более низкие показатели, чем мякоть по содержанию β -каротина, однако по уровню пищевых волокон, аскорбиновой кислоты кожура превышает показатели мякоти. Тогда как уровень содержания фенолов и антиоксидантной активности очень близки [24].

Среди традиционных антиоксидантов овощи не занимают ведущего места, а капуста вообще не рассматривается как потенциальный источник антиоксидантных веществ. Однако, исследования по капусте тайландских ученых опровергает это мнение [25].

Огурцы являются в настоящее время очень распространенной культурой благодаря современным технологиям тепличного выращивания. Исследования по химическому составу и антиоксидантным свойствам доказали наличие антиоксидантных свойств [26].

При переработке моркови образуется большой процент отходов – кожуры. Именно для этого объекта определено общее содержание фенолов, флавоноидов, антиоксидантная активность по DPPH и FRAP методам, а также микробная активность против *Shigella Flexner*, *E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*. Результаты свидетельствуют, что очистки от моркови можно использовать как антимикробный и антиоксидантный агент [27].

В работе изучено влияние технологии варки (кипение, нагревание паром, нагрев под давлением, микроволновое нагревание) на содержание витамина С, каротиноидов, β -каротина, фенолов, флавоноидов, DPPH-активность. Именно содержание витамина С и флавоноидов уменьшается, остальные показатели увеличиваются [28].

В производстве сахара из сахарной свеклы в большом количестве образуются выжимки. Именно для них изучены антиоксидантные и антимикробные свойства против бактерий *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* [29].

Солнечная сушка является по-прежнему самым дешевым методом сушки. Ученые из Норт-де-Вуара использовали солнечную сушку для местных овощей. Были исследованы содержание витамина С, каротиноидов, антиоксидантная активность по методу DPPH. Содержание аскорбиновой кислоты и β -каротина снижается в течение 3 дней. Тогда как содержание фенолов и антиоксидантная активность увеличиваются [30].

На примере томатов сорта *chonto* изучено влияние температуры сушки 50, 60 и 70 °C на показатели общего содержания каротиноидов, фенолов, антиоксидантной активности, микроструктуру. Сушка увеличивает показатели содержания β -каротиноидов, снижает содержание фенолов и практически не изменяет антиоксидантную активность [31].

Турецкие ученые на примере ломтиков красного и зеленого перца изучили влияние сушки при 63 °C в течение 3 часов на содержание аскорбиновой кислоты, ликопина, каротина, общих фенолов, антиоксидантной

активности по FRAP методу. Кроме содержания фенолов и антиоксидантной активности все показатели увеличиваются [32].

Целью данной работы является сравнительный анализ химического состава (сухие вещества, кислотность, сахара, пищевые волокна, общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов), антирадикальной и антиоксидантной активностей сублимированных овощей (FRAP, DPPH) как пищевых волокон, а также определение специальных. В качестве объектов сравнения выбраны морковь, огурец, лук, томат, кабачок, свекла, капуста.

Материалы и методы. В лаборатории Самарского государственного технического университета «Разработка технологии получения пищевых съедобных пленок и упаковочных материалов» были получены сублимированные овощи при помощи лабораторного лиофилизатора серии VaCo производство ZIRBUS technology.

Определение содержания сухих веществ в сублимированных овощах. Определяли содержание растворимых и нерастворимых веществ рефрактометрическим методом и методом высушивания соответственно [33].

Определение содержания сахара в сублимированных овощах. Содержание сахара в овощных пищевых волокнах определяли по ускоренному методу [34].

Ускоренный метод основывается на определении содержания концентрации сахарозы по калибровочному графику. Данный график строился следующим образом.

В мерную колбу вместимостью 100 см³ мерным цилиндром вносили 25 см³ сернокислого раствора двухромовокислого калия, 10 см³ фильтрата исследуемого раствора и 15 см³ дистиллированной воды. Колбу помещали в кипящую водяную баню на 10 мин, охлаждали до комнатной температуры, доводили объем дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивали и измеряли оптическую плотность. По значению оптической плотности и калибровочному графику находили соответствующее количество общего сахара, условно выраженное в сахарозе.

Определение кислотности сублимированных овощей. Определение массовой концентрации титруемых кислот проводили с применением индикатора бромтимолового синего [35].

В коническую колбу отмеряли пипеткой 10 см³ водного экстракта, добавляли 25 см³ дистиллированной воды и доводили до кипения. К доведенному до кипения продукту добавляли 1 см³ раствора бромтимолового синего и титровали раствором гидроокиси натрия или калия молярной концентрации 0,1 моль/дм³ до появления зелено-синей окраски.

Приготовление экстрактов сушеных овощей. Навеску овощей сублимационной сушки массой 4 г заливали 40 см³ водно-спиртовой смесью. Полученную смесь выдерживали в термостате при температуре 37 °С в течение 48 ч. Далее смесь фильтровали и использовали фильтрат.

Общее содержание фенольных соединений. Общее содержание фенольных веществ в водно-спиртовых овощных экстрактах определяли с использованием модифицированного метода Фолин-Чеколтеу [36]. Галловая кислота использовалась как стандарт: водный раствор галловой кислоты (200 мг в 1 л) разбавляли дистиллированной водой для получения калибровочной кривой. Для анализа взяли 0,50 мл водно-спиртового экстракта или стандарта галловой кислоты, 4,00 мл дистиллированной воды, 0,25 мл реактива Фолин-Чеколтеу и 0,25 мл насыщенного водного раствора карбоната натрия. Образцы выдержали без доступа света 30 мин при комнатной температуре. Коэффициент поглощения определяли при 725 нм на спектрофотометре. Результаты выражали в мг эквивалента галловой кислоты в 100 г исходного сырья (ФВ, мг ГК / 100 г ИС) по калибровочному графику.

Общее содержание флавоноидов. Содержание флавоноидов в водно-спиртовых экстрактах сушеных овощей измеряли по измененному методу [37]. Экстракт или стандартный раствор катехина в объеме 0,50 мл добавляли в мерную пробирку объемом 10 мл. Затем добавляли 2,50 мл дистиллированной воды, в начальный момент времени добавляли 0,15 мл 5 %-ного нитрита натрия, а через 5 мин – 0,30 мл 10 %-ного хлорида алюминия. Смесь выдерживали еще 5 мин. Коэффициент поглощения измеряли при 510 нм. Содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов катехина в 100 г исходного сырья (Фл, мг К/ 100 г ИС) по калибровочному графику.

Антиоксидантная активность по методу DPPH. Антиоксидантная активность экстрактов сушеных овощей определялась по методу [38]. Способ базируется на реакции антиоксидантов исходного сырья со стабильным хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидрозилом (DPPH). DPPH (4 мг) растворили в 100 мл этанола. Аликвоты анализируемого экстракта (0,05; 0,10; 0,40; 0,80; 1,00 и 5,00 мл) растворили в 100 мл дистиллированной воды. Далее 2,0 мл каждого раствора добавляли к 2,0 мл раствора DPPH при 20 °С и выдерживали без доступа света в течение 30 мин. Определяли коэффициент пропускания при 517 нм. Антирадикальную активность выражали в виде концентрации исходного экстракта в мг/мл, при которой происходило связывание 50 % радикалов (EC₅₀, мг/мл).

Метод FRAP. Восстанавливающую силу анализируемого экстракта определяли по методу FRAP [39]. Для анализа использовали свежеприготовленный раствор FRAP: смесь 10 мл ацетатного буфера (pH 3,6), 1 мл 10 % раствора хлорида железа (III) и 1 мл раствора TPTZ (10 ммоль/л TPTZ в 40 ммоль/л HCl), выдержанный 10 мин при температуре 37 °С. К анализируемому экстракту сушеных овощей (0,1 мл) добавили 3,0 мл дистиллированной воды и 1 мл раствора FRAP. Смесь выдерживали в течение 4 мин при температуре 37°С. Измеряли оптическую плотность при 593 нм. Восстанавливающую силу определяли по калибровочному графику и выражали в ммоль Fe²⁺/ 1 кг исходного сырья (ммоль Fe²⁺/ 1 кг ИС).

Определение водопоглощающей способности пищевых волокон в овощах сублимационной сушки. В колбу помещали 1 г сублимированных овощей, добавляли 40 см³ дистиллированной водой и оставляли смесь на 18 ч при температуре 22-25 °С. Смесь центрифугировали при 5000 оборотах в течении 5 мин. По прошествии времени отделившуюся жидкость отбивали на центрифуге [40]. По оставшемуся объему свободной воды рассчитывали водопоглощательную способность.

Определение содержания пищевых волокон в сублимированных овощах. Метод основан на ферментативном гидролизе крахмальных и некрахмальных соединений с помощью – амилазы, протеазы и амилоглюкозидазы до моно-, ди-, олигосахаридов и пептидов. Пищевые волокна осаждают этиловым спиртом, высушивают и определяют гравиметрическим методом. Общую массовую долю пищевых волокон выражают в процентах (г/100 г) [41].

Результаты и обсуждения. Сублимированные овощи исследовали на содержание сухих веществ, сахаров, а также определяли кислотность. Результаты приведенных исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание сухих веществ, сахаров и кислотность сублимированных овощей

Продукт	Сухие вещества, %	Сахара, %	Кислотность, %
Морковь	85	36,9	0,70
Огурец	88	8,6	0,51
Лук	83	39,7	0,96
Томат	91	19,8	1,17
Кабачки	75	12,4	0,58
Свекла	92	45,3	0,63
Капуста	85	36,9	0,70

Как видно по результатам, представленным в таблице 1, свекла и томат являются лидерами по содержанию сухих веществ – 92 и 91 % соответственно. Далее идут огурец – 88 %, морковь и капуста по 85 %. Минимальное количество сухих веществ содержится в кабачках – 75 %.

По содержанию сахаров лидером выступает свекла – 45,3%, немного меньше содержится в луке – 39,7 % и в капусте – 36,9 %. Минимальное количество сахаров наблюдается в огурце – 8,6 % и в кабачке – 12,4 %.

Наибольшей кислотностью обладает томат – 1,17 %, немного меньше у лука – 0,96 %. Средние значения наблюдаются у моркови и капусты – 0,70 %. Наименьшая кислотность у огурца – 0,51 %.

На рис. 1 представлены результаты по определению содержания общих фенолов в сублимированных овощах.

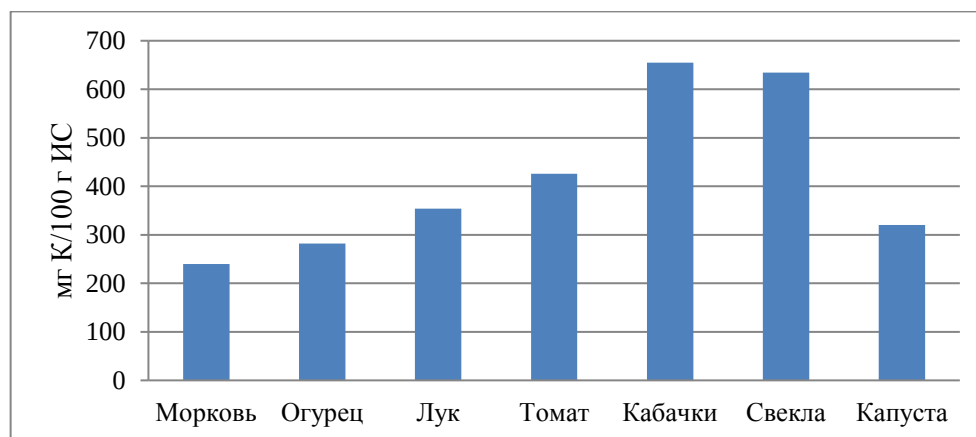


Рис. 1. Содержание фенольных веществ в сублимированных овощах

Согласно результатам, представленным на рис. 1, лидерами по содержанию фенолов являются кабачок и свекла – 655 мг К/100 г ИС и 634 мг К/100 г ИС. Средние показатели у томата (426 мг К/100 г ИС). Самое минимальное количество фенолов содержится в моркови 240 мг К/100 г ИС.

На рис. 2 представлены показатели на содержание общих флавоноидов в сублимированных овощах.

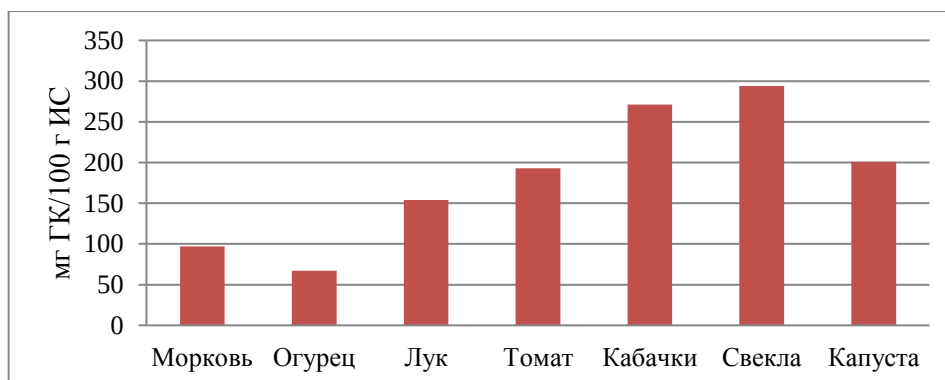


Рис. 2. Содержание флавоноидов в сублимированных овощах

Как видно по результатам, представленным на рис. 2, максимальное содержание флавоноидов содержится в свекле – 294 мг ГК/100 г ИС, а также в кабачках – 271 мг ГК/100 г ИС. Капуста и томат содержат 201 мг ГК/100 г ИС и 193 мг ГК/100 г ИС соответственно. Наименьшее количество содержится в огурце – 67 мг ГК/100 г ИС.

На рис. 3 представлены результаты исследований на антиоксидантные свойства сублимированных овощей по методу FRAP.

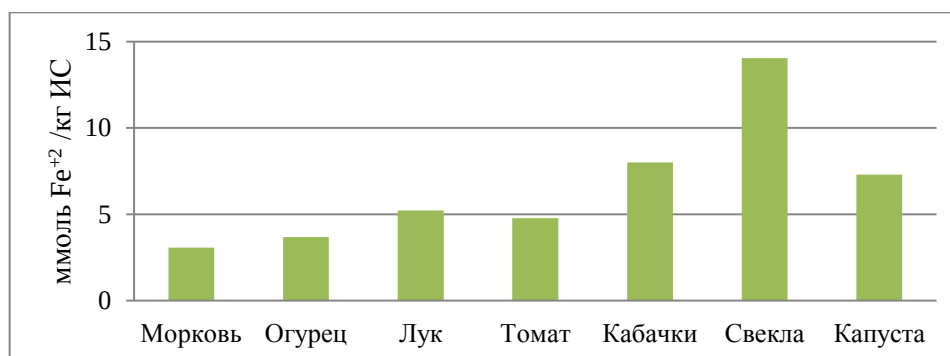


Рис. 3. Антиоксидантная активность (FRAP) сублимированных овощей

Наибольшая восстанавливающая сила по FRAP наблюдается у свеклы – 14,04 ммоль Fe²⁺/кг ИС. Немного меньшая активность у капусты и кабачков 7,29 ммоль Fe²⁺/кг ИС и 8,01 ммоль Fe²⁺/кг ИС соответственно. Средние показатели у лука – 5,22 ммоль Fe²⁺/кг ИС и томата – ммоль Fe²⁺/кг ИС. Наименьший показатель у моркови – 3,06 ммоль Fe²⁺/кг ИС.

На рис. 4 представлены результаты исследований на антиоксидантные свойства сублимированных овощей по методу DPPH.

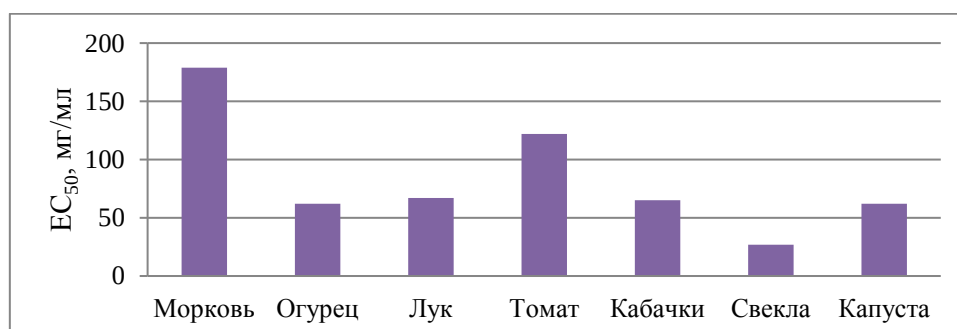


Рис. 4. Антиоксидантная активность (DPPH)

Наибольшая антирадикальная активность наблюдается у свеклы – 27 EC_{50} , мг/мл. Средние показатели антиоксидантной активности у лука – 67 EC_{50} , мг/мл, кабачков – 65 EC_{50} , мг/мл, капусты – 62 EC_{50} , мг/мл. Наименьшая у моркови – 179 EC_{50} , мг/мл.

В таблице 3 представлен результат исследований на водопоглатительную способность и определения содержания пищевых волокон в сублимированных овощах.

Таблица 3

Водопоглотительная способность сублимированных овощей

Продукт	Водопоглатительная способность, %
Морковь	375
Огурец	355
Лук	600
Томат	450
Кабачки	370
Свекла	700
Капуста	635

По результатам, представленным в таблице 3, видно, что наибольшую водопоглотительную способность имеет свекла – 700 %. Средние значения у лука – 600 % и томата – 450 %. Наименьшая водопоглотительная активность наблюдается у моркови – 375 % и огурца – 355 %.

В таблице 4 представлены результаты исследований на содержание пищевых волокон в сублимированных овощах.

Таблица 4

Содержание пищевых волокон в сублимированных овощах

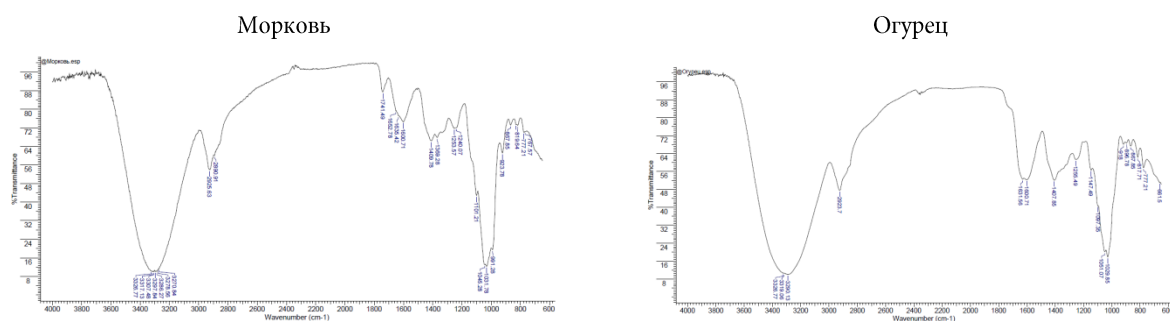
Продукт	Пищевые волокна, %
Морковь	44
Огурец	38
Лук	32
Томат	41
Кабачки	39
Свекла	53
Капуста	42

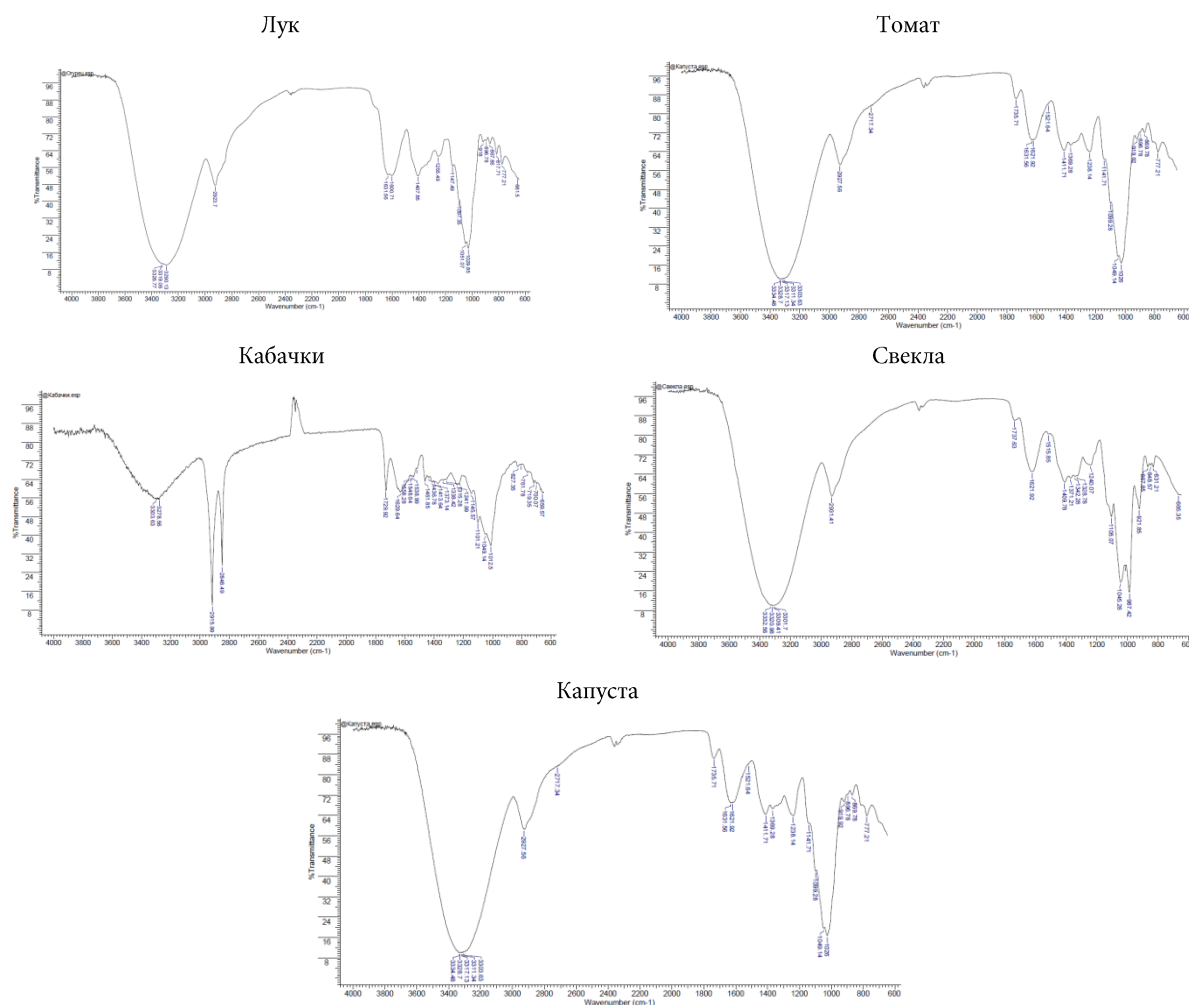
Лидером по содержанию пищевых волокон является также свекла – 53 %. Немного меньше пищевых волокон содержится в моркови – 44 %, томате – 41 % и кабачках – 39 %. Наименьшее количество содержится в луке – 32 %.

Также проведено исследование структуры сублимированных овощей с помощью методов ИК-спектроскопии. Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5

ИК-спектроскопия сублимированных овощей





Выводы. Таким образом, можно сделать заключение, что процесс сублимации не влияет на физико-химические показатели. По содержанию сухих веществ свекла и томат являются лидерами – 92 и 91 % соответственно. Минимальное количество сухих веществ содержится в кабачках – 75 %. По содержанию сахаров лидером выступает свекла – 45,3%, минимальное количество в огурце – 8,6 % и в кабачке – 12,4 %. Наибольшей кислотность обладает томат – 1,17, наименьшая у огурца – 0,51 %.

Сублимированные овощи обладают антиоксидантными и антирадикальными свойствами. Лидерами по данным свойствам являются кабачок и свекла. Содержанию фенолов в кабачке – 655 мг К/100 г ИС, в свекле – 634 мг К/100 г ИС. Содержание флавоноидов в свекле – 294 мг ГК/100 г ИС, в кабачке – 271 мг ГК/100 г ИС. Также самый лучший показатель антирадикальной активности наблюдается у свеклы: по методу FRAP – 14,04 ммоль Fe²⁺/кг ИС, по методу DPPH – 27 EC₅₀, мг/мл.

Следует отметить, что свекла также является лидером по содержанию пищевых волокон – 53 %, и, следовательно, обладает самой высокой водопоглощательной способностью – 700 %.

Таким образом, в данной работе показана возможность использования сублимированных овощей в качестве источника пищевых волокон, фенольных веществ, флавоноидов, обладающих антиоксидантной и антирадикальной активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mannion C., Page S., Bell L. H., Verhoef M. Components of an Anticancer Diet: Dietary Recommendations, Restrictions and Supplements of the Bill Henderson Protocol // *Nutrients*, 2011. – № 3. – P. 1-26.
2. Samuelsen A. B., Rieder A., Grimmer S., Michaelsen T. e., Knutsen S. H. Immunomodulatory Activity of Dietary Fiber: Arabinoxylan and Mixed-Linked Beta-Glucan Isolated from Barley Show Modest Activities *in Vitro* // *Int. J. Mol. Sci.*, 2011. – № 12. P. 570-580.
3. Zeng H., Lazarova D. L., Bordonaro M. Mechanisms linking dietary fiber, gut microbiota and colon cancer prevention // *World J. Gastrointestinal Oncology*, 2014. – № 6. – P. 41-51.

4. Mudgil D., Barak S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review // Int. J. of Biological Macromol., 2013. – № 61. – P. 1-6.
5. Thomas R., Rajeev B., Kuang Y. T. Composition of amino Acid, fatty acids, minerals and dietary fiber in some of the local and import rice varieties of Malaysia // Int. Food Research J., 2015. – № 22. – P. 1148-1155.
6. Daou C., Zhang H. Physico-chemical Properties and Antioxidant Activities of Dietary Fiber Derived from Defatted Rice Bran // Advance J. of Food Science and Technology, 2011. – № 3. – P. 339-347.
7. Keddari S., Benaoum N., Boufadi Y., Belhocine M., Riazi A. Antioxidant Activity and *in vitro* Fermentation of Dietary Fiber Extracts from Durum Wheat Bran // J. of Food and Nutrition Research, 2016. – Vol. 4. – P. 508-514.
8. Cadavid E. L. A., Molina D. A. R., Valenzuela J. R. C. Chemical, Physicochemical and Functional Characteristics of Dietary Fiber Obtained from Asparagus Byproducts (*Asparagus officinalis* L.)
9. Tawatsinlapasorn N., Kuljarchanan T., Cheiwchan N., Devahastin S. Effects of Drying Techniques on Selected Functional Properties and Bioactive Compounds of Dietary Fiber from the Outer Leaves of Cabbage // CMU J. Nat. Sci., 2017. – Vol. 16. – P. 19-30.
10. Tan C. X., Azrina A. Dietary fiber and total phenolic content of selected raw and cooked beans and its combinations // Int. Food Research J., 2017. – № 24. – P. 1863-1868.
11. Hernandez-Ortega M., Kissangou G., Necoechea-Mondragon H., Sanchez-Pardo M. E., Ortiz-Moreno A. Microwave Dried Carrot Pomace as a Source of Fiber and Carotenoids // Food and Nutrition Sciences, 2013. – № 4. – P. 1037-1046.
12. Gadhe K. S., Shere D. M., Jarupla S. Studies on exploration and characterization of dietary fiber extracted from sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and its incorporation in cookies // J. of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2017. – № 6. – P. 956-961.
13. Alim-un-Nisa, Javed A., Firdous S., Saeed M. K., Hina S., Ejaz N. Nutritional aspects and acceptability of Water Melon juice syrup // PAK. J. FOOD SCI., 2012. – № 22. – P. 32-35.
14. Kulaitiene J., Jriene E., Danilcenko H., Cerniauskiene J., Wawrzyniak A., Hamulka J., Jukneviene E. Chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima* D.) flesh flours used for food // J. of Food Agriculture and Environment, 2014. – Vol. 12. – P. 61-64.
15. Bozena B. Tomato fibre as potential functional food ingredients // Polish J. of Natural Sciences, 2017. – Vol. 32. – P. 121-130.
16. Sayed H. S., Hassan N. M. M., Elkhalek M. H. A. The effect of Using Onion Skin Powder as a Source of Dietary Fiber and Antioxidants on Properties of Dried and Fried Noodles // Current Science Int., 2014. – № 3. P. – 468-475.
17. Huang S. C., Tsai Y. F., Chen C. M. Effects of Wheat Fiber, Oat Fiber, and Inulin on Sensory and Physico-chemical Properties of Chinese-style Sausages // Asian-Aust. J. Anim. Sci., 2011. – Vol. 24. – P. 875-880.
18. Biswas A. K., Kumar V., Bhosle S., Sahoo J., Chatli M. K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health // Int. J. Livest. Prod., 2011. – Vol. 2. – P. 45-54.
19. Clifford T., Howatson G., West D. J., Stevenson J. The Potential Benefits of Red Beetroots Supplementation in Health and Disease // Nutrients, 2015. – № 7. – P. 2801-2822.
20. Garcia-Alonso F. J., Navarro-Gonzalez I., Ros G., Periago M. J. Assessment of the antioxidant properties of tomato extracts: a synergistic approach in vitro chemical tests and cell-based assays // Acta Alimentaria, 2015. – Vol. 44. – P. 297-303.
21. Boguini R. G., Bastos D. H. M., Moita-Neto J. M., Capasso F. S., Torres E. A. F. S. Antioxidant Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems // Braz. Arch. Biol. Technol., 2013. – Vol. 56. – P. 521-529.
22. Priori D., Valduga E., Villela J. C. B., Mistura C. C., Vizzotto M., Valgas R. A., Barbieri R. L. Characterization of bioactive compounds, antioxidant activity and minerals in landraces of pumpkin (*Cucurbita moschata*) cultivated in Southern Brazil // Food Science and Technology, 2017. – № 37. – P. 33-40.
23. Mala K. S., Kurian A. E. Nutritional composition and antioxidant activity of pumpkin wastes // Int. J. of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences, 2016. – № 6. – P. 336-344.
24. Fernandez-Leon A. M., Lorano M., Gonzalez D., Ayuso M. C., Fernandez-Leon M. F. Bioactive Compounds Content and Total Antioxidant Activity of Two Savoy Cabbages // Czech. J. Food Sci., 2014. – Vol. 32. – P. 549-554.
25. Thaipraturum R. Evaluation of Antioxidant Activities of Cabbage (*Brassica oleracea* L var. *capitata* L.) // Int. J. of Biomolecular, Agricultural, Food and BIotechnological Engineering, 2014. – Vol. 8. – P. 591-593.
26. Qi H., Ji X., Liu S., Feng D., Dong X., He B., Srinivas J., Yu C. Antioxidant and anti-dyslipidemic effects of polysaccharidic extract from sea cucumber processing liquor // Electronic J. of Biotechnology, 2017. – № 28. – P. 1-6.
27. Sheila J., Priyadarshini S., Sarah J. M., Sivaraj C., Arumugam P. In vitro Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Carrot Peel // Int. J. of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 2017. – № 9. – P. 970-974.
28. Bembem K., Sadana B. Effect of different cooking methods on the antioxidant components of Carrot // Bioscience Discovery, 2014. – № 5. – P. 112-116.
29. Canadanovic-Brunet J. M., Zavatovic S. S., Cetkovic G. S., Vulic J. J., Djilas S. M., Marcov S. L., Cvetkovic D. D. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Beet Root Pomace Extracts // Czech J. Food Sci., 2011. – Vol. 29. – P. 575-585.
30. Zoro A. F., Zoue L. T., Adom N. J., Niamke S. L. Effect of sun drying on nutritive and antioxidant properties of leafy vegetables consumed in western cote d'ivoire // African J. of Science and Research, 2015. – № 4. – P. 24-31.

31. Moreno D. C., Diaz-Moreno A. C. Effect of air drying process on the physicochemical, antioxidant, and microstructural characteristics of tomato cv. Chonto // *Agronomia Colombiana*, 2017. – № 35. – P. 100-106.
32. Ozgur M., Ozcan T., Akpinar-Bayazit A., Yilmaz-Ersan L. Functional compounds and antioxidant properties of dried green and red peppers // *African J. Of Agricultural Redearch*, 2011. – Vol. 6. – P. 5638-5644.
33. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2014. – С. 19.
34. ГОСТ 5903-89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – С. 13.
35. ГОСТ 32114-2013. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот. М.: Стандартинформ, 2013. – С. 9.
36. Ashraf M. A., Maah M. J., Yusoff I., Mahmood K., Wajid A. Study of antioxidant potential of tropical fruit // *Int. J. Biosci., Biochem. and Bioinform*, 2011. – Vol. 1. – № 1. – P. 53-54.
37. Calado J. C. P., Albertao P. A., Oliveira E. A., Letra M. H. S., Sawaya A. C. H. F., Marcucci M. C. Flavonoid contents and antioxidant activity in fruit, vegetables and other types of food // *Agri. Sci.*, 2015. – Vol. 6. – P. 426-435.
38. Nurliyana R., Zahir S., Suleiman I. M., Aisyah K., Rahim K. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study // *Int. Food Res. J.*, 2010. – № 17. – P. 367-375.
39. Sochor J., Zitka O., Skutkova H., Pavlik D., Babuka P., Krska B., Horna A., Adam V., Provaznik I., Kizek R. Content of phenolic compounds and antioxidant capacity in fruits of apricot genotypes // *Molecules.*, 2010. – № 15. – P. 212-233.
40. Turnbull Cathryn M., Baxter Amynta L., Johnson Stuart K. // Water-binding capacity and viscosity of the Australian sweet lupine kernel fibre in vitro conditions simulating the human upper gastrointestinal tract., 2005. – №. 2. – P. 87-94.
41. ГОСТ Р 54014-2010. Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых волокон ферментативно-гравиметрическим методом. М.: Стандартинформ, 2011 – С. 12.

ОБ АВТОРАХ

Данчева Алена Сергеевна, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус; магистрант факультета пищевых производств. daalenas@gmail.com

Dancheva Alena Sergeevna, Samara State Technical University, 443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244, the main building; graduate student of the faculty of food production. daalenas@gmail.com

Макарова Надежда Викторовна, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус; доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация общественного питания».

Makarova Nadezhda Viktorovna, Samara State Technical University, 443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244, the main building; doctor of chemical sciences, professor, head of the department "Technology and organization of public catering".

Дата поступления в редакцию: 11.03.2019

После рецензирования: 23.08.2019

Дата принятия к публикации: 11.11.2019

Е. А. Тимановский [E. A. Timanovskii]

УДК 664.644.9

**АНАЛИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ ДОБАВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОДУКЦИИ****ANALYSIS OF NON-TRADITIONAL ADDITIVES USED
IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS**

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, e-mail: eugene.tim@mail.ru

Аннотация. Проведён анализ пищевых нетрадиционных добавок, которые используются для улучшения физико-химических, органолептических и потребительских качеств хлебопекарной продукции. Изучены различные добавки увеличивающие пищевую и энергетическую ценность хлеба.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. Рассмотрены вопросы возможности использования нетрадиционных пищевых добавок в технологии производства многофункционального хлеба. Анализ работ показал перспективность использования нетрадиционного сырья, в качестве пищевой добавки для хлебобулочных изделий.

Заключение. На основании проанализированных исследований представляется перспективным производство хлебобулочных изделий с добавлением нетрадиционных видов сырья, что позволит обогатить готовый продукт витаминами и пищевыми волокнами, которые поступают в организм в недостаточном количестве.

Ключевые слова: нетрадиционное сырьё, хлебобулочные изделия, пищевая ценность, энергетическая ценность.

Abstract. The analysis of food non-traditional additives that are used to improve the physico-chemical, organoleptic and consumer qualities of bakery products. Various additives that increase the nutritional and energy value of bread have been studied.

Materials and methods, results and discussions. The issues of the possibility of using non-traditional food additives in the production technology of multifunctional bread are considered. An analysis of the work showed the promise of using unconventional raw materials as a food additive for bakery products.

Conclusion. As a result of the analysis, promising data were obtained on the production of bakery products with the addition of non-traditional types of raw materials, which will ensure the receipt of finished products with vitamins and dietary fiber, which are not received in the body.

Key words: unconventional raw materials, bakery products, nutritional value, energy value.

Введение. По результатам многочисленных исследований состояния здоровья населения и при наличии в современных условиях, большого числа факторов отрицательно влияющих на здоровье человека, уделяется огромное внимание такому, практически не заменимому, продукту питания, как хлеб. Хлеб и хлебные продукты могут быть обогащены многими веществами, которые не поступают в организм в полноценном объёме. Таким образом, обогащение хлебной продукции витаминами, пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, минеральными веществами, незаменимыми аминокислотами является актуальной задачей разработки хлебобулочных изделий функционального назначения.

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой, нарушением отдельных технологических процессов хлебобулочного производства, использование заменителей натуральных улучшителей, использованием консервантов и других факторов, происходит постепенное ухудшение качества хлеба и хлебобулочных изделий. В данной ситуации возникает необходимость добавления необходимых компонентов при разработке рецептуры.

Материалы и методы. Основным объектом исследования являются нетрадиционные пищевые добавки, применяемые для обогащения хлеба полезными веществами, макро- и микронутриентами.

Исследования обогащения хлеба путём добавления нетрадиционных продуктов питания представлены в работах Пономаренковой В.М. «Разработка технологии пшеничного хлеба, обогащённого белкосодержащей добавкой»[13], Храпко О.П. «Разработка технологий и рецептов хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного растительного сырья Краснодарского края»[15], Калинина И. В. «Влияние добавки кедровой муки на формирование качества, сохраняемость и пищевую хлебобулочных изделий»[7] и другие.

Результаты и обсуждения. Пономаренко Виктория Михайловна в своей диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Разработка технологии пшеничного хлеба, обогащённого

белкосодержащей добавкой» описывает следующие объекты исследования: культурная жидкость гриба *Medusa mycesgisevi*, 3 сорта сои, БСД, полуфабрикаты и готовые изделия.

Проводился физико-химический анализ показателей культуральной жидкости, редуцирующие сахара в процентном соотношении на СВ составили 2,1%, аминный азот получился равным 0,6 мг/100 см³, показатель кислотности равняется 280-290 Т, рН среды получили 3,2-3,9, содержание СВ составило 5,0-8,0%.

Физико-химический анализ так же проводился у всех трёх сортов, таких как «Краснодар», «Лазурная» и «Октябрь 70». Определялась масса 1000 семян, которая составила 157-176 г, 193-203 г и 168-180 г соответственно по сортам. Содержание белков в соевых семенах колебалось в одном диапазоне не зависимо от сорта, данное значение составило 38,6-41,6%. Содержание жиров так же примерно одинаково и равнялось 18,7-21,6%. Значения массовой доли рознились и соответственно от сорта семян составили 5,22, 6,15 и 5,72%. [13]

Из представленных сортов сои по одному из важнейших показателей, скорость водопоглощения бобов, проводилось исследования по результатам которого получен график, описываемой формулой 1.

$$u = \frac{a \cdot b + c \cdot \tau^2}{b + \tau^d} \quad (1)$$

Для каждого из сорта, коэффициенты представленные выше различны.

a – начальное содержание влаги, %,

b – объём поглощаемой воды, см³,

c и d – безразмерные величины.

Данные показатели в сорте «Лазурный» имеют следующие значения a=6,15%, b=468,88 см³, c=105,47 и d=1,05.

У сорта «Октябрь 70» данные показатели следующие a=5,72%, b=398,52 см³, c=99,59 и d=1,07.

Сорт «Краснодар» имеет показатели равные a=5,22%, b=322,29 см³, c=93,49 и d=1,03.

Проанализировав график наблюдается более интенсивное впитывание воды у сорта «Лазурный» по сравнению с другими сортами. Семена данного сорта быстро набирают постоянную массу, тем самым уменьшают время стадии для приготовления соевого напитка.

Проведён физико-химический анализ БСД, по результатам которого количество редуцирующих сахаров получилось равным 7,95% в пересчёте на сухие вещества, содержание аминного азота составило 10,8 мг/100 см³, кислотность равняется 80-85°Т, рН среды составило 4,42-4,90, а содержание белка получилось равен 6,3-7,5%.

Так же проведены микробиологические посевы, цель которых выявить наличие В БСД бактерий и дрожжей. Таким образом, для выявления молочных бактерий использовалась МРС среда в которой рН=6,3-6,7. Уксусные бактерии использовали среду на агар-агаре, в которой присутствует содержание этанола, при это рН=4,3-5,2. Дрожжи выявлялись в РВА среде, содержание рН=4,5-5,3. Подсчёт колоний производился три раза на 3, 6 и 9 сутки. Собранные данные представили в виде графика.

Проанализировав полученные данные, сделан вывод об увеличенном содержании бактерий дрожжей. Это объяснено тем, что соевый напиток является благоприятной средой, в содержании которого присутствуют витамины, сахара и азотистые вещества, так необходимые размножающимся организмам. [7]

В данной работе были выявлено влияние белкосодержащей добавки на физико-химические, органолептические и реологические показатели готовой хлебобулочной продукции.

В результате исследования газообразующей способности построен график, которые описывается формулой 2.

$$k = \frac{a + b \cdot \tau}{1 + c \cdot \tau + d \cdot \tau^2} \quad (2)$$

В результате анализа данных графика утверждается, что в исследуемых образцах с добавлением 10% и 20% БСД процесс газообразования ускоряется на 10% и 25% соответственно, в сравнении с контрольным образцом.

Проанализировав данные, полученные в ходе исследования, выявлено, что при добавлении БСД в размере 10% и 20% от общей массы муки, в сравнении с контрольным образцом, наблюдается снижение упругих характеристик теста, при этом растяжимость значительно увеличилась на 10% и 14% соответственно.

На основании результатов, исследования готовых изделий с добавленными БСД в тесто в количестве 10% и 20% от массы муки, установлено значительное увеличение формоустойчивости готовой продукции на 18% и 20% соответственно, по сравнению контрольного образца. Так же увеличился удельный объём изделия на 17% и 19%. Пористость возросла на 9,5% и 13,5%. В свою очередь показатели кислотности и влажности практически не изменились относительно контрольного образца.

В результате эксперимента были выявлены влияние БСД на продолжительность брожения. В результате приготовления из муки с пониженными хлебопекарными свойствами, было установлено увеличение объём удержанного газа и общий объём выделившегося газа при добавлении БСД, в сравнении с теми же показателями без добавления БСД.

По результатам работы было предложено обогащение пшеничного хлеба белком на 46% и 63% при добавлении 10% и 20% добавки БСД соответственно. В результате экспериментально было зафиксировано увеличение газоудерживающей способности теста на 30% с увеличением сроков хранения, при пониженных хлебопекарных свойствах, по сравнению с рассматриваемым образцом без БСД. [13]

Храпко Ольга Петровна в диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Разработка технологий и рецептур хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного растительного сырья Краснодарского края» говорит о оценке качества, фракционного состава пектиновых веществ, исследовании фракционного и химического состава и комплексообразующей способности лекарственных растений. Ведётся исследование влияния дозировки виноградных экстрактов на хлебопекарные свойства пшеничной муки. [20]

В результате исследования лекарственных растений, из которых впоследствии получили водные экстракты, было установлено содержание пектиновых веществ. Так в зверобое содержание РП, ПП и ОП в сухом виде составило 1,01%, 7,16% и 8,17% соответственно. В лекарственной мелиссе эти показатели составили 0,63%, 2,45% и 3,08%.

В результате данной работы было изучено влияние яблочных и виноградных ПЭ и ВЭ лекарственных растений на подъёмную силу дрожжей, хлебопекарные свойства муки, активность дрожжевых клеток во время брожения теста.

Для возможности выявления влияния ПЭ из замороженных выжимок, а также их долю на процесс брожение и кислотонакопление, тесто изготавливали из хлебопекарной муки высшего сорта в лабораторных условиях. Пектиновые экстракты в объёме 5,10 и 15% от общей массы муки добавляли при замесе теста.

Данное исследование показало, положительное влияние добавления пектинового экстракта на процесс кислотонакопления и брожения. Данные процессы шли значительно интенсивней, в сравнении с контрольным образцом. Так же был отмечен более заметный укрепляющий эффект на «силу» муки при добавлении ВПЭ, в сравнении с ПЭ.

На основании полученных данных был сделан вывод, что добавление ПЭ влечёт улучшение качества слабой по силе муки. [15]

Подъёмная сила дрожжей с ПЭ из выжимок винограда получилась – 3,46 мин, 7,51 мин и 9,17 мин для образцов с дозировкой экстракта соответственно 5,10 и 15%. Для экстракта из выжимок яблока наблюдалась похожая зависимость. На основании представленных значений, был сделан вывод, что дозировка в 5%, позволила получить наилучшую подъёмную силу, в сравнении с 10% и 15%. Это связано с тем, что накапливающийся углекислый газ в тесте замедляет активность размножения дрожжей.

Экспериментально исследовали активность дрожжевых клеток, для определения влияния ПЭ на их размножение, путём микроскопирования. Тесто было приготовлено с добавлением ЯПЭ и ВПЭ без опарного метода. Результатом эксперимента являлся подсчёт дрожжевых клеток спустя 1,5 и 3 ч после начала брожения.

Проанализировав полученные данные, был сделан вывод, что активность размножения дрожжевых клеток была значительно выше в представленных образцах с ПЭ, которые были получены путём заморозки яблочных и виноградных выжимок, в сравнении с аналогичным экстрактом, полученным из сухих выжимок яблок и винограда.

Так как добавки, вносимые в рецептуру продукта, оказывали влияние на клейковинный комплекс, было принято решение исследовать влияние ПЭ и ВЭ на реологические свойства муки.

Представленные данные фаринограмм, были получены с помощью прибора фаринограф Брабендера. Данные выявили увеличение ВПС теста – 55,7% у образца без добавок, 63,8% в образце с яблочным пектиновым и водным экстрактом и 65,1% в образце с виноградным пектиновым и водным экстрактом аптечной ромашки, что положительно влияет на объём выхода хлебобулочных изделий.

В результате данной работы был выполнен теоретический и экспериментальный комплекс исследований, которые позволили научно подтвердить высокую значимость и целесообразность использования пектиновых экстрактов. Определена оптимальная дозировка пектиновых экстрактов, которая составила 10% к массе муки. Доказано увеличение активности дрожжевых клеток в 1,1-1,5 раза в образцах с пектиновыми экстрактами. [15]

Калинина Ирина Валерьевна в диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Влияние кедровой муки на формирование качества, сохраняемость и пищевую ценность хлебобулочных изделий» изучает хлебопекарные свойства пшеничной муки при добавлении кедровой муки, исследует качество пшеничных хлебобулочных изделий и их потребительские свойства, обогащённые кедровой мукой, определяет пищевую ценность, а также возможность внедрения обогащаемых хлебобулочных изделий в качестве продуктов функционального назначения.

Выявлено влияние кедровой муки на хлебопекарные свойства муки и жизнедеятельность дрожжей. В процессе исследования определили, что добавка кедровой муки приводит к незначительному расслаблению пшеничной клейковины, при этом значительно увеличивает формоустойчивость готового продукта. Также снижается массовая доля клейковины.

Дальнейшие эксперименты пшеничной муки показывало увеличенные водопоглощительные способности (ВПС) муки. При добавлении кедровой муки в размере 1% от общей массы приводит к увеличению ВПС на 0,9-1,1%.

Также было выявлено существенное влияние кедровой муки на газообразующую способность пшеничной муки. Сравнивая газообразование пшеничной муки с добавками и без них, было установлено, что спад брожения на 120 минуте в образцах с добавленной кедровой мукой в размере 6% и 10% не наблюдался, тоже самое фиксировалось в конце брожения, когда значения выделившегося углекислого газа превышали стандартные показатели у образцов без добавок.

Установлена прямая зависимость увеличения сахаров, витаминов и подъёмной силы дрожжей от количества добавленной кедровой муки. Наблюдается увеличение кислотности теста, что происходит вследствие активации дрожжей, интенсифицирующих процесс брожения. [7]

Выявили максимальный процент добавления кедровой муки, который составил 6%, повышение этого показателя нецелесообразно, в связи с дальнейшими потерями углекислого газа из-за ограничений в эластичности клейковинного каркаса.

В результате исследования определили влияние добавления кедровой муки на пищевую ценность хлебобулочных изделий. Также это позволяет увеличить процент удовлетворения в значимых потребностях человека макронутриентах. Происходит изменение аминокислотного состава в обогащённых кедровой мукой хлебных изделиях. Так выявили только единственную лимитирующую аминокислоту – лизин. Тем не менее, скор готовых продуктов в среднем возрастает до 74%

Производился анализ значений аминокислотных скоров, который показал улучшение аминокислотного состава белков хлеба, путём добавления кедровой муки. Отмечено значение АК скор лизина в обогащённых продуктах, которое увеличилось в 1,5 раза.

Также добавление кедровой муки способствует повышению усвояемости обогащённых изделий. Это подтверждают результаты исследования, на основе измерения относительной биологической ценности путём использования биологического теста.

На основе данных исследований обогащённый хлеб можно отнести в категорию функционального питания, так как ежедневное употребление представленного продукта способствует удовлетворению суточной потребности макро- и микронутриентов в размере 10%, при его использовании в рекомендуемых объёмах нормы.

В ходе исследований определено положительное влияние на органолептические свойства, выявлена более ярко выраженная окраска, равномерная пористость даёт увеличение в удельном объёме. Увеличенному сроку сохранности, способствовало добавление кедровой муки, которая имела менее интенсивную потерю связанной влаги, что оказывало долговечность свежести обогащённых изделий. Увеличенное время сохранности аромата хлебобулочных изделий, связано с присутствием в кедровой муке труднолетучих соединений. [7]

Волох Елена Юрьевна в своей диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук на тему «Разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием добавок из бобовых культур» проводит сравнительную характеристику качества бобовых семян, изучает следствия влияния в хлебопекарной муке, при добавлении муки бобовых культур. Так же в данной работе изучается качество хлебопекарных изделий, в рецептуре которых присутствуют добавки в качестве муки бобовых культур. Разрабатываются рецептура и технология производства хлебопекарных изделий, при добавлении муки бобовых культур.

Углеводы являются важной составляющей частью пищи, хоть и их чрезмерное употребление ведёт к ухудшению самочувствия и здоровья человека. В данной работе проводилось исследование по определению углеводного состава бобовых культур.

По представленным значениям было установлено, что в исследуемых образцах содержание сахаров различалось незначительно, в пределах $\pm 0,1$. Обратная ситуация наблюдается с содержанием крахмала, в фаселевой муке его значение почти в 2 раза больше, чем в клеверной муке, а именно 43,1 и 22,4 г соответственно. Содержание клетчатки в разных сортах муки бобовых культур, так же различаются. В муке из клеверных семян, она составила 5,9-6,1 г, что значительно больше показателей фаселевой муки, которые равняются 4,1-4,3 г. Пектин в разных сортах муки держится на уровне 4,0-4,4 г. Как пектин, так и клетчатка не являются питательными, при этом они необходимы для работы организма человека, так как выполняют функцию регуляторов пищеварительного тракта.

В ходе работы исследовано содержание витаминов в муке бобовых культур.

По результатам проведённых исследований витаминов в муке бобовых культур, такого элемента как холин не обнаружилось. Рибофлавин содержится и в фаселевой и в клеверной муке примерно в одинаковых количествах, а именно 0,19-0,21 мг/100 г. Аналогичная ситуация с ниацином, содержание которого в двух сортах муки колеблется в пределах 2,14-2,4 мг/100 г. Обратная ситуация наблюдается с витамином Е. В сорте Дарьял клеверной муки его содержание равняется 1,02 мг/100 г, при этом в сортах Зинаида и Варвара эти значения составляют 3,89 и 3,83 мг/100 г, соответственно.

По проводимым в работе исследованиям построен график зависимости влияния добавки бобовых культур на рост бактерий *Bacillus subtilis*.

В данном случае объектом исследования являлись пробы хлебобулочных изделий, изготовленных как без добавки муки бобовых культур, в качестве сравнительного образца, так и с 10% добавкой разного сорта муки. Использовалось три образца, с 10% фаселевой муки, 10% клеверной муки и 10% смеси фаселевой и клеверной муки соответственно.

По представленным результатам сделан вывод о снижении роста бактерий *Bacillus subtilis* в образцах, в которые добавляли добавку в качестве муки бобовых культур. Применение муки различного сорта привело к уменьшению площади поражения бактериям примерно на 30% относительно контрольного образца. Из этого следует, что добавка в качестве бобовых культур ведёт к угнетению развития и распространения бактерий *Bacillus subtilis*. Выдвинуто предположение о связи с кислотностью готовых хлебобулочных изделий, так как данный показатель выше у хлеба в состав, которого входит мука бобовых культур. Из этого следует, что добавление муки бобовых ведёт к предупреждению развития картофельной болезни хлебобулочных изделий, путём снижения микробной загрязнённости.

По ходу работы проводилось исследование готовых хлебобулочных изделий по показателю влажности внутренней части относительно контрольного образца. Эксперимент проводился с хлебом, в состав которого входили смесь фаселевой и клеверной муки, а также применялся ферментный препарат Pentopan 500BG. Замеры производились через 3, 16, 24, 36 и 48 часов после приготовления хлебных продуктов.

Проанализировав график выявлено, что максимальная потеря влаги присутствует в контрольном образце, на следующей позиции расположился образец с добавлением фаселевой муки, далее идёт хлеб с добавкой смеси фаселевой и клеверной муки. Образцы, в которых изменение влажности наименьшее являются с добавлением Глюзима 10000 BG и Pentopan 500BG соответственно. [12]

Из этого следует, что при выпечке хлебобулочных изделий совместное добавление как муки из бобовых культур, так и ферментных препаратов ведёт к наиболее продолжительному сроку хранения свежести готовых продуктов.

По результатам проделанной работы изучен химический состав муки бобовых культур, в частности фасоли и клевера. Изучаемые культуры являются богатыми источниками питательных и минеральных веществ. Так весомую часть сухих веществ в этих продуктах составляют углеводный комплекс в качестве крахмала – 22,4-43,3%, клетчатки 4,1-5,9% и белкового 24,95-30,05%. В том числе мука из семян клевера имеет больше аминокислот в сравнении с другими бобовыми культурами.

Изучено влияние добавления 10% муки бобовых культур от общей массы, которое показало увеличение объёма пшеничного теста на 3-7%. При этом присутствуют негативные последствия, в качестве увеличения процесса брожения на 30-35 мин, а времени расстойки в 1,5 раза.

Проведён физико-химический анализ показателей хлеба, в состав которого при изготовлении добавлялись такие добавки как 10% от общей массы мука бобовых культур и ферментные препараты, такие как Глюзим 10000 BG и Pentopan 500BG. На основе этого составлены и разработаны рецептуры хлеба, которые соответствуют всем необходимым требованиям безопасности, установленным Сан ПиН 2.3.2.1078-01. [12]

В работе Разумовой Анны Ивановны «Влияние добавок на качественные показатели при производстве хлеба» исследуется влияние применения пищевых добавок на качественные показатели хлебобулочных изделий. Так же в данной работе изучается брожение теста в зависимости от качества применяемого сырья.

Исследуемый хлеб «Полевой» по ГОСТу 28807-90 должен полностью соответствовать следующим показателям качества: влажность мякиша не должна превышать 48%, кислотность не более 6°, пористость должна составлять более 68%.

Время брожения теста, как один из основных процессов при приготовлении хлеба определяется по конечной температуре и кислотности. Исходя из производственных инструкций начальная температура теста должна равняться 27°C, при этом конец процесса брожения заканчивается при температуре теста в 30°C. Так же следует отметить, что влажность при этом равняется 49%, а кислотность 4,5°. Время данного процесса занимает 60 минут, а выход теста 164%.

Проанализировав график обнаружено минимальное время брожения, которое наблюдается во втором варианте опыта, при котором использовался хлеб стандартный с улучшителями. При изготовлении теста для хлеба с дрожжами низкого качества наблюдалось наибольшее время брожения, которое превысило контрольный образец на 10 минут. В четвёртом варианте опыта, в котором исследовалось тесто для приготовления хлеба с дрожжами низкого качества, с улучшителями время брожения составило 65 минут, что на 5 минут меньше, в сравнении с третьим опытом, при этом на 5 минут больше по сравнению с контрольным образцом. [16]

Уменьшение времени брожения в образце с улучшителем обуславливается наличием аскорбиновой кислоты в составе маженикса. В процессе брожения в результате действия фермента аскорбиноксидаза аскорбиновая кислота переходит в неустойчивую дегидроаскорбиновую кислоту, которая действует как окислитель. Данный распад аскорбиновой кислоты в положительную сторону влияет на качество получаемого теста, так как воздействует на β -амилазу.

В результате анализа данных в первом и во втором опыте не наблюдается отклонений от оптимальных значений. В третьем и в четвёртом опыте наблюдается повышение, как влажности, так и кислотности. Влажность увеличилась на 3% и 0,5%, а кислотность на 1° и 0,1° соответственно. Сделан вывод о связи влажности с тем, что использовалась мука низкого качества, в таком случае идёт накопление большого количества водорастворимых веществ.

Проанализировав результаты опыта, максимальный выход теста наблюдается у образца хлеба с добавлением улучшителей, превышая выход теста контрольного образца на 3%. Тесто у хлеба с дрожжами низкого качества имеет минимальный показатель выхода, который меньше контрольного образца на 4%. В образце, в который добавлялись дрожжи низкого качества и улучшители наблюдалось незначительное отклонение от контрольного образца в 0,5%. Сделан вывод о улучшителе маженикс «ослабление клейковины», который влияет на увеличение выхода хлеба.

По результатам проделанной работы сделан вывод о применении пищевых добавок, которые положительно влияют на органолептические, физико-химические свойства готовой хлебобулочной продукции. Так время брожения теста уменьшилось на 5 минут, выход теста увеличился на 3%, выход хлеба так же был увеличен на 4%. Показатели сравнивались с контрольным образцом ГОСТа 28807-90. [16]

Аньшакова В.В., Каратаева Е.В., Кершенгольц Б.М. в своей работе «Повышение качества хлебобулочных изделий с помощью механохимического биопрепарата из лишайников» изучает способ повышения качества хлебобулочных изделий, добавляя в их состав порошок механоактивированного слоевища лишайника рода *Cladonia*.

Представленный лишайник является лекарственным средством, который используется для лечения многих заболеваний, таких как болезни желудочно-кишечного тракта, дистрофию и многие другие эндокринные заболевания. В их составе присутствуют физиологически активные вещества разных групп, так углеводы колеблются в пределах 70-80% в виде лишайникового крахмала, дубильные вещества составляют 1-2%, а лишайниковые кислоты 2-3%.

Механохимическую активацию проводили при помощи шаровой мельницы, в которой сухой ягель мололи при скорости равной 1200-1500 об/мин, на протяжении 1-2 минут. Данная активация позволяет повысить биологическую активность компонентов, путём разрыва химических связей.

Проанализировав данные сделан вывод о наборе пиков поглощения, которые не изменяются от условий обработки. На графике отчётливо видно увеличение интенсивности поглощения в области валентных колебаний ОН-группы, в промежутке от 3450 см^{-1} до 3350 см^{-1} , тем самым подтверждая разрыв прочных β -

гликозидных связей в исходных полисахаридах. В следствии разрыва этих связей образуются более биодоступные β -олигосахариды. [8]

Исследовалось изменение водорастворимого состава ягеля при механохимическом воздействии.

В ходе исследования определено, что содержание металлов, которые входят в состав мелющих тел изменяются в пределах погрешности. Таким образом, на данный показатель не влияет механоактивированные процессы. Из этого следует, что взаимодействия между органических веществ и материалом механоактиватора.

По результатам проделанной работы, сделан вывод, что механоактивация сухих слоевищ лишайников позволяет существенно понизить количество ягелевого сырья, применяемого в качестве пищевой добавки для хлебобулочных изделий с 1-3% до 0,2-0,5%. При этом, механоактивация позволяет повысить пищевую ценность и качество готовой продукции. [8]

Производился анализ сахаросодержащего гидролиза, получаемый из овса и способы его применения в производстве хлебопекарной продукции, в частности пшеничного хлеба.

В результате проводимых экспериментов получены данные кинематической вязкости суспензии от времени ферментативного гидролиза. Так в начале эксперимента кинематическая вязкость составила 24,98 мм²/с, при этом цвет суспензии наблюдался ярко синий. Пиковая вязкость составила 476,93мм²/с, которая получена путём ферментативного гидролиза на протяжении 50 минут, так же цвет суспензии изменился на красный. При времени гидролиза более 50 минут наблюдался спад кинематической вязкости, на основании чего сделан вывод, что оптимальное время ферментативного гидролиза не должно превышать 50 минут. [14]

Проанализировав данные полученные в ходе эксперимента, обосновано применение томатной пасты в качестве пищевой добавки. Объём томатной пасты не должен превышать 9% от общей массы муки. Добавление данной добавки ведёт к укреплению упругих свойств клейковины на 8,6%, так же на 7,3% уменьшается адгезия теста. газоудерживающая способность теста увеличивается на 20%, в связи с чем повышается формоустойчивость и пористость на 3,7% и 7,8% соответственно. Удельный объём хлеба на выходе увеличивается на 26% в сравнении с контрольным образцом.

В результате проделанной работы доказаны положительные аспекты применения сахаросодержащего гидролиза и томатной пасты в качестве нетрадиционного сырья для пшеничного хлеба. Таким образом время технологического цикла уменьшилось на 14%, а выход готовой продукции составил 163%.

На основании данных, разработана рецептура пшеничного хлеба «Добрыня», так же успешно проведена промышленная апробация готового продукта, с утверждённым пакетом технической документации. [14]

В одной из работ на данную тематику проводились исследования добавления люпиновой муки, как пищевую добавку для увеличения пищевой, энергетической и биологической ценности.

В ходе работы установлена зависимость интенсификации процесса брожения от добавления в тесто высокобелковых добавок. Так же увеличиваются механические свойства теста, такие как водопоглатительная способность и скорость поднятия теста. Данные показатели показывают максимальные значения в изделиях, в рецептуре которых применялись смеси пшеничной и люпиновой муки. При этом другие компоненты рецептуры были неизменны.

По результатам анализа данных полученных в ходе эксперимента обосновано применение соевых концентратов. Таким образом добавление данной пищевой добавки ведёт к повышению водопоглатительной способности теста. Так же увеличиваются кислотность и подъёмная сила теста, при этом уменьшается время необходимое на расстойку теста. [5]

Исследовано влияние добавления сухой клейковины в хлебобулочные изделия. Данная добавка является продуктом, способным обогатить изделия растительным белком. Таким образом, выявлены основные рекомендации при добавлении данной добавки. Использование дозировки в размере 4-6% от общей массы муки ведёт к увеличению пористости и удельного объёма изделия из муки с низкими хлебопекарными свойствами. [18]

В данной работе установлено, что добавление 4,5% сахаросодержащего свекольного порошка заменяют 3% сахара или 4,5% патоки без потери физико-химических и органолептических свойств готовой продукции. В результате чего сывороточные концентраты с кислотностью превышающую 600°Т заменяют сахар, при этом объём дрожжей увеличивается на 0,1% за каждые 10% уменьшения количества закваски. [5]

Проводилось исследование разработки технологии ахлоридных хлебобулочных изделий путём добавления ферментных композиций, имеющих направленное действие с повышенной пищевой ценностью.

На основании проделанной работы обоснован выбор ферментных композиций, таких как α -амилазы *Aspergillus oryzae*, ксиланазы *Bacillus strain* и других веществ грибного и микробного происхождения. Эксперимен-

тально доказано, что использование представленных веществ оказывает наилучший эффект на физико-химические и органолептические показатели теста и готовой продукции. [19]

В ходе проделанной работы математическими методами определены оптимальные соотношения пищевых добавок для хлебобулочных изделий. Таким образом добавление 4,8% гречишной муки, 24,8% сывороточного напитка и 14,2% муки из семян льна позволяет добиться готовой продукции высокого качества. [10]

По результатам данных полученных в ходе эксперимента доказано увеличение показателей качества ахлоридных изделий при добавлении нетрадиционных добавок. Микробиологическая загрязнённость готовых изделий уменьшилась в 4 раза, по сравнению с контрольным образцом. Так же увеличилось время, при котором изделие сохраняло свежесть, на 48 часов. На 23% увеличено содержание ароматобразующих веществ и в 4-5,3 раза антиоксидантная активность готовой продукции. При этом показатели биоусвояемости и перевариваемости увеличены.

В данной работе установлены, употребление представленных ахлоридных изделий в объёме 100 г обеспечивает суточную норму потребления белка на 10-18%, жира 3-7%, а углеводов на 10-13%. Так же обеспечивается удовлетворение пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами на 21-27%, 8-37% и 6-29% соответственно.

Представлена техническая документация и рассчитана рецептура представленной продукции. Проведена апробация, в результате которой от реализации 1 т хлеба с добавлением ферментных композиций экономический эффект составил 1,01 тыс. р. [10]

На основании экспериментальных данных проводилась разработка готовых хлебобулочных изделий с применением поликомпонентной добавки, изготовленной на основе вторичных сырьевых веществ.

В результате работы разработана концентрированная поликомпонентная добавка. Представленная добавка имеет высокую биологическую ценность и увеличенные показатели качества. Сравнение производилось с аналогами, представленными на отечественном рынке.

На основании теоретических и экспериментальных данных обоснован выбор вторичных сырьевых ресурсов, в содержании которых присутствуют физиологически полезные пищевые вещества, при добавлении которых увеличивается пищевая и биологическая ценность хлебобулочных изделий.

Определены оптимальные значения КПД, которые обеспечат содержание 60% пектина, а также 18% пищевых волокон в 100 г готового продукта. Представленные данные установлены при помощи программы Generis 2. Так же установлены основные показатели качества концентрированной поликомпонентной добавки. Данными показателями являлись органолептические, микробиологические и физико-химические. [6]

По результатам проделанной работы описаны аминокислотные добавки, в содержании которых присутствуют важнейшие аминокислоты, такие как треонин, валин и лейцин. Общее количество представленных аминокислот составляет 10 единиц.

Проанализировав данные в результате эксперимента установлено, что содержание КПД в объём 5-15% от общей массы муки ведёт к интенсификации процесса брожения. При этом повышаются свойства клейковины, увеличивается упругость, а так же уменьшается растяжимость. Представленные качества обретают максимальные значения, при использовании 7-9% КПД от общей массы муки, а так же при брожении теста осуществляемого на протяжении 60-90 мин. [6]

По результатам исследования производился анализ технологических аспектов производства хлебобулочных изделий. Объектом исследования в данном случае является пшеничная хлебопекарная мука первого сорта.

В данной работе представлен анализ газоудерживающей способности теста после брожения в термостате при температуре 30-32°C на протяжении 2,5 ч. Также анализировались биологические и органолептические показатели готовых изделий по общепринятым методикам. Определяли кислотность и влажность мякиша соответственно по ГОСТ 5670 и ГОСТ 21094.

По результатам проделанной работы представлены данные, анализ которых показал, что при времени брожения равным 150 минут в образцах с добавлением 40% хлебопекарной смеси от общей массы муки значение объёма выделившегося углекислого газа составило 160 мл. При этом в образцах с добавлением 30% смеси, объём углекислого газа оказался на порядок ниже и составил 136 мл. Данная разница в 24 мл объясняется наличием масляных культур в составе смеси, что приводит к уменьшению бродильной активности дрожжей. Так же наличие высокого содержания пищевых волокон в льняной муки снижает газообразующую способность теста. [17]

На основании экспериментальных данных показано уменьшение удельного объёма хлеба на 32 см³/100 г, с 286 до 254 см³/100 г. При этом кислотность увеличилась на 0,1°, с 5,0 до 5,1°. Представленные показатели привели к падению органолептической оценки на 12 пунктов, а именно с 92 до 80 баллов. Биологическая ценность готовых изделий составила 68% и 73% с добавлением 30% и 40% хлебопекарной смеси соответственно. Сравнительная характеристика происходила с контрольными образцами, без содержания добавок.

В данной работе установлена разработка технологии производства хлебобулочных изделий функционального назначения с добавлением пищевых добавок. Таким образом, представленные данные позволяют увеличить ассортимент имеющихся на рынке продуктов функционального назначения. [17]

В одном из изобретений, относящихся к пищевой промышленности, разрабатывается технология, позволяющая повысить пищевую и биологическую ценность хлеба путём добавления в рецептуру готового изделия хитозансодержащих добавок.

Пищевая добавка представляет собой раствор уксусной или янтарной кислоты при концентрации равной 3% с добавкой Хитозана. Данный раствор перемешивают на протяжении 1 мин, после чего его выдерживают до состояния, когда раствор будет представлять гелеобразное вещество. Далее представленное вещество добавляют в рецептуру хлебобулочных изделий и производят выпечку.

На основании данных представленных в работе наблюдается предполагаемое повышение пищевой и биологической ценности хлеба. Увеличивается процентное содержание пищевых волокон, а также аминокислот, необходимых организму. По органолептическим свойствам отмечен ярко выраженный приятный аромат готового изделия. Окрас приобретает чёткую и однотонную структуру. [11]

По результатам проделанной работы проанализированы данные исследуемых образцов, один из которых являлся контрольным. Содержание Хитозана составляло 1%, 1,3% и 1,5%. Таким образом влажность готовых изделий составила 43,2-43,4%. Кислотность исследуемых образцов отличалась от контрольного образца на 0,1-0,2° и составляла 3,0-3,4°, когда в контрольном образце данный показатель равнялся 3,2°. Пористость образцов увеличилась на 2-3% в сравнении с контрольным образцом. Так же на 10-15 см³/100 г увеличился удельный объём готовых изделий. Цвет от бледно-жёлтого в контрольном образце сменился на жёлтый с золотистым оттенком, что показывает увеличение показателей качества хлеба.

В данной работе установлено увеличение содержания аминокислот в изделии с добавлением Хитозана. Так содержание лейцина увеличено на 0,13 мг/100 г, треонин увеличился на 0,04 мг/100 г, а общее увеличение составило 0,28 мг/100 г, что является показателем качества готовых изделий. [11]

Анализировались белково-липидные пищевые добавки, получаемые из семян тыквенных растений и их использование при изготовлении хлебобулочных изделий.

В данной работе объектом исследования являются семена тыквы, таких сортов как Витаминная, Лазурная 3 и Казачок. Представленные сорта тыквы выращены опытным путём в хозяйстве университета.

Исследовались физико-химические показатели описываемых семян. В результате анализа полученных данных, получена массовая доля белков и липидов, а также их соотношение. Таким образом, массовая доля белка у тыквы сорта Витаминная составила 32,8%, а липидов 39,7%, причём их соотношение равняется 0,82. У сорта тыквы Казачок данные показатели равнялись 40,8% и 36,9% соответственно, соотношение составило 1,1. Отмечено колебание содержания лузги от тонкостенных к толстостенным, данные показатели составили 9,7-43% соответственно. [9]

В результате эксперимента производился отжим масла в лабораторных условиях, по результатам которого содержание воды, белка и липидов в жмыхе составило 10%, 31% и 22% соответственно. Так же в жмыхе сохранилось 14% целлюлозы и 6% золы.

По результатам работы определялось активность липаз. Данное исследование происходило путём титрования жирных кислот, которые образуются в результате ферментативного гидролиза масла. В результате чего описана обратная корреляция протеолитических ферментов и активность липазы в семенах тыквы.

На основании данных, проведён химический анализ, показывающий возможность применения белково-липидной пасты и жмыха для хлебобулочных изделий в качестве функционального компонента. Что объясняется увеличенной на 18% пористостью хлеба с белково-липидной добавкой и на 10% у изделия с тыквенным жмыхом в сравнении с контрольным образцом. [9]

Исследуется нетрадиционное сырьё, гриб *Pleutuso streatus*, в качестве пищевой добавки, для повышения биологической активности, а так же для лечебно-профилактического назначения.

В данной работе обоснована перспективность применения грибов вешенка. Рассматриваемые грибы имеют высокие показатели значений пищевой ценности, также в них присутствуют ферментативные комплексы, которые способны интенсифицировать процессы, происходящие в брожении, что приводит к увеличению качества хлебобулочных изделий, повышению пористости и удельного объёма. Отмечено, что гриб вешенка отторгает ядовитые вещества, тем самым способствует накоплению белков, жиров, клетчатки и других биологически ценных компонентов.

По результатам проделанной работы получены данные содержания таких вредных веществ, как афлатоксин В1, дезоксиниваленол, Т-2 токсин и зеараленон. Данные показатели составили 0,005, 0,7, 0,1, и 0,2 соответственно, что находится в пределах допустимой нормы по СанПиН 2.321078-01, тем самым использование представленных грибов является безопасным. [2]

На основании анализа данных полученных в ходе микробиологического анализа на выявление бактерий кишечной палочки, Salmonella и стафилококка, подтверждено безопасное использование муки вешенки. Так же анализ не выявил плесеней в готовых изделиях.

В результате проделанной работы производился анализ готовых хлебобулочных изделий с содержанием в тесте муки вешенки равной 0,5%, 1%, 1,5%, 3% и 5%. Сравнивалась микрофлора КМАФАнМ, КОЕ с контрольным образцом. Так данное значение равняется $10^3 / < 15$ в контрольном образце и $10^3 / < 15$ и $10^3 / < 325$ в образцах с содержанием муки вешенки равной 0,5% и 5%. Таким образом целесообразно использовать 1,5% муки вешенки от общей массы теста. [2]

Исследовался ржаной хлеб с применением пищевых добавок, которые понижают содержание сахара в готовой продукции. Данное исследование актуально для людей с сахарным диабетом.

Исследуются диабетические сорта ржаного хлеба, которые отвечают требованиям диетотерапии, так необходимой больным сахарным диабетом.

В результате работы обоснован выбор использования таких веществ, как инулин, сухих листьев стевии и янтарной кислоты. Данные вещества способны снижать сахар и нормализовать обмен веществ в организме человека. При этом отмечено, что высокое содержание пищевых волокон ведёт к увеличению влажности хлеба, при этом данные отрицательный эффект устраняется путём добавления инулина. [1]

По результатам анализа готовых хлебобулочных изделий с содержанием в них инулина в объёме 3,5% от общей массы муки, стевии 0,6% и янтарной кислоты равной 0,08% получены данные. Так влажность изделий с добавлением пищевых добавок не изменилась, сравнивая с контрольным образцом, и составила 51%. Время тесто приготовления уменьшилось на 5, 15 и 37 минут соответственно образцам. Удельный объём готовой продукции увеличен с $1,58 \text{ см}^3/\text{г}$ в контрольном образце до 1,72, 1,84 и 1,74 соответственно. Таким образом увеличилась и общая органолептическая оценка на 8-14 баллов, в зависимости от образцов.

Проанализированы данные полученные в ходе эксперимента по определению содержания пищевых веществ. Учтены потери во время тепловой обработки и произведён расчёт данных на 100 г хлебобулочных исследуемых изделий. Таким образом, энергетическая ценность продукта не изменилась и составила 184 ккал. Содержание жира в образце с инулином равняется 1,21 г, что на 60% меньше, сравнивая с контрольным образцом. Так же понижена на 8% калорийность. У образца с добавлением стевии отмечено повышение минеральных веществ на 3%, а витаминов на 10%. [1]

Анализировались пивные добавки и пшеничные отруби, в качестве пищевых добавок применяемые в рецептуре ржано-пшеничного хлеба. Данные обогащающие добавки позволяют достичь повышенных органолептических и физико-химических качеств хлеба.

В проделанной работе исследовалось влияние предложенных добавок на качество сбивного полуфабриката и готового изделия. Пивную дробину и пшеничные отруби добавляли в процентном содержании от общей массы муки, дозировка составила 3%, 5% и 7%. По органолептическим показателям изменения наблюдались в цвете, который приобрёл тёмно-коричневый оттенок, по сравнению с контрольным образцом. Также уменьшилась пористость мякиша. [3]

Анализируя физико-химические показатели, полученные в результате эксперимента, обосновано использование 5% пивной дробины и 7% пшеничных отрубей. Так при данном содержании пищевых добавок наблюдались максимальные значения пористости и удельного объёма. При добавление пивной дробины данные показатели составили 72% и $298 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, при этом в контрольном образце данные показатели равнялись 65% и $274 \text{ см}^3/100 \text{ г}$. Добавление пшеничных отрубей, также повысили данные показатели на 2% и $8 \text{ см}^3/100 \text{ г}$.

По результатам проделанной работы составлена сравнительная таблица содержания пищевых элементов в контрольном образце и с добавлением пивной дробины и пшеничных отрубей. Проанализировав полученные данные отмечено увеличение белка с 5,15 г до 5,36 г и 5,24 г соответственно образцам. Так же наблюдалось повышение содержания пищевых волокон на 1,17 г и 0,96 г соответственно, при этом содержание углеводов понизилось с 34,54 г до 32,9 г и 33,4 г.

В результате работы обосновано применения представленных пищевых добавок для повышения потребительских свойств хлебобулочных изделий. Отмечено положительное влияние готового продукта на профилактику ряда заболеваний. [3]

Проводился анализ хитозан содержащих добавок. Так же анализировались физико-химические показатели теста с добавлением представленных добавок для готовых хлебобулочных изделий.

По результатам проделанных экспериментов получены и проанализированы данные аминокислотного состава белков хлеба с добавлением «Хитана» и «Полихита» в количестве 2% от общей массы муки. Таким образом увеличено содержание серина, пролина и аспарагиновой кислоты. Общей содержание всех выявленных аминокислот увеличено с 9594 мг/100 г в контрольном образце до 9695 мг/100 г и 9610 мг/100 г соответственно образцам с добавками.

Установлено уменьшение на 6% содержание жира в хлебе с добавкой «Хитан», при этом добавление «Полихита» увеличило данный показатель на 5% , по сравнению с контрольным образцом. Данные результаты обоснованы способностью хитозана поглощать холестерин и его комплексы.

Проанализирован график количества жирных кислот, на котором увеличено содержание полиненасыщенных кислот и насыщенных кислот на 1-2%, сравнение производилось с контрольным образцом без добавок. [4]

Определён углеводный состав хлебобулочных изделий, который показал увеличение глюкозы на 10% и 55% у образцов с «Хитаном» и «Полихитом» соответственно. Отмечено увеличение содержания мальтозы в образце с «Полихитом». Проанализированные параметры положительным образом влияют на бродительную активность хлебопекарных дрожжей и как следствие на потребительские качества готовой продукции.

На основании проделанных экспериментов составлена таблица суточной потребности минеральных веществ. В результате чего отмечено увеличение кальция, магния, калия, натрия и фосфора. [4]

Выводы. Такие нетрадиционные виды сырья как белкосодержащие, нетрадиционное растительное сырьё, кедровая мука и многие другие, положительным образом влияют на каждый из этапов изготовления готовых хлебобулочных изделий. Добавление БСД в тесто ведёт к увеличению объёма изделия, так же увеличивается содержание белка. При добавлении пектинового экстракта отмечается укрепляющий эффект на «силу» муки. Увеличивается подъёмная сила дрожжей и водопоглотительная способность теста. Увеличивается активность дрожжевых клеток. Следует отметить, что добавление улучшителей оказывают положительный эффект на органолептические свойства готовых хлебобулочных изделий, цвет становится более ярко выраженным и с чётким контуром, запах приобретает пряный аромат, увеличивается выход готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корячкина С.Я., Ладнова О.Л. Ржаной хлеб с использованием сахароснижающих добавок для больных сахарным диабетом // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2006. №1. С. 36-37.
2. Кравченко О.А., Хачатурян Э.Е., Росляков Ю.Ф. Микрофлора хлеба из пшеничной муки с добавками муки из грибов вешенки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2009. №4. С. 28-30.
3. Магомедов Г., Пономарева Е., Алейник И., Воздействие обогащающих добавок на качество сбитного полуфабриката и ржаного-пшеничного хлеба // Хлебопродукты. 2011. №7. С. 52-53.
4. Кадрматова Г., Малкина В., Горшкова Л. Физико-химическая характеристика хлеба с хитозансодержащими добавками // Хлебопродукты. 2011. №9. С. 68-70.
5. Фёдорова Р.А., Пономаренко В.М. Применение функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. №1. С. 209-217.
6. Широков А.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий обогащённых поликомпонентной добавкой на основе вторичных сырьевых ресурсов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Широков Алексей Валерьевич. – Орёл, 2016. 20 с.
7. Калинина И.В. Влияние добавки кедровой муки на формирование качества, сохраняемость и пищевую ценность хлебобулочных изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Калинина Ирина Валерьевна. – Санкт-Петербург, 2006. 20 с.
8. Анышакова В.В., Каратаева Е.В., Кершенгольц Б.М. Повышение качества хлебобулочных изделий с помощью механического биопрепарата из лишайников // Фундаментальные исследования. 2011. №8-3. С. 593-596.

9. Вершинина О.Л., Шульвинская И.В., Милованова Е.С. Применение белково-липидной добавки из семян тыкв в производстве хлеба // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2007. № 1. С. 37-39.
10. Кривошеев А.Ю. Разработка технологии и нового ассортимента ахлоридных хлебобулочных изделий с использованием ферментных композиций направленного действия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Кривошеев Андрей Юрьевич. – Воронеж, 2018. 24 с.
11. Кадрматова Г.Г., Малкина В.Д., Быкова Г.Г. Разработка технологии повышения пищевой ценности хлеба с использованием хитозан содержащих добавок. Патент РФ №2408191 от 10.01.2011.
12. Волох Е.Ю. Разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием добавок из бобовых культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Волох Елена Юрьевна. – Махачкала, 2017. 25 с.
13. Пономаренко В.М. Разработка технологии пшеничного хлеба, обогащённого белкосодержащей добавкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Пономаренко Виктория Михайловна. Санкт-Петербург, 2014. 16 с.
14. Новикова Т.М. Разработка технологии сахаросодержащего гидролиза из овса и его применение при производстве пшеничного хлеба: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Новикова Татьяна Николаевна. – Санкт-Петербург, 2009. 16 с.
15. Храпко О.П. Разработка технологий и рецептур хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного растительного сырья Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Храпко Ольга Петровна. – Краснодар, 2012. 24 с.
16. Разумова А.И., Авилова И.А. Влияние добавок на качественные показатели при производстве хлеба // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки. 2014. №3. С. 111-120.
17. Егушова Е.А. Позднякова О.Г. Технологические аспекты производства хлеба функционального назначения // Достижение науки и техники АКП. 2018. №12. С. 90-93.
18. Cappa, C. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality / Carola Cappa, Mara Lucisano, Manuela Mariotti// Carbohydrate Polymers. – 2013. – Vol. 98, Issue 2. – P. 1657–1666.
19. Chen, B. Formation and microstructural characterization of whey protein isolate/beet pectin coacervations by laccase catalyzed cross-linking / Bingcan Chen, Hongjun Li, Yangping Ding, Huayi Suo// LWT - Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 47, Issue 1. – P. 31–38.
20. Minjares-Fuentes, R. Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape pomace using citric acid: A response surface methodology approach / R. MinjaresFuentes, A. Femenia, M.C. Garau, J.A. Meza-Velazquez, S. Simal, C. Rossello// Carbohydrate Polymers. – 2014. – Vol. 106. – P. 179–189.

REFERENCES

1. Koryachkina S.Ya., Ladnova O.L. Rzhanyy khleb s ispolzovaniem sakharosnizhayushchikh dobavok dlya bolnykh sakharnym diabetom // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya. 2006. №1. S. 36-37.
2. Kravchenko O.A., Khachatryan E.Ye., Roslyakov Yu.F. Mikroflora khleba iz pshechnoy muki s dobavkami muki iz gribov veshenka // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya. 2009. №4. S. 28-30.
3. Magomedov G., Ponomareva Ye., Aleynik I., Vozdeystvie obogashchayushchikh dobavok na kachestvo sbivnogo polufabrikata i rzhano-pshechnogo khleba // Khlebobrodukty. 2011. №7. S. 52-53.
4. Kadrmatova G., Malkina V., Gorshkova L. Fiziko-khimicheskaya kharakteristika khleba s khitozansoderzhashchimi dobavkami // Khlebobrodukty. 2011. №9. S. 68-70.
5. Fedorova R.A., Ponomarenko V.M. Primenenie funktsionalnykh dobavok i netraditsionnykh vidov syrya v khlebopekarnoy promyshlennosti // Protessy i apparaty pishchevykh proizvodstv. 2011. №1. S. 209-217.
6. Shirokov A.V. Razrabotka tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy obogashchennykh polikomponentnoy dobavkoy na osnove vtorichnykh syrevykh resursov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Shirokov Aleksey Valerevich. – Orel, 2016. – 20 s.
7. Kalinina I.V. Vliyaniye dobavki kedrovoy muki na formirovaniye kachestva, sokhranyaemost i pishchevuyu tsennost khlebobulochnykh izdeliy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.15 / Kalinina Irina Valerevna. – Sankt-Peterburg, 2006. 20 s.
8. Anshakova V.V., Karataeva Ye.V., Kershengolts B.M. Povysheniye kachestva khlebobulochnykh izdeliy s pomoshchyu mekhanokhimicheskogo biopreparata iz lishaynikov // Fundamentalnye issledovaniya. 2011. №8-3. S. 593-596.
9. Vershinina O.L., Shulvinskaya I.V., Milovanova Ye.S. Primeneniye belkovo-lipidnoy dobavki iz semyan tykv v proizvodstve khleba // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya. 2007. № 1. S. 37-39.
10. Krivosheev A.Yu. Razrabotka tekhnologii i novogo assortimenta akhloridnykh khlebobulochnykh izdeliy s ispolzovaniem fermentnykh kompozitsiy napravlenno go deystviya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Krivosheev Andrey Yurevich. – Voronezh, 2018. 24 s.
11. Kadrmatova G.G., Malkina V.D., Bykova G.G. Razrabotka tekhnologii povysheniya pishchevoy tsennosti khleba s ispolzovaniem khitozan soderzhashchikh dobavok. Patent RF №2408191 ot 10.01.2011.
12. Volokh Ye.Yu. Razrabotka tekhnologii proizvodstva pshechnogo khleba s ispolzovaniem dobavok iz bobovykh kultur: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Volokh Yelena Yurevna. – Makhachkala, 2017. 25 s.
13. Ponomarenko V.M. Razrabotka tekhnologii pshechnogo khleba, obogashchennogo belkosoderzhashchey dobavkoy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.07 / Ponomarenko Viktoriya Mikhaylovna. Sankt-Peterburg, 2014. 16 s.

14. Novikova T.M. Razrabotka tekhnologii sakharosoderzhashchego gidroliza iz ovsa i ego primenenie pri proizvodstve pshenichnogo khleba: avtoref.dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.07 / Novikova Tatyana Nikolaevna. – Sankt-Peterburg, 2009. 16 s.
15. Khrapko O.P. Razrabotka tekhnologiy i retseptur khlebobulochnykh izdeliy funktsionalnogo naznacheniya s ispolzovaniem netraditsionnogo rastitelnogo syrya krasnodarskogo kraya: avtoref.dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Khrapko Olga Petrovna. – Krasnodar, 2012. 24 s.
16. Razumova A.I., Avilova I.A. Vliyanie dobavok na kachestvennye pokazateli pri proizvodstve khleba // Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Tekhnicheskie nauki. 2014. №3. S. 111-120.
17. Yegushova Ye.A. Pozdnyakova O.G. Tekhnologicheskie aspekty proizvodstva khleba funktsionalnogo naznacheniya // Dostizhenie nauki i tekhniki AKP. 2018. №12. S. 90-93.
18. Cappa, C. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality / Carola Cappa, Mara Lucisano, Manuela Mariotti// Carbohydrate Polymers. – 2013. – Vol. 98, Issue 2. – P. 1657–1666.
19. Chen, B. Formation and microstructural characterization of whey protein isolate/beet pectin coacervations by laccase catalyzed cross-linking / Bingcan Chen, Hongjun Li, Yangping Ding, Huayi Suo// LWT - Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 47, Issue 1. – P. 31–38.
20. Minjares-Fuentes, R. Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape pomace using citric acid: A response surface methodology approach / R. MinjaresFuentes, A. Femenia, M.C. Garau, J.A. Meza-Velazquez, S. Simal, C. Rossello// Carbohydrate Polymers. – 2014. – Vol. 106. – P. 179–189.

ОБ АВТОРАХ

Тимановский Евгений Алексеевич, студент магистратуры кафедры «Машины и агрегаты пищевых производств», Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Timanovskiy Yevgeniy Alekseevich, student magistratury kafedry «Mashiny i agregaty pishchevykh proizvodstv», Filial FGBOU VO «NIU «MEI» v g. Smolenske.

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 12.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.12.2019

Н. В. Заворохина [N. V. Zavorohina]
 Н. А. Панкратьева [N. A. Pankratieva]
 А. В. Бюлер [A. V. Buhler]

УДК 644.8

ВЛИЯНИЕ НАНОСУСПЕНЗИИ БЕТУЛИНА НА КАЧЕСТВО И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ХРАНЕНИЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

THE EFFECT OF BETULIN NANOSUSPENSION ON THE QUALITY AND DURATION OF WHEAT BREAD STORAGE

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский государственный экономический университет»
 E-mail: nata-pankratyeva@yandex.ru/ Federal state budgetary educational institution of higher education
 "Ural state University of Economics» E-mail: nata-pankratyeva@yandex.ru

Аннотация. Улучшение качества продукции, продление срока сохранения ее свежести – основные задачи хлебопекарных предприятий, что особенно актуально в условиях конкурентной борьбы за рынок сбыта продукции.

Материалы и методы, результаты. Как в отечественном, так и в зарубежном хлебопечении широко применяют различные добавки и улучшители, корректирующие хлебопекарные свойства муки. Добавки, направленные на сохранение потребительских свойств хлеба на протяжении длительного периода хранения. На кафедре «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета проведена работа по исследованию влияния различных дозировок наносуспензии бетулина на удлинение сроков хранения хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Данный выбор объекта исследования – хлеба из муки пшеничной высшего сорта обусловлен предпочтениями населения Екатеринбурга, Свердловской области. Массовое потребление хлеба данной группы определяет необходимость исследований, направленных на улучшение их потребительских достоинств и продление сроков сохранения свежести хлеба.

Заключение. Использование наносуспензии бетулина в рецептуре хлеба из муки пшеничной высшего сорта позволяет получить продукт длительного хранения с оптимальными потребительскими характеристиками через 120 часов после выпечки.

Ключевые слова: черствение, свежесть хлеба, бетулин, эмульсия.

Annotation. Improving the quality of products, extending the period of preservation of its freshness – the main tasks of bakeries, which is especially important in a competitive struggle for the market.

Materials and methods, results. Both in domestic and foreign bakery widely used various additives and improvers, correcting baking properties of flour. Additives aimed at preserving the consumer properties of bread for a long period of storage. At the Department of "food Technology" of the Ural state University of Economics carried out work on the study of the impact of different dosages of nanoemulsion of betulin on the extension of shelf life of wheat flour. This choice of the object of study – bread from wheat flour of the highest grade is due to the preferences of the population of Yekaterinburg, Sverdlovsk region. The mass consumption of bread in this group determines the need for research aimed at improving their consumer advantages and extending the shelf life of fresh bread.

Conclusion. The use of betulin nanoemulsion in the formulation of bread from high-grade wheat flour allows to obtain a long-term storage product with optimal consumer characteristics 120 hours after baking.

Key words: staling, bread freshness, betulin, emulsion.

Введение. Хлеб длительного хранения пользуется особой популярностью в наши дни, так как транспортировка его в отдаленные регионы страны представляет большую проблему. Хлеб при транспортировке подвержен не только процессу черствения но и поражению болезнями, поэтому основной задачей хлебопекарного производства является не только разработка продукции с длительным сроком хранения, но и устойчивостью к различным факторам среды - температуре, влажности, соответственно хлеб должен обладать устойчивостью к различным болезням – картофельной, меловой и плесневению, а также сохранять свои органолептические свойства и быть пригодным в пищу.

Целью исследований явилась необходимость разработки рецептуры пшеничного хлеба, имеющего длительный срок хранения и высокие потребительские характеристики.

Материалы и методы. В качестве добавки, способствующей увеличению срока хранения использовали наносуспензию бетулина, предоставленную разработчиком ООО «Таблетта». Наносуспензия бетулина является

разрешенным пищевым продуктом, имеет все необходимые документы, подтверждающие ее безопасность. Наносуспension бетулина готовят с применением ультразвука в диспергаторе IKA T 18 digital ULTRA-TURRAX®, позволяющем микронизировать макромолекулы бетулина.

В состав наносуспensionии входят следующие компоненты: вода, бетулин (94,7%), эмульгатор-водорастворимый глицерин моностеарат Е-471. Содержание бетулина в наносуспensionии 0,5 %.

Бетулин - экстракт бересты (представляет собой сумму природных соединений, в основу которого входят тритерпеновый спирт бетулин (бетулинол) [1].

Бетулиносодержащий экстракт бересты включает в себя сочетание различных природных соединений в том числе бетулина, бетулиновой кислоты, лупеолаи др., бетулин занимает не менее 60% в самом экстракте. Именно бетулин, который содержится в верхнем слое коры берёзы, является основным, действующим биологически активным веществом экстракта. БЭП характеризуется антиоксидантным, антисептическим, противовоспалительным действием.

В ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности Россельхозакадемии проведена работа по исследованию технологических свойств бетулиносодержащего экстракта бересты при производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки.

Важным свойством экстракта бересты является его способность не подавлять развитие полезных молочнокислых бактерий. Одним из его назначений являются доказанные консервирующие свойства (они способны предотвращать рост плесени и дрожжей) в пищевых продуктах. Экстракт бересты обладает бактериостатическими свойствами и не оказывает подавляющего действия на бактерии, которые играют одну из главных ролей в хлебопекарной, мясной, молочной индустрии в качестве заквасочных культур [1].

Растворение активных элементов, таких как фитостерины, ликопин или нерастворимые в воде лекарственные средства, в каплях масла о/в (масло-в-воде) эмульсий или дисперсий способно не только облегчить их диспергирование, т.е. гомогенное введение активных элементов в продукт, но и повысить их биодоступность или биоактивность. Клинические эксперименты и эксперименты на животных показали, что максимальная эффективность и биодоступность активных элементов, таких как лекарственные средства и нутриенты, достигается обычно в том случае, когда активные элементы солюбилизированы или растворены, например, в мицеллах, а не присутствуют в виде самостоятельных крупных кристаллов.[2]. Введение активных компонентов требует использования соответствующего средства для переноса эффективного количества активного компонента (бетулина) в требуемое место его действия. Суспensionии масло-в-воде обычно применяются как системы переноса, поскольку они позволяют выгодно использовать повышенную растворимость липофильных активных соединений в масле.

Известно, что возможность применения бетулина в порошковом виде ограничена сложностью его распределения в объёме теста, нерастворимостью в воде.

Можно предположить, что применение бетулина для хлеба в виде эмульсии наиболее эффективно. Это позволит улучшить структуру мякиша хлеба, улучшить внешний вид хлеба, повысить усвояемость.

Исследователями и практиками в области хлебопечения разных стран мира доказано, что поверхностно-активные вещества замедляют черствение хлебобулочных изделий [2].

При добавлении ПАВ замедляется клейстеризация крахмальной суспensionии, увеличивается температура начала клейстеризации крахмала. Снижается прочность и замедляется старение крахмальных студней. ПАВ замедляют гидратацию и ограничивают набухаемость крахмальной суспensionии, снижают количество растворимых в воде фракций крахмала.

Для исследований готовили тесто безопасным способом по ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба» из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с добавлением наноэмульсии в количестве 1, 2, 3% к массе муки.

Контрольным служил образец без добавления наносуспensionии

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ-21095-75, титруемую кислотность по ГОСТ5670 – 51, пористость хлеба по ГОСТ 5669-96, объемный выход по принципу вытесненного объема сыпучего заполнителя по ГОСТ 27669-88, формоустойчивость – по ГОСТ 27669-88. Структурно-механические свойства мякиша определяли на приборе Структурометр 2М.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показывают (таблица 1), что внесение наносуспensionии бетулина, не только улучшает качество хлеба, но и интенсифицирует процесс брожения теста. Внесение добавки в тесто приводит к значительно большему, чем обычно, накоплению водорастворимых азотистых ве-

ществ и простых сахаров, являющихся хорошим питанием для дрожжевых клеток. В связи с этим длительность брожения полуфабрикатов и продолжительность расстойки тестовых заготовок сокращается.

Таблица 1

Влияние дозировки наносуспензии на физико-химические показатели теста и полуфабрикатов и готовых изделий

Наименование показателей	Качественные показатели теста и параметры технологического процесса			
	Дозировка наносуспензии, %			
	0 (контроль)	1	2	3
Влажность теста, %	43,0±0,5	43,0±0,5	43,0±0,5	43,0±0,5
Кислотность теста, град	3,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,1
Продолжительность брожения теста, мин	120	90	60	60
Продолжительность расстойки, мин	45	30	30	30
Продолжительность выпечки, мин	25	25	25	25
Влажность хлеба, %	41,7±0,5	41,9±0,5	41,8±0,5	41,8±0,5
Кислотность хлеба, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1
Пористость, %	76,8±1,0	78,7±1,0	80,3±1,0	81,0±1,0
Структурно-механические свойства мякиша, ДН общ.	17,2±1,5	18,6±1,8	19,8±2,0	21,4±1,7
ДН пласт	12,2±2,1	12,8±2,5	13,6±2,0	14,2±2,2
ДН упр	5,0±0,4	5,8±0,5	6,2±0,6	7,2±0,4
Объемный выход, см ³ /100 г	337,4±4,0	349,6±3,8	373,3±3,9	376,0±4,2
Формоустойчивость	0,5	0,52	0,54	0,55
Выход, %	146,3±2,0	150,17±2,4	151,13±2,5	152,24±2,2

Накопление в тесте водорастворимых веществ и, прежде всего, восстанавливающих сахаров и аминокислот способствует при выпечке хлеба увеличению содержания веществ, обуславливающих его аромат. Это заметно органолептически и подтверждается аналитически увеличением содержания бисульфитсвязывающих соединений.

В ходе исследований было установлено, что величина пористости, по сравнению с контролем, при внесении 1% наносуспензии к массе муки увеличивается на 1,9 %, при внесении 2 % и 3 % наносуспензии – на 3,5 и 4,2 % соответственно. Удельный объем хлеба с наносуспензией также увеличился: при внесении 1% к массе муки добавки - на 3,6 %, 2 % – на 10,7 %, 3 % наносуспензии – на 11,6 % соответственно. Кроме того, повышаются такие показатели качества хлеба, как формоустойчивость, общая сжимаемость мякиша, его пластическая и упругая деформации.

Увеличение объема хлеба и показателя формоустойчивости за счет лучшей газодерживающей способности. Это напрямую связано с компонентами наносуспензии: действием ПАВ на свойства клейковины, способствуя её укреплению, повышая упругость и эластичность, увеличивая гидратацию, агар быстро и равномерно гидратируется, облегчает стабилизацию мелких пузырьков воздуха, которые образуются в процессе замеса теста.

Органолептическую оценку хлеба определяли по следующим показателям: форма, цвет корки, пористость, цвет и эластичность мякиша, аромат, запах, вкус, разжевываемость. Результаты органолептической оценки качества хлеба представлены на рисунке 1.

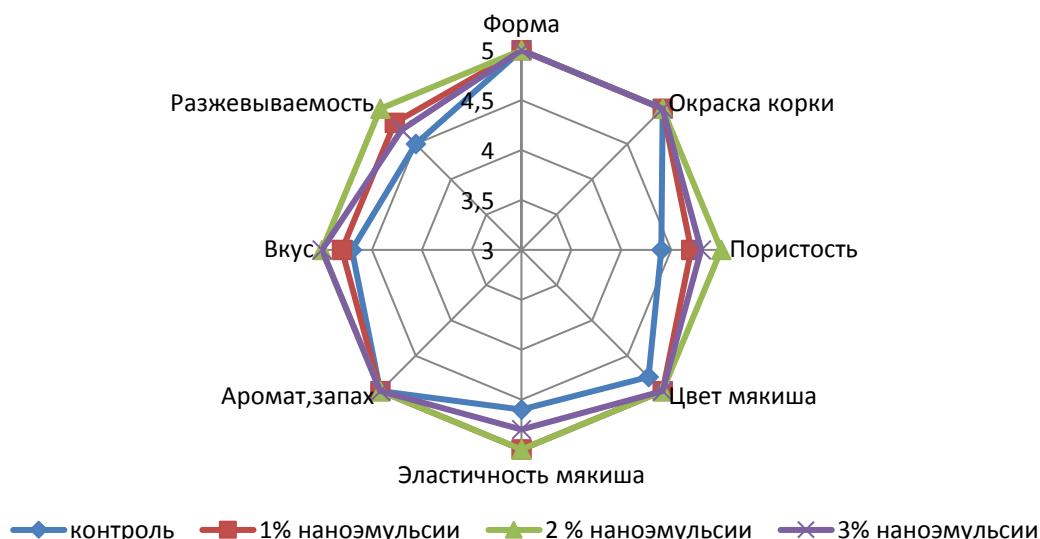


Рис. 1. Органолептические показатели качества хлеба с внесением 1,2,3 % наносuspензии по сравнению с контрольным образцом / Fig. 1. Organoleptic characteristics of the quality of bread with the introduction of 1,2,3 % nanosuspension compared to the control sample

Добавление наносuspензии бетулина, прежде всего, улучшает характеристику мякиша хлеба.

Мякиш становится эластичным, нежным, с равномерно распределенными порами, легко сжимаемый.

В результате проведенных исследований было установлено, что дозировка наносuspензии в количестве 2 % является оптимальной. Внесение наносuspензии в дозировке выше 2 % приводит к незначительному повышению физико-химических показателей качества, однако, органолептические показатели ухудшаются (появляется неравномерность пор). Поэтому увеличение дозировки нецелесообразно.

Дозировка наносuspензии 2% к массе муки соответствует рекомендуемой суточной дозе бетулина 0,07 г (Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование российской федерации. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04).

Для оценки влияния наносuspензии бетулина на сохранение свежести хлеба, опытные образцы - контрольный вариант и с содержанием наносuspензии 2% к массе муки, закладывали на хранение. Образцы хлеба хранили в полиэтиленовой упаковке, без зажима горловины мешка при температуре $20 \pm 4^\circ\text{C}$ и вели наблюдение за изменением показателей качества.

Оценку свежести изделий проводили по 100 балльной шкале [4]. При оценке общие баллы распределяются по категориям следующим образом: «очень свежий» - 100,0-80,0, «свежий» - 79,9 – 60,0, «умеренно черствый» - 59,9 -40,0, «черствый» -39,9 – 20,0, «очень черствый» - ниже 19,9 балла.

Спустя три часа после выхода из печи, образцы хлеба были оценены на 98-99 баллов.

Балльная оценка готовых изделий в период хранения хлеба приведена в таблице 2.

Таблица 2

Изменение свежести хлеба в зависимости от продолжительности хранения

Показатель	Оценка единичных показателей с учетом коэффициента весомости, баллы							
	Продолжительность хранения хлеба, часов с момента выхода из печи							
	24ч	48ч	72ч	120ч	24ч	48ч	72ч	120ч
	Контроль				С наносuspензией 2% к массе муки			
Вкус $K_n=3$	12,0	9,6	6,0	3,6	12,0	11,4	9,6	9,0
Запах $K_n=3$	12,6	9,6	6,0	3,0	12,0	11,4	9,6	9,0
Мягкость мякиша $K_n=5$	19,0	14,0	8,0	5,0	20,0	18,0	14,0	15,0
Эластичность мякиша $K_n=5$	19,0	14,0	8,0	5,0	19,0	19,0	15,0	12,0
Крошlichkeit $K_n=4$	16,0	11,2	7,2	4,0	16,8	16,0	16,0	11,2

Суммарный показатель качества, баллы	78,6	58,4	36,2	19,6	78,8	75,8	64,2	56,2
Категория свежести	Свежий	Ум.черст.	Черст.	Очень черст.	Свежий	Свежий	Свежий	Ум.черст.

Во время хранения хлеба, наряду с ухудшением вкуса и запаха хлеба, наблюдаются изменения с коркой и мякишем хлеба. Идет процесс миграции влаги от мякиша к корке хлеба. Мякиш становится сухим и крошащимся, а корка теряет хрустящее свойство.

В контрольных образцах первые признаки черствения обнаруживались через 48 ч хранения. Образцы оценены на 58,4 балла, что соответствовало категории свежести «умеренно черствый».

Образцы хлеба с добавлением наносуспензии бетулина сохраняли свежесть на протяжении 72 часов хранения, набрав от 78,8 до 64,2 баллов, соответствовали категории «свежий». В этих образцах на 5 сутки хранения начали проявляться признаки черствения.

Для объективной количественной оценки о степени черствости хлеба судили по определению реологических свойств мякиша, способности к набуханию в воде, содержанию водорастворимых веществ, крошковатости мякиша.

Изменение вкуса хлеба определяли по количеству бисульфитсвязывающих соединений [5]. Метод основан на взаимодействии карбонильных соединений, содержащихся в продукте с бисульфитом натрия. Результаты анализов хлеба в процессе его хранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Анализ хлеба в процессе хранения

Наименование показателя	Показатели качества опытных образцов хлеба в процессе хранения							
	0% (контроль)				С содержанием наносуспензии 2% к массе муки			
	24ч	48ч	72ч	120ч	24ч	48ч	72ч	120ч
Общая деформация мякиша, ед.	13,26	7,43	5,40	2,00	14,80	9,36	7,60	4,50
Гидрофильность мякиша, %	25,2	23,6	22,8	22,0	30,0	28,2	28,0	27,2
Крошковатость, %	2,2	3,8	8,8	12,0	2,0	3,2	5,0	7,2
Бисульфитсвязывающие соединения, мг-экв/100 г СВ	2,5	2,0	1,8	0,9	3,3	2,6	2,0	1,68

Образцы хлеба, с содержанием наносуспензии бетулина в количестве 2 % к массе муки, по показателям качества, характеризующим свежесть хлеба, выше контроля.

Образец с наносуспензией бетулина имеет достаточно высокую степень деформации мякиша и черствеет медленнее.

Крошковатость хлеба с добавкой наносуспензии бетулина на 5 сутки хранения ниже контрольного образца почти в два раза.

При хранении хлеба его вкус и аромат изменяются наряду с изменениями реологических свойств мякиша. Можно предположить, что на процесс окисления летучих веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, благоприятно повлияло внесение бетулина в виде суспензии.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать заключение об эффективном способе увеличения сроков хранения хлеба при сохранении его потребительских характеристик.

Добавка наносуспензии бетулина в хлеб работает как за счет повышения параметров приготовления теста и процесса выпечки: снижения времени брожения, равномерного процесса газообразования, получения более однородной массы, так и обеспечивает комплекс технологических свойств: повышение формоустойчивости, равномерного распределения пористости.

В тесте из пшеничной муки наносуспензия укрепляет мембраны липопротеидов работает как пластификатор и влагоудерживающий поверхностно-активный компонент.

Бетулин являясь природным консервантом и антисептиком, снижает активность картофельной гнили и плесени и способствует увеличению сроков хранения и сохранению свежести хлеба.

Данные исследования требуют продолжения с целью установления влияния наносуспензии бетулина на процесс плесневения хлеба и развитие картофельной болезни в период его хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселова, А.Ю. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на качество хлебобулочных изделий /А. Ю. Веселова, М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева // Хлебопечение России, 2014. - № 3 С. 16-17.
2. Стернин Ю.И. , Юрченко И.В. , Москалев Е.В. , Дьячук Георгий Иванович и др. Способ получения наносуспензии бетулина и/или его производных // Патент РФ, А61К31/015. 20.04.2010.
3. Пащенко, Л.П. Процессы, протекающие в хлебе при черствении Технология хлебопекарного производства: учебник / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – Спб.: Изд-во «Лань», 2014. – 672 с.
4. Товароведение и экспертиза зерноучных товаров [Текст]: Учеб.пособ.для вузов / А.Ф. Шепелев, О.И. Кожухова, А.С.Туров. - Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. - 125 с.
5. Чижикова О.Г., Тилиндис Т. В., Коршенко Л. О., Смертина Е. С., Пилипенко И. О. Использование порошковых полуфабрикатов и комплексных улучшителей для замедления черствения хлеба // Пищевые биотехнологии: проблемы и перспективы XXI в.: сб. материалов – Владивосток :Изд-во ТГЭУ, 2008 – С. 295–297.
6. Ангалеб А. Применение эмульгаторов при производстве мучных изделий; пер. А. Виноградовой // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2004. № 6. С. 8-9.
7. Новые методы контроля хлебопекарного производства : производственно-практическое издание / И. М. Ройтер, А. П. Демчук, В. И. Дробот. - Киев : Техніка, 1977. - 192 с.
8. Zavorohina N., Pankratyeva, N. Goncharova N. New technologies for the production of wheat bread long-term storage under the conditions of new industrialization.//Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018). 2019. <https://doi.org/10.2991/sicni-18.2019.13>.
9. Ribotta P. D., Cuffini S., León A.E. et. al. The staling of bread: An X-ray diffraction study // European Food Research and Technology. 2004. Vol. 218. № 3. P. 219-223.
10. Schiraldi A., Fessas D. Mechanism of staling: An overview // Bread Staling; ed. by P. Chinachoti, Y. Vodovotz. - Boca Raton, Florida : CRC Press, 2000. P. 1-17.
11. Pérez S., Bertoft E. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: a comprehensive review // Starch. 2010. Vol. 62. № 8. P. 389-420.

REFERENCES

1. Veselova, A. Yu. Influence of betulin-containing birch bark extract on the quality of bakery products /A. Yu. Veselova, M. N. Kostyuchenko, G. F. Dremucheva // Bakery Of Russia, 2014. - No. 3 p.16-17.
2. Sternin Yu. I., Yurchenko I. V. , Moskaev E. V. , Dyachuk Georgy Ivanovich, etc. Method of obtaining betulin nanosuspension and/or its derivatives // Patent of the Russian Federation, A61K31/015. 20.04.2010.
3. Pashchenko, L. P. the Processes occurring in bread at staling Technology of bakery production: textbook / L. P. Pashchenko, I. M. Zharkova. – SPb.: LAN Publishing House, 2014. – 672 p.
4. Commodity science and examination of grain products [Text]: Studies.benefit.for universities / A. F. Shepelev, O. I. Kozhukhov, A. S. Turov. - Rostov-on-don: March, 2001. 125 p.
5. Chizhikova O. G., Tilindis T. V., Korshenko L. O., Smertina E. S., Pilipenko I. O. The Use of powder semi-finished products and complex improvers to slow the staling of bread // Food biotechnology: problems and prospects of the XXI century: SB. materials – Vladivostok :publishing House of TSEU, 2008 – P. 295-297.
6. Angeles A. Application of emulsifiers in the production of flour products; Lane A. Vinogradova // Confectionery and baking production. 2004. No. 6. P. 8-9.
7. Новые методы контроля хлебопекарного производства : производственно-практическое издание / И. М. Ройтер, А. П. Демчук, В. И. Дробот. - Киев : Техніка, 1977. - 192 с.
8. Zavorohina N., Pankratyeva, N. Goncharova N. New technologies for the production of wheat bread long-term storage under the conditions of new industrialization.//Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018). 2019. <https://doi.org/10.2991/sicni-18.2019.13>.
9. Ribotta P. D., Cuffini S., León A.E. et. al. The staling of bread: An X-ray diffraction study // European Food Research and Technology. 2004. Vol. 218. № 3. P. 219-223.
10. Schiraldi A., Fessas D. Mechanism of staling: An overview // Bread Staling; ed. by P. Chinachoti, Y. Vodovotz. - Boca Raton, Florida : CRC Press, 2000. P. 1-17.
11. Pérez S., Bertoft E. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: a comprehensive review // Starch. 2010. Vol. 62. № 8. P. 389-420.

ОБ АВТОРАХ

Заворохина Наталья Валерьевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии питания ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул.8 марта, 62, +7(343)221-17-26, degustator@olympus.ru

Natalia V. Zavorohina, Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 March St., 62, 620144, Yekaterinburg, Russia, degustator@olympus.ru

Панкратьева Наталья Анатольевна, аспирант кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул.8 марта, 62, +7(343)221-17-26, nata-pankratyeva@yandex.ru

Natalia A. Pankratieva, Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 8 March St., 62, 620144, Yekaterinburg, Russia, nata-pankratyeva@yandex.ru

Бюлер Алексей Владимирович, к.х.н., доцент кафедры управления качеством ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул.8 марта, 62, +7(343)221-17-26, zellist@mail.ru

Buhler Aleksey Vladimirovich, Ph. D., associate Professor of chair of quality management, FSBEI "the Ural state economic University", 620144, Ekaterinburg, 8 Marta str., 62, +7(343)221-17-26, zellist@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.03.2019

После рецензирования: 08.08.2019

Дата принятия к публикации: 11.11.2019

A. B. Борисова [A. V. Borisova]
A. B. Барсукова [A. V. Barsukova]
O. C. Егорова [O. O. Egorova]

УДК 641.557

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА СЫРА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЦЦЫ

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF THE TYPE OF CHEESE ON THE ORGANOLEPTIC AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PIZZA

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия,
г. Самара, Россия, e-mail: anna_borisova_63@mail.ru/ Samara state technical University, Samara, Russia, g. Samara,
Russia, e-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Аннотация. В данной статье исследовано влияние различных сыров в рецептурах пиццы на физико-химические и органолептические показатели готовых изделий.

Введение. Пицца – итальянское национальное блюдо, являющееся одним из самых популярных изобретений в сфере быстрого питания во всем мире. В настоящее время открывается большое количество заведений быстрого питания, в которых высокой популярностью пользуется пицца. Сыр является одним из основных ингредиентов, который обеспечивает необходимые вкус и текстуру пицце. На гастрономическом рынке существует большое разнообразие видов и сортов сыра. Выбор сыра играет большую роль в производстве пиццы. Важно подобрать такой сыр, который будет придавать пицце традиционный и оригинальный вкус. Сыр для пиццы должен обладать такими свойствами, как: обеспечивать вытягивание нитей при выпечке без значительного потемнения.

Материалы и методы. Для приготовления пиццы использовались следующие виды сыров: Российский, Сулугуни, Голубой, Моцарелла и Славянский. Для сыров определялось содержание влаги, степень растяжимости и проводился органолептический анализ.

Результаты. Выявлено, что все изделия имеют приемлемые физико-химические и органолептические показатели. При исследовании сыров на влажность были получены следующие результаты: сыры Моцарелла и Славянский имеют наибольшее количество влаги, которая соответствует норме; массовая доля влаги сыров Российский и Сулугуни не соответствует норме. В результате растяжимости сыров, можно сделать вывод, что в сырах Российский и Голубой содержится наибольшее количество казеина, так как они вытянулись на максимальную длину по сравнению с другими сырами. При исследовании степени растяжимости сыра на пицце было выявлено, что наиболее растяжимым является сыр Моцарелла, а наименее – Славянский. Это связано с тем, что при производстве сыров типа Моцарелла сырную массу чеддеризуют и плавят. В связи с высокой кислотностью сырной массы белки молока меняют свою структуру, вытягиваются в нити и подвергаются плавлению и формированию шариков или брусков моцареллы. Наилучшими органолептическими показателями обладают сыры Российский Ленга и Славянский, так как они имеют ярко выраженный сливочный вкус, сочную и мягкую текстуру. Наиболее эстетичный вид имеют пиццы с сыром Моцарелла и с сыром Славянский.

Заключение. В связи с нестабильной обстановкой в мире и увеличением разнообразных санкций, сыр Моцарелла, который является лидером среди остальных сыров для приготовления пиццы, не может быть доступен для постоянного использования в Российской Федерации. В статье доказано, что сыр Моцарелла может быть заменен огромным разнообразием видов российских сыров. Сыр Славянский по результатам наших исследований является наиболее подходящим для приготовления пиццы и не уступает сыру Моцарелла по таким характеристикам, как: внешний вид, аромат, цвет, вкус и текстура.

Ключевые слова: сыр, пицца, Моцарелла, молочные продукты, растяжимость.

Annotation. This article explores the effect of various cheeses in pizza recipes on the physicochemical and organoleptic characteristics of finished products.

Introduction. Pizza is an Italian national dish, one of the most popular inventions in the field of fast food worldwide. Currently, a large number of fast-food establishments are opening, in which pizza is very popular. Cheese is one of the main ingredients that provides the necessary taste and texture of pizza. In the gastronomic market there is a wide variety of types and varieties of cheese. Cheese selection plays a large role in pizza production. It is important to choose a cheese that will give pizza a traditional and original flavor. Cheese for pizza should have such properties as: to ensure the stretching of the threads during baking without significant darkening.

Materials and methods. The following types of cheeses were used to make pizza: Russian, Suluguni, Goluboy, Mozzarella and Slavic. For cheeses, the moisture content, the degree of extensibility were determined and organoleptic analysis was carried out.

Results. It was revealed that all products have acceptable physicochemical and organoleptic characteristics. In the study of cheese for humidity, the following results were obtained: Mozzarella and Slavic cheeses have the greatest amount of moisture, which corresponds to the norm; the mass fraction of moisture in the cheeses Russian and Suluguni does not correspond to the norm. As a result of the elongation of the cheeses, we can conclude that the Russian and Goluboy cheeses contain the greatest amount of casein, since they are stretched to the maximum length compared to other cheeses. When studying the degree of elongation of cheese on pizza, it was found that the most extensible is Mozzarella cheese, and the least - Slavic. This is due to the fact that in the production of cheeses such as Mozzarella, the cheese mass is cheddarized and melted. Due to the high acidity of the cheese mass, milk proteins change their structure, are drawn into strands and are melted and molded into mozzarella balls or bars. Cheese Russian Ribbon and Slavic have the best organoleptic characteristics, as they have a pronounced creamy taste, juicy and soft texture. Pizza with mozzarella cheese and slavic cheese have the most aesthetic appearance.

Conclusion. Due to the unstable situation in the world and the increase in various sanctions, Mozzarella cheese, which is the leader among other cheeses for making pizza, cannot be available for permanent use in the Russian Federation. The article proved that Mozzarella cheese can be replaced by a huge variety of Russian cheese types. According to the results of our research, Slavic cheese is the most suitable for making pizza and is not inferior to Mozzarella cheese in such characteristics as: appearance, aroma, color, taste and texture.

Key words: cheese, pizza, mozzarella, dairy products, extensibility.

Введение. Пицца – итальянское национальное блюдо в виде круглой открытой дрожжевой лепешки, покрытой в классическом варианте томатным соусом и главным ингредиентом – сыр и которая, является одним из самых популярных изобретений в сфере быстрого питания во всем мире. Так, по данным исследований, потребление продуктов вне дома составляет более 50 % от общего объема еды, потребляемой в Соединенных Штатах, при этом на рестораны с полным спектром услуг и рестораны быстрого питания приходится 77 % всей еды вне продаж на дому. Продажи пиццы быстрого приготовления увеличилось с 28 миллиардов долларов в 2000 году до более чем 35 миллиардов долларов в 2010 году и продолжают расти. На долю двух ведущих сетей пиццерий быстрого питания пришлось более 47 % доли рынка, основанной на продажах 50 ведущих пиццерий, и в 2011 году объемы продаж составили почти 9 миллиардов долларов. По оценкам, пицца вносит 6,3 % натрия в рацион населения из-за частого потребления и более высоких уровней натрия [1].

Сыр – это один из самых популярных и полезных молочных продуктов для людей. Он бывает – плавленым, мягким, твердым, с плесенью или другими добавками, его польза для человека значительна [2]. Также сыр в своем многообразии широко используется в общественном питании, в том числе в приготовлении разнообразных пицц [3]. Сыр, который используется для пиццы должен обладать определенными свойствами: обеспечивать вытягивание нитей при выпечке без значительного потемнения. В производстве пиццы могут использоваться различные виды сыров.

Сыр является одним из основных ингредиентов пиццы, а внешний вид пиццы, запеченной с сыром, обычно оценивают сенсорным методом – колориметром. Поджаривание сыра на пицце вызвано в основном реакцией Майера. Считается, что содержание галактозы и свободного масла связано с потемнением сыра при выпечке. Пузыри представляют собой застоявшиеся карманы с нагретым воздухом, в результате которого тягучесть сыра зависит от его плавкости [4].

Сыр Моцарелла является наиболее популярным сыром для пиццы. Родиной моцареллы по праву считается провинция Кампания, что на юго-западе Италии. Моцарелла относится к категории молодых сыров, не требующих длительного созревания. Название происходит от итальянского «*mozzatura*» – обрезь. В классической технологии, сыр изготавливают из молока черных буйволиц, при этом допускается производство из коровьего, козьего, овечьего молока. В зависимости от сырья меняются химические и органолептические показатели готового продукта. На вкус моцарелла пресноватая, нежная, чуть упругая [5].

Моцарелла для пиццы должна обладать такими показателями, как: физические свойства и микроструктура. Свежеприготовленный сыр моцарелла имеет типичную ориентацию белковых волокон и плохо плавится. Гидратация белкового матрикса и протеолиз, которые происходят совместно во время непродолжительного старения сыра моцарелла, резко изменяют микроструктуру и текстуру сыра [6]. Для контроля характеристик выпечки многие исследования также продемонстрировали первостепенную важность содержания кальция в сыре моцарелла, но наиболее важным является распределение кальция между нерастворимыми и растворимыми состояниями. Влияние добавления ингредиентов молока на физические свойства сыра было в некоторой степени изучено в сырах с полным содержанием жира, но наибольший интерес был сосредоточен на сырах с низким содержанием жира [2].

Текстура сырных блоков сыра Моцарелла является важной характеристикой в ее нерасплавленном состоянии. Жиры в сырах моцарелла вносят свой вклад в такие функции, как растяжение и смачивание, обеспечивая смазывающий эффект при плавлении. Однако чрезмерное потребление жира в рационе может способствовать возникновению некоторых заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, ожирение и диабет. В современном мире большие обороты набирает тенденция снижения жира в сыре моцарелла в связи с ожирением населения [7, 8].

Мировое производство молочных продуктов постоянно растет со временем. В частности, в группе переработанных молочных продуктов ожидается, что потребление сыра будет по-прежнему составлять наибольшую долю. Прогнозы общего рынка сыра намечают устойчивый рост, обусловленный различными факторами: изменение образа жизни потребителей, инновациями в виде сыра и их универсальностью, расширением областей применения сыра в нашем рационе и как ингредиент в пищевой промышленности [9, 10].

Цвет пиццы может оцениваться разными способами. Одним из способов является компьютерное моделирование. Цветовые особенности могут быть описаны путем изучения каждого пикселя в пределах границ пиццы. Для производства основы пиццы определяют цвет общей площади поверхности после тепловой обработки, особенно уровня коричневого, так как чрезмерный нагрев белков вызывает обугливание и приводит к необратимой потере лизина, вызванной дезаминированием или декарбоксилированием [4].

В Российской Федерации ассортимент сыров достаточно широк, следовательно, возможна замена сыра на другой отечественный сыр с приемлемыми характеристиками. Поэтому, целью данной работы являлось изучение возможности использования различных сыров для производства пиццы. В статье исследовано влияние различных сыров на физико-химические и органолептические показатели готовой пиццы.

Материалы и методы исследования

Для определения рецептуры пиццы с сыром были использованы следующие виды сыров:

- 1) Российский «Лента», ОАО «Тюменский Маслосырзавод», Алтайский край, с. Тюменцево.
- 2) Сулугуни «Сырная тарелка», ОАО «Маслодельно-сыродельный комбинат», г. Михайловка.
- 3) Моцарелла тертая «Bonfesto», ОАО «Туровский молочный комбинат». Республика Беларусь.
- 4) «Голубой», Лаборатория переработки продовольственного сырья СамГТУ.
- 5) «Славянский», Лаборатория переработки продовольственного сырья СамГТУ.
- 6) «Российский», Лаборатория переработки продовольственного сырья СамГТУ.

Содержание влаги в исходном сырье (сыре) проводили согласно ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества».

Для сыров было проведено определение степени растяжимости. Для этого навески расплавленного сыра массой 5 г растягивали до разрыва и определяли длину с помощью линейки. Так же определяли растяжимость сыра в готовой пицце. Суть метода заключается в измерении длины, на которую растягивается расплавленный сыр до полного разрыва всех нитей на запеченной пицце, при поднятии вилки вверх [11].

Был проведен органолептический анализ согласно ГОСТ ISO 13299-2015 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля».

Потемнение сыров в готовой пицце определялось по шкале RAL.

В таблице 1 представлены ингредиенты для приготовления пиццы.

Таблица 1

Ингредиенты для приготовления пиццы/ Table 1. Pizza Ingredients

Ингредиент	Масса, г
Мука пшеничная	50
Вода теплая	40
Дрожжи сухие	0,2
Сахар	5
Соль	3
Масло оливковое	4
Паста томатная	10
Чеснок	0,1
Базилик сушеный	0,4
Перец черный молотый	0,2
Томаты консервированные	40
Сыр Российский	20

Для теста разводят дрожжи и сахар с 18 г теплой воды и оставляют на 15 мин при температуре 22-24 °С. Смешивают муку с солью, добавляют в него масло, разведенные с сахаром дрожжи и оставшуюся воду. Замешивают тесто и оставляют на 30 мин. За эти 30 мин один раз обминают и дают ему вновь подняться.

Для томатного соуса томаты нарезают кусочками, чеснок очищают и пропускают через пресс. В сковороде разогревают масло до температуры 100 °С, кладут в нее томаты и чеснок, добавляют базилик, соль и перец по вкусу, тушат около 20 мин при температуре 140 °С, пока соус не загустеет. Добавляют томатную пасту, перемешивают и охлаждают в течение 20 мин до температуры 65 °С.

Тесто раскатывают в круг диаметром 15 см, смазывают соусом и посыпают сыром. Выпекают в духовке 15 мин при температуре 180 °С.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования влажности и сухих веществ сыров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Пищевая ценность сыров/ Table 2. Nutritional value of cheeses

Сыр	Влажность, %	Сухие вещества, %	Жиры, г
Российский Лента	56	44	28
Сулугуни	56	44	35,4
Моцарелла	58	42	32,1
Славянский	58	42	30
Голубой	32	68	39,1
Российский	22	78	45

Из данных таблицы видно, что сыры Моцарелла и Славянский содержат наибольшее количество влаги, у сыров «Моцарелла» массовая доля влаги – до 60 %. Массовая доля влаги Российского сыра согласно ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия» не должна превышать 43 %. Отсюда можно сделать вывод, что массовая доля влаги в сыре Российский Лента не соответствует норме. Согласно ГОСТ Р 53437-2009 «Сыры Сулугуни и Слоистый. Технические условия» массовая доля сыра Сулугуни не должна превышать 53 %, отсюда следует, что массовая доля влаги исследуемого сыра Сулугуни не соответствует норме. Наименьшая тягучесть наблюдалась в сыре Российский Лента, это связано с низкой массой долей жира, высоким содержанием кальция и соли и вытягивание сгустка при значении pH, соответствующем верхнему пределу допустимого диапазона [12].

На рисунке 1 представлен внешний вид сыров.



Рис. 1 – Внешний вид сыров: а – сыр Российский Лента, б – сыр Сулугуни, в – сыр Моцарелла, г- сыр Славянский, д – сыр Голубой, е – сыр Российский / Fig. 1. Appearance of cheeses: a – Russian cheese Tape, b – Suluguni cheese, c – Mozzarella cheese, g – Slaviansky cheese, d – Blue cheese, e - Russian cheese

По рисунку 1 видно, что все навески различаются по внешнему виду и цвету. Сыр Моцарелла измельчен в виде кубиков, в отличие от остальных навесок, форма которых – стружка. Сыр Российский Лента имеет самый насыщенный желтый цвет, у голубого сыра – присутствует серый оттенок. Остальные образцы имеют схожий оттенок белого.

Результаты степени растяжимости сыра представлены на рис 2.

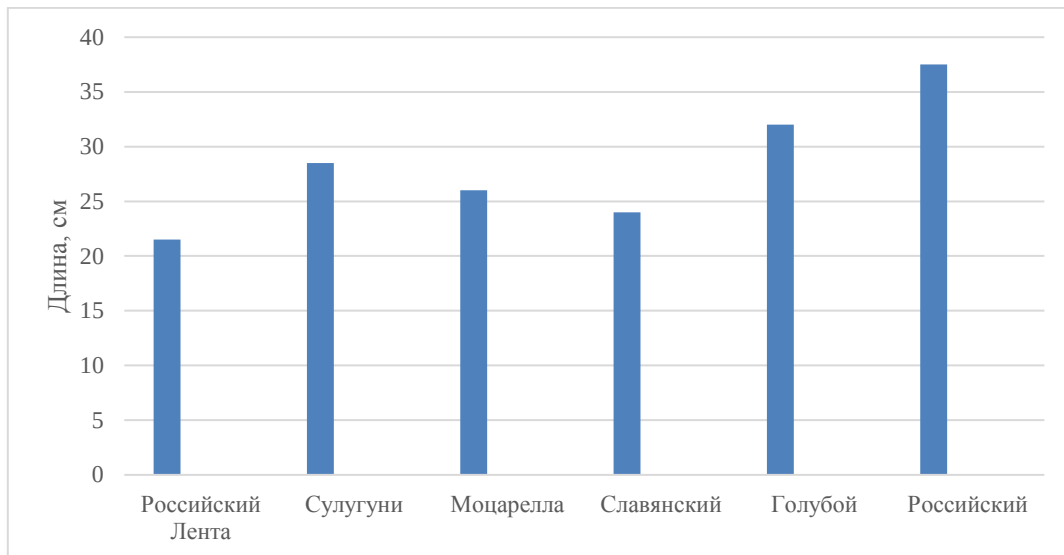


Рис. 2. Степень растяжимости сыров / Fig.2. The degree of tensile cheese

На рисунке 3 представлен внешний вид растянутых сыров.

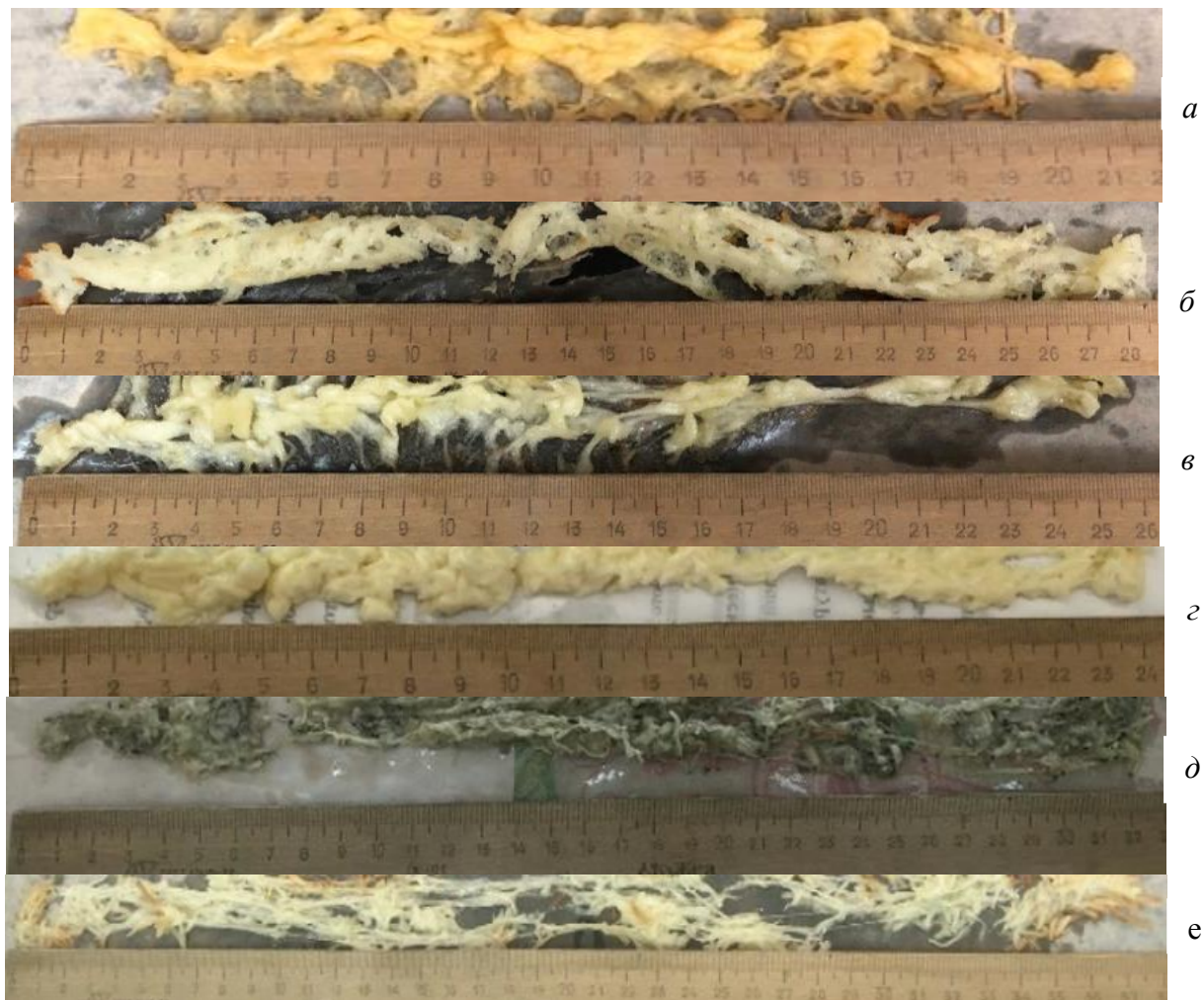


Рис. 3. Внешний вид растянутых сыров: а – сыр Российский Лента, б – сыр Сулугуни, в – сыр Моцарелла, г – сыр Славянский, д – сыр Голубой, е – сыр Российский / Fig. 3. Appearance of stretched cheeses: a – Russian cheese Tape, b – Suluguni cheese, c – Mozzarella cheese, g – Slavic cheese, d – Blue cheese, e – Russian cheese

Способность к пластификации и вытягиванию зависит, главным образом, от содержания в стустке сыра связанного с казеином коллоидного фосфата кальция, что, в свою очередь, в основном определяется общим содержанием кальция и значением pH в стустке. В связи с этим нарастание кислотности во время выработки следует регулировать таким образом, чтобы в стустке к моменту вытягивания возникало правильное сочетание содержания кальция и величины pH. Также следует обеспечить достаточно быстрый перенос тепла во время вытягивания, чтобы стусток успел превратиться в пластичную и тягучую сырную массу [13]. Таким образом, можно сделать вывод, что в сырах Российский и Голубой содержится наибольшее количество казеина, так как они вытянулись на максимальную длину по сравнению с другими сырами.

Далее с исследуемыми сырами были приготовлены пиццы. Результаты степени растяжимости сыра на пицце представлены на рис 4.

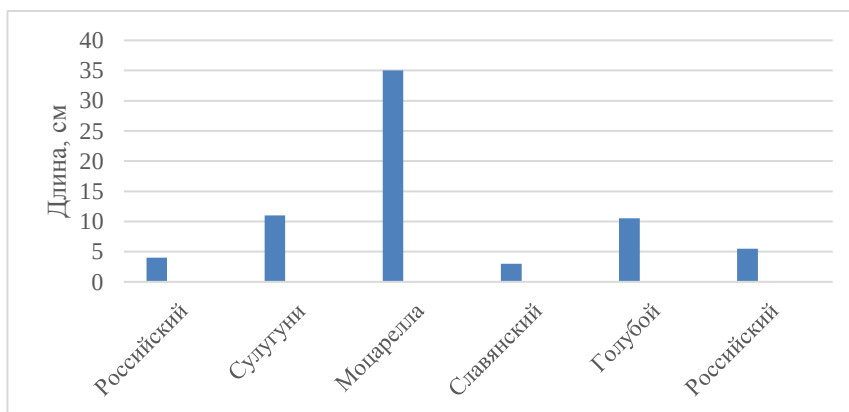


Рис. 4. Растяжимость сыра на пицце / Fig. 4. Extensibility of cheese on pizza

На рисунке 5 изображена растяжимость сыров в пицце.

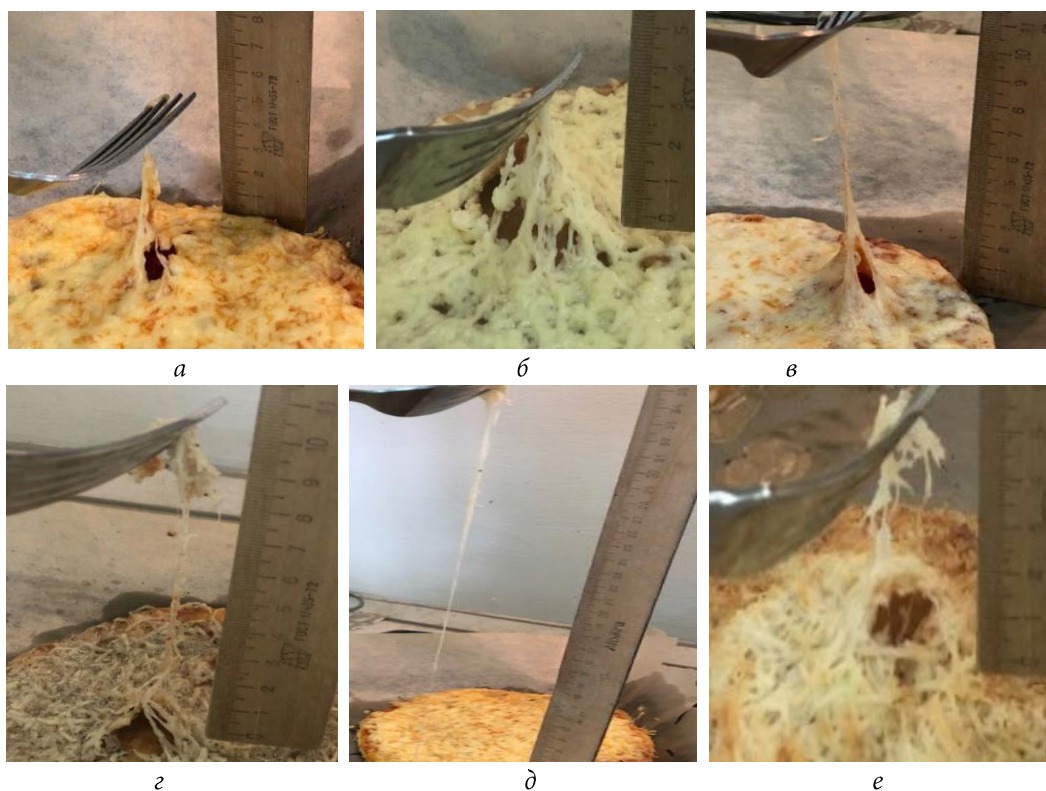


Рис. 5. Растяжимость сыров на пицце: а – сыр Российский Лента, б – сыр Славянский, в – сыр Сулугуни, г – сыр Голубой, д – сыр Моцарелла, е – сыр Российский / Fig. 5. Strength of cheese on pizza: a – Russian cheese Tape, b – Slavic cheese, c – Suluguni cheese, g – Blue cheese, d – Mozzarella cheese, e – Russian cheese

Можно сделать вывод, что наиболее растяжимым является сыр Моцарелла, а наименее – Славянский. Это связано с тем, что при производстве сыров типа Моцарелла сырную массу чеддеризуют и плавят. В связи с высокой кислотностью сырной массы белки молока меняют свою структуру, вытягиваются в нити и подвергаются плавлению и формованию шариков или брусков моцареллы [14].

На рисунке 6 представлен внешний вид готовых пицц.

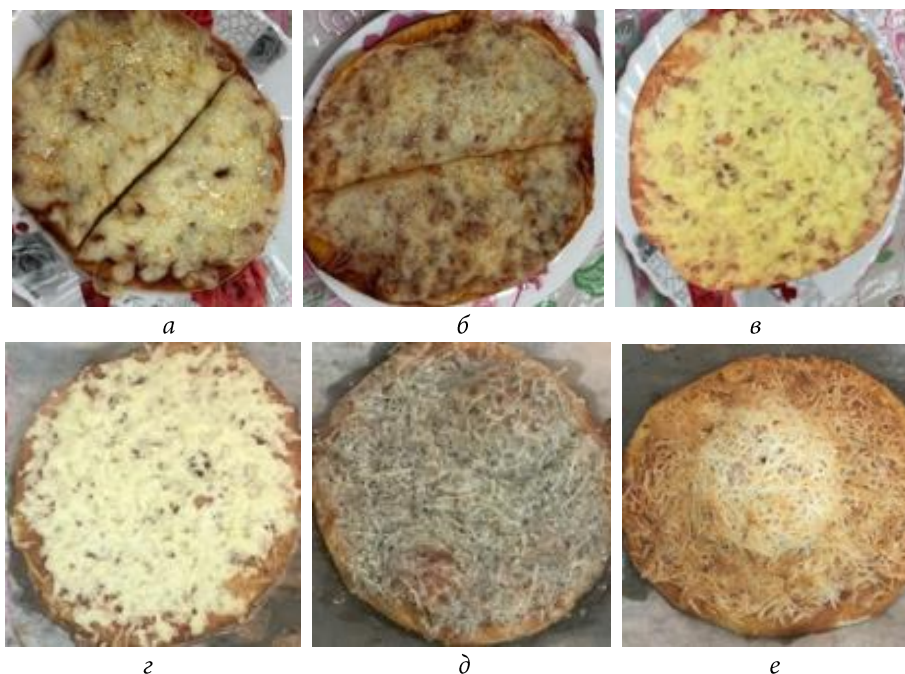


Рис. 6. Внешний вид готовых пицц: а – с сыром Российский Лента, б – с сыром Сулугуни, в – с сыром Моцарелла, г – с сыром Славянский, д – Голубой, е – с сыром Российский / Fig. 6. Appearance of the finished pizzas: а – with Russian cheese Tape, b – with Suluguni cheese, c – with Mozzarella cheese, g – with Slavic cheese, d – Blue, e – with Russian cheese

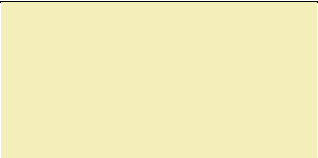
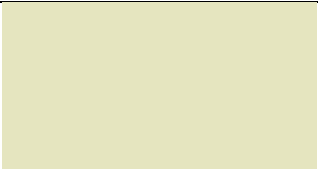
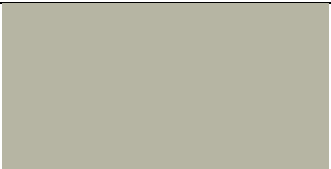
Наиболее эстетичный вид имеют пиццы с сыром Моцарелла и с сыром Славянский. На пицце с сыром Российский Лента в процессе приготовления выделился жир, а с сыром Голубой – имеет непривлекательный серый цвет. Несмотря на хорошие реологические показатели, сыр Сулугуни имеет серо-коричневый оттенок, что делает пиццу не такой аппетитной. Хорошо известно, что реологические свойства сыра определяются структурными элементами материала (например: жир, казеин и минералы) и тем, как они расположены в подструктуре [13]. В процессе приготовления сыр Российский подгорел и пицца приобрела коричневый цвет.

Органолептический анализ сведен в таблицу 3.

Таблица/ Table 3

Органолептический анализ / Sensory Analysis

Пицца	Показатель	Комментарий
С сыром «Российский»	Внешний вид	Сыр ярко – желтого цвета в оттенке RAL 1004 по Таблице цветов RALClassic
	Аромат	Сливочный ярко выраженный
	Текстура	Мягкая, сочная
	Вкус	Сливочный, масляный
	Образец цвета	
С сыром «Сулугуни»	Внешний вид	Сыр бледно – желтого цвета в оттенке RAL 140-2 по Таблице цветов RALClassic
	Аромат	Сливочный ярко выраженный
	Текстура	Плохо пережевываемая
	Вкус	Сливочный

	Образец цвета			
С сыром «Моцарелла»	Внешний вид	Сыр белого цвета в оттенке RAL 130-1 по Таблице цветов RALClassic		
	Аромат	Аромат слабо выражен		
	Текстура	Плохо пережевываемая		
	Вкус	Слабо выражен		
	Образец цвета			
С сыром «Славянский»	Внешний вид	Сыр бледно – желтого цвета в оттенке RAL 110 90 20 по Таблице цветов RALClassic		
	Аромат	Сливочный ярко выраженный		
	Текстура	Мягкая, сочная		
	Вкус	Сливочный, не соленый		
	Образец цвета			
С сыром «Голубой»	Внешний вид	Сыр серо-зеленого цвета в оттенке RAL 1028 по Таблице цветов RALClassic		
	Аромат	Сливочный ярко выраженный		
	Текстура	Жесткая, сухая		
	Вкус	Сливочный		
	Образец цвета			
С сыром «Российский»	Внешний вид	Сыр ярко – желтого цвета в оттенке RAL 7032 по Таблице цветов RALClassic		
	Аромат	Сливочный ярко выраженный		
	Текстура	Мягкая		
	Вкус	Сливочный		
	Образец цвета			

Наилучшими органолептическими показателями обладают сыры Российский Лента и Славянский, так как они имеют ярко выраженный сливочный вкус, сочную и мягкую текстуру. Сыр Моцарелла имеет слабо выраженный вкус и плохо пережевываемую текстуру по сравнению с остальными сырами. Сыр Голубой обладает жесткой и сухой текстурой. Также была проведена сравнительная оценка цветов сыра на запеченной пицце по шкале RAL. Самый привлекательный цвет имеет пицца с сыром Славянский. Степень потемнения сыров при выпекании пиццы можно отрегулировать путем снижения содержания либо остаточных сахаров, либо пептидов и аминокислот, или же обеих этих составляющих, а также предотвращением избыточной дегидратации и образования пузырей во время выпекания [15].

Выводы. Проведя ряд опытов, можно сделать вывод о том, что наиболее подходящим сыром для пиццы по всем характеристикам является сыр Славянский, поскольку он имеет ярко выраженный вкус, мягкую, соч-

ную текстуру и привлекательный внешний вид. Сыр Славянский имеет наибольшее количество влаги, которое соответствует норме. Также он имеет приемлемую цену по сравнению с самым популярным импортным аналогом – сыром Моцарелла, который является лидером среди остальных сыров для приготовления пиццы. Сыры: Российский, Сулугуни, Моцарелла и Голубой в сравнении с Славянским имеют менее выраженный вкус, текстуру и внешний вид.

Финансирование

Финансирование статьи не производилось.

Благодарности

Авторы не выражают благодарности.

Доля соавторов в выполнении научного исследования

Все авторы ответственны за идеи исследования и в равной степени участвовали в написании данной статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Nickle, P. Pehrsson. USDA updates nutrient values for fast food pizza. 2013. 1 с.
2. A. Legg, A. Carr, R. Bennett, K. Johnston. General Aspects of Cheese Technology. 2011. 643 с.
3. W. Wang, P. Kindstedt, J. Gilmore, M. Guo. Changes in the Composition and Meltability of Mozzarella Cheese During Contact with Pizza Sauce. 2012. 609 с.
4. C. Du, D. Barbin, D. Sun. Quality Evaluation of Pizzas. 2016. 465 с.
5. B. Matzdorf, S. Cuppett, L. Keeller, R. Hutkins. Browning of Temperature Mozzarella Cheese During High Pizza Baking. 2014. 2850 с.
6. M. Rudan, D. Barbano. A Model of Mozzarella Cheese Melting and Browning During Pizza Baking. 2013. 2312 с.
7. V. Banville, P. Morin, Y. Pouliot, M. Britten. Physical properties of pizza Mozzarella cheese manufactured under different cheese-making conditions. 2013. 4804 с.
8. S. Daia, F. Jiang, N. Shahb, H. Corked. Functional and pizza bake properties of Mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. 2019. 3 с.
9. S. Rehman, N. Farkye, B. Yim. Use of Dry Milk Protein Concentrate in Pizza Cheese Manufactured by Culture or Direct Acidification. 2010. 3841 с.
10. F. Masotti, S. Cattaneo, M. Stuknytė, I. Noni. Status and developments in analogue cheese formulations and functionalities. 2018. 5 с.
11. Определение способности к растягиванию сыров типа «Паста Филата». 2010. 25 с.
12. M. Johnson. A 100-Year Review: Cheese production and quality. 2017. 9952 с.
13. V. Banville, P. Morin, Y. Pouliot, M. Britten. Shreddability of pizza Mozzarella cheese predicted using physicochemical properties. 2014. 4097 с.
14. T. Guinee, K. Kilcawley. Ingredient Cheese and Cheese-Based Ingredients. 2012. 715 с.
15. M. Berta, E. Muskens, E. Shuser, M. Stading. Rheology of natural and imitation mozzarella cheese at conditions relevant to pizza baking. 2016. 365 с.

ОБ АВТОРАХ

Борисова Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Borisova Anna Viktorovna, Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department «Technology and Organization of Public Catering» of Samara State Technical University, Samara, Molodogvardeyskaya st. 244. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Барсукова Анна Владимировна, студент 4 курса бакалавриата, кафедра «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: anyuta-barsukova.barsukova@yandex.ru

Barsukova Anna Vladimirovna, 4th year undergraduate student, Department of Technology and Catering Organization of Samara State Technical University, Molodogvardeyskaya st. 244. E-mail: anyuta-barsukova.barsukova@yandex.ru

Егорова Ольга Олеговна, студент 4 курса бакалавриата, кафедра «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: olgaegorovaolga98@yandex.ru

Egorova Olga Olegovna, 4th year undergraduate student, Department of Technology and Catering Organization of Samara State Technical University, Molodogvardeyskaya st. 244. E-mail: olgaegorovaolga98@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 11.07.2019

После рецензирования: 11.09.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

И. А. Кузнецова [I. A. Kuznetsova]¹А. В. Кузнецов [A. V. Kuznetsov]²Л. А. Кистанова [L. A. Kistanova]²

УДК 664.3.033.6

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД**INNOVATIVE METHOD OF HEAT TREATMENT OF LIQUID FOOD MEDIA**

¹Институт пищевых технологий и дизайна – филиал ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Нижний Новгород, Россия/ Institute of food technologies and design-branch of the Nizhny Novgorod state University of engineering and Economics, Nizhny Novgorod, Russia

²ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород, Россия/ FGBOU VO "Nizhny Novgorod state agricultural Academy", Nizhny Novgorod, Russia

Аннотация. Обоснован и предложен способ инактивации микрофлоры «отработанного» рассола после посолки сыра с применением кавитационного теплогенератора.

Методы и материалы, результаты. В приведенной статье представлены микробиологические показатели рассола после обработки предложенным способом.

Заключение. По результатам исследования установлено, что использование кавитационного теплогенератора в качестве нагрева «отработанного» рассола при пастеризации является эффективным. В результате использования установки количество плесневых грибов в рассоле уменьшилось до 10 КОЕ/см³, количество мезофильных аэробно-факультативных и анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) уменьшилось до 8 КОЕ/см³, что не превышает установленной нормы. Методы микробиологических исследований соответствовали действующей нормативной документации.

Ключевые слова: сыроделие, посолка сыра, регенерация рассола, кавитационный теплогенератор.

Annotation. A method of inactivation of the microflora of the "waste" brine after salting cheese using a cavitation heat generator is substantiated and proposed.

Methods and materials, results. The article presents the microbiological parameters of brine after treatment by the proposed method.

Conclusion. According to the results of the study, it was found that the use of a cavitation heat generator as a heating of "waste" brine during pasteurization is effective. As a result of the use of the plant, the number of fungi in the brine decreased to 10 CFU / cm³, the number of mesophilic aerobic-facultative and anaerobic microorganisms (Cmafanm) decreased to 8 CFU/cm³, which does not exceed the established norm. Methods of microbiological researches corresponded to the current normative documentation.

Key words: cheese making, cheese salting, brine regeneration, cavitation heat generator.

Сыр - один из самых вкусных, полезных и любимых молочных продуктов, является важной составляющей рациона питания человека. Концентрация белков, молочного жира, минеральных веществ и витаминов в сыре почти в 10 раз выше чем в молоке. Кроме этого, сыр - это источник витамина группы А, который как известно, продлевает молодость и долголетие [3, 4, 7].

Сыр рекомендован как универсальный продукт питания и незаменимый источник белков, кальция и калия. Он является источником незаменимых аминокислот, таких как: метионин, триптофан и лизин. А природный белок содержит около 20 аминокислот, из них 8 – это незаменимые, подобны белкам органов и тканей человека. Для человека такие белки наиболее полезны.

Все питательные вещества, которые имеются в сыре, усваиваются человеческим организмом практически на 100%. Молочные продукты, особенно сыры - это просто кладезь витаминов группы А, D, Е, В1, В2, В12, С, РР. Поэтому врачи рекомендуют сыры людям, следящим за своим здоровьем [10].

Производство сыров становится популярным не только на специализированных перерабатывающих предприятиях, но и на предприятиях малых форм хозяйствования [13].

Существующие технологии переработки молока рассчитаны на крупные перерабатывающие предприятия [8, 17]. Эти предприятия зачастую удалены от производителей, что ведет к увеличению транспортных расходов на доставку сырья, расходы на обеспечение сохранности молока как скоропортящегося продукта.

На сегодняшний день сложились благоприятные условия для развития отечественного производителя [5, 6]. Однако большой проблемой остается высокая себестоимость производства молочных продуктов, в том числе сыров.

Оборудование, серийно выпускаемое промышленностью, предназначено в основном для эксплуатации в условиях специализированных молокоперерабатывающих предприятий, имеет большую производительность, габариты и энергоемкость [3, 11, 14]. Все это затрудняет переработку молока на предприятиях малых форм хозяйствования, для которых важным является эксплуатация конструкций машин и оборудования с малой энергоемкостью, реализующих ресурсосберегающие технологии [12].

С другой стороны, производство сыров в частных сыроварнях отличается нехваткой производственных площадей, особенностью технологического процесса и сложностью его проведения [13]. Поэтому в условиях вышеуказанных предприятий вырабатывают в основном сычужные рассольные сыры (брынза, сулугуни), мягкие (адыгейский) с сокращенными сроками созревания или без созревания.

Определенную долю сточных вод предприятий, занимающихся производством сычужных рассольных и мягких сыров, образуют стоки, основу которых составляют отработанные рассолы после посолки сыра. Наличие поваренной соли делает стоки, содержащие рассолы, агрессивными по отношению к металлическому оборудованию, арматуре и окружающей среде.

Из изложенного следует целесообразность и необходимость многократного использования отработанного рассола с целью снижения его объема и экономии поваренной соли и питьевой воды.

Посолка сыра является одной из основных стадий в процессе его производства [4, 7]. Нарушение режимов посолки сыра приводит к ухудшению его качества и неисправимым порокам. Ввиду того, что посолка оказывает существенное влияние на вкус и консистенцию сыра, к рассолу предъявляют требования по химическому составу и микробиологической чистоте [1, 4, 15].

Поэтому при подготовке рассола, а также при его восстановлении (регенерации) с целью повторного использования, рассол перед посолкой подвергают определенной обработке, обеспечивающей необходимую степень его очистки от микрофлоры и требуемый химический состав [2, 15].

Первостепенное значение имеет инактивация микрофлоры в рассоле (очистка от микробиологических загрязнений). Микрофлора «отработанных» рассолов после посолки сыра весьма разнообразна. Однако можно выделить несколько групп микроорганизмов, наличие которых в «отработанном» рассоле характерно практически для всех способов посолки и видов сыра. Состав и допустимый уровень содержания значимых микроорганизмов в рассоле приведены в таблице 1 [15].

Таблица 1

Состав и допустимый уровень содержания микроорганизмов в рассоле

Микрофлора	Уровень микроорганизмов в рассоле, не влияющий на микробиологическую безопасность и качество сыров, КОЕ/см ³ , не более	Рекомендуемая периодичность контроля
КМАФАнМ	10 ⁴ ... 10 ⁵	1 раз в месяц
Солеустойчивые микроорганизмы	5 · 10 ⁴	1 раз в месяц
Плесневые грибы	10 ³	1 раз в месяц

Важное значение, как с экономической, так и с точки зрения влияния на качество сыра имеет выбор способа регенерации рассола [2].

Наибольшее распространение в сыроделии получила тепловая инактивация микрофлоры рассолов, осуществляемая путем пастеризации при 80...85 °С с последующим охлаждением рассола до 8...12 °С [4, 7]. Процесс пастеризации занимает особое место в технологических процессах, как при первичной обработке сырья, так и в производстве молочных продуктов. Однако процесс пастеризации отличается высокой энергоемкостью, что приводит к удорожанию себестоимости единицы продукции.

Аналитический обзор аппаратов для пастеризации (рис. 1) [3, 9, 14] показывает разнообразие их типов и марок и, вместе с тем, смещение приоритета в сторону емкостных, пластинчатых и трубчатых теплообменников. Теплопередача в этих аппаратах осуществляется косвенно, необходимо дополнительно получать горячий теплоноситель – пар или горячую воду. Кроме того, большинство конструкций пастеризаторов косвенного нагрева имеют пониженный КПД и высокую энергоемкость.

Поэтому применение существующих пастеризационных установок сопровождается большими энергетическими и эксплуатационными затратами, что значительно затрудняет в условиях сельскохозяйственных предприятий регенерацию отработанного рассола после посолки сыра.

В силу перечисленных недостатков серийно выпускаемых пастеризаторов приоритетными направлениями работ по совершенствованию и созданию новых конструкций являются снижение энергоемкости теплообменных процессов, минимизация их геометрических параметров, снижение стоимости [9].

С целью снижения энергоемкости теплообменных процессов возникает необходимость применения аппаратов прямого воздействия на продукт, имеющих такие преимущества как простота в обслуживании и небольшие габариты. К таким аппаратам относятся кавитационные теплогенераторы, рабочим телом которых является жидкость, а превращение механической энергии в тепловую происходит в основном за счет вихревого течения жидкости в режиме кавитации [16].

Для решения поставленных задач мы предлагаем использовать лабораторную установку приготовления и регенерации рассола для посолки сыров, в состав которой входит кавитационный теплогенератор [16].

Установка включает в себя насос, расходомер, термодатчики, манометры и вентили, а также щит управления с приборами замера расхода электроэнергии, рабочего напряжения, тока, потребляемой мощности электродвигателя насоса (рис. 2).

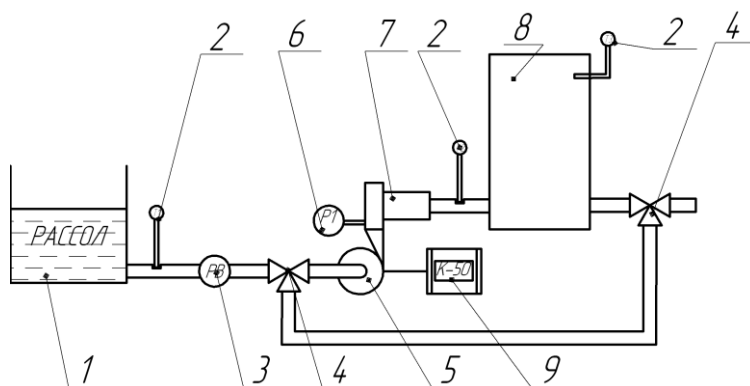


Рис. 2. Схема лабораторной установки регенерации отработанного рассола: 1 – емкость; 2 – термометр; 3 – расходомер; 4 – трехходовой кран; 5 – центробежный насос; 6 – манометр; 7 – кавитационный теплогенератор; 8 – резервуар; 9 – комплект измерительный К-50

Исследуемая лабораторная установка участвует в технологическом процессе приготовления и регенерации рассола. Описание схемы (рис. 3) и принцип работы установки представлен ниже.

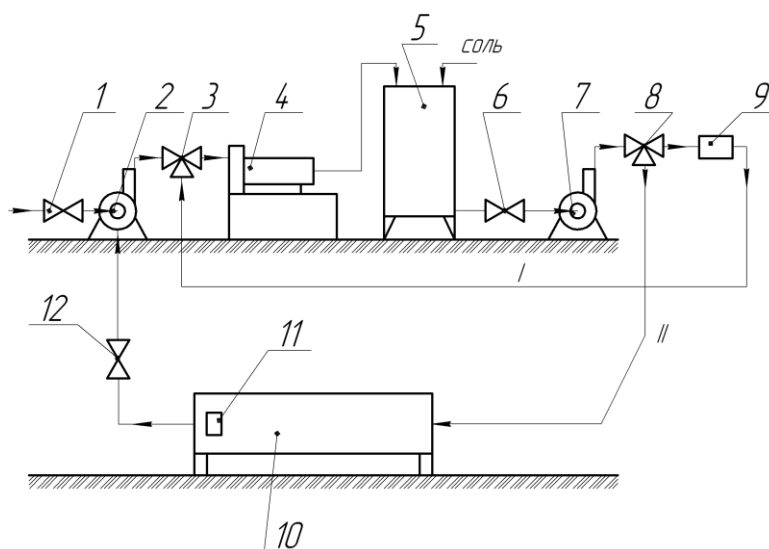


Рис. 3. Схема технологического процесса приготовления и регенерации рассола для посолки сыров: 1, 6, 12 – проходной кран; 2, 7 – центробежный гидравлический насос; 3, 8 – трехходовой кран; 4 – кавитационный теплогенератор; 5 – резервуар; 9, 11 – фильтр для очистки рассола; 10 – соляной бассейн

Основным устройством, осуществляющим нагрев рассола при его регенерации является кавитационный теплогенератор. Нагрев среды в нем объясняется тем, что с наступлением кавитации за счет образующихся при этом пузырьков воздуха значительно возрастает поглощение звука в жидкости, сопровождающееся выделением тепла [16].

Восстановление (регенерация) «отработанного» рассола происходит следующим образом. По окончании процесса посолки из соляного бассейна 10 извлекают сырные головки. С помощью центробежного насоса 2 подают «отработанный» рассол через кавитационный теплогенератор 4 в резервуар 5, очищая его предварительно от механических примесей в фильтре 11. В резервуар 5 вносят необходимое количество извести или мела в измельченном виде и тщательно перемешивают их с «отработанным» рассолом мешалкой резервуара 5 и оставляют в покое на 1 сутки для раскисления.

Закрывают кран 12, отключают насос 2, переключают трехходовой кран 3 на подачу рассола к кавитационному теплогенератору 4, открывают кран 6, переключают трехходовой кран 8 на подачу рассола к фильтру 9 и включают центробежный насос 7. При этом перемешанный с известью или мелом «отработанный» рассол будет циркулировать по замкнутому контуру I и нагреваться до температуры 80 ± 10 °C кавитационным теплогенератором 4. Нагретый рассол дополнительно насыщают поваренной солью до предельной концентрации, затем пастеризуют при температуре 85 ± 5 °C и охлаждают при отключенном насосе 7 до температуры 10 ± 2 °C в резервуаре 5, снабженном теплообменной рубашкой, периодически включая мешалку. Затем переключают трехходовой кран 8 на подачу рассола в контур II, включают насос 7 и перекачивают охлажденный рассол в соляной бассейн 10.

Результаты микробиологических исследований рассола приведены в таблице 2.

Таблица 2

Микробиологические показатели «отработанного» рассола после пастеризации

Наименование показателя	Содержание в «отработанном» рассоле	Номер образца				
		№1*	№2*	№3*	№4*	№5*
КМАФАнМ, КОЕ/см ³	$9,1 \cdot 10^4$	$5,7 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	14	8
Солеустойчивые микроорганизмы, КОЕ/см ³	Не обнаружено	Не обнаружено				
Плесневые грибы, КОЕ/см ³	20	11	11	<10	<10	<10

Примечание к таблице 2: *Образец №1 – при температуре 70 °C, образец №2 – при температуре 75 °C, образец №3 – при температуре 80 °C, образец №4 – при температуре 85 °C, образец №5 – при температуре 90 °C.

Как видно из таблицы 2 солеустойчивые микроорганизмы не были обнаружены в опытном образце «отработанного» рассола. Присутствие плесневых грибов было обнаружено, но их количество 20 КОЕ/см³ не превышало допустимой нормы (табл. 1). После тепловой обработки, проводимой на предложенной установке, включающей кавитационный теплогенератор, их число уменьшилось до <10. С другой стороны, количество мезофильных аэробно-факультативных и анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) составило $9,1 \cdot 10^4$ КОЕ/см³. Данный показатель не превышает допустимой нормы, но близок к максимальному значению (табл. 1). В тоже время они могут стать причиной вторичного обсеменения сыров.

При тепловой обработке количество данных микроорганизмов постепенно уменьшалось и в образцах №4 и №5 достигло наименьшего числа 14 КОЕ/см³ и 8 КОЕ/см³ соответственно.

Авторские исследования показали, что тепловая обработка с использованием кавитационного теплогенератора в целях достижения эффекта пастеризации «отработанного» рассола приводит к инаktivации песторонней микрофлоры и является эффективной. Согласно экспериментальным данным, полученным на лабораторной установке, пастеризацию отработанного рассола при его регенерации проводили при следующих режимах: продолжительность пастеризации 1 ч; количество рассола 200 л.

Результаты производственных испытаний представлены в табл. 3.



Рис. 1. Схема классификации пастеризаторов

Таблица 3

Результаты производственных испытаний установки для регенерации отработанного рассола
для посолки сыра пастеризацией

Продолжительность пастеризации, ч	Количество рассола, л	Энергозатраты, кВт·ч	Тепловыделение, МДж/ч	КИЭ*
1	200	30	41,6	0,77

Примечание к таблице 3: *КИЭ – коэффициент использования энергии

Таким образом, использование установки приготовления и регенерации отработанного рассола для посолки сыра пастеризацией с применением кавитационного теплогенератора позволит снизить энергозатраты на пастеризацию при приготовлении свежего рассола на 25 %, ранее они составляли 40,0 кВт·ч на 200 л рассола.

Применение данного способа регенерации в тоже время позволит сократить расход поваренной соли на 37 % и питьевой воды на 98 %, уменьшить износ канализационных сетей сыродельных предприятий за счет уменьшения объема соленых сточных вод на 96 %, что также благоприятно скажется на защите окружающей среды и улучшит показатели экологической безопасности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асонов, Н.Р. Микробиология / Н.Р. Асонов. - М: Колос, 2002. - 352 с.
2. А.с. 552063 СССР, МКИ А 23 С 19/14. Способ регенерации рассола для посолки сыра / Г.Г. Шилер, М.И. Окинчиц (СССР)- № 2102469/13, Заявл. 03.02.75; Оpubл. 30.03.77; Бюл. № 12.
3. Бредихин, С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. - М.: Колос, 2003. - 400 с.
4. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 280 с.
5. Зомитева, Г.М. Критерии продовольственной безопасности России / Г.М. Зомитева, С.Я. Корячкина, Е.Н. Холодова // Современная наука и инновации. - 2015. - № 2. - С. 97-107.
6. Крайнова, О.С. Повышение эффективности управления логистическими бизнес-процессами предприятий в рамках стратегии импортозамещения / О.С. Крайнова, А.А. Пылайкина, В.С. Хильманов. В сборнике: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова. 2016. С. 350-354.
7. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры / В.В.Кузнецов, Г.Г. Шилер (Под общей ред. Г.Г. Шилера). - СПб: ГИОРД, 2003. - 512 с.

8. Мордвинова, В.А. Интенсивные технологии сыроделия – это актуально / В.А. Мордвинова // Переработка молока. 2010. - №2. – С. 24-25.
9. Мяндр, А.Э. Пастеризация молока с помощью инфракрасного излучения/ А.Э. Мяндр, Д.В. Овдиенко, В.И. Магда, Е.И. Герцен, Б.П. Симонов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - №4. - 1974. С. 23-25.
10. Николаев, А.М. Технология сыра / А.М. Николаев, В.Ф. Малушко. - М.: Пищевая промышленность, 1977. - 336 с.
11. Ожгихина, Н.Н. Новые разработки ВНИИМС в области сыроделия и маслоделия / Н.Н. Ожгихина // Переработка молока. – 2008. - №12. – С. 10-12.
12. Пермяков, А.В. Инновационные подходы к проблеме ресурсосбережения на предприятиях молочной промышленности / А.В. Пермяков, Н.В. Баландина, М.И. Шрамко // Современная наука и инновации. – 2016. - № 1. – С. 67-72.
13. Родионов, Г.В. Технология производства и переработки животноводческой продукции / Г.В. Родионов, Л.П. Табакова, Г.П. Табаков. - М.: Колос, 2005. - 512 с.
14. Свириденко, А.К. Технологическое оборудование для переработки молока и молочных продуктов / А.К. Свириденко, А.Н. Березин. Саратов: Саратовская с.-х. академия. - 1996. - 338 с.
15. Свириденко, Г.М. Может ли быть рассол источником обсеменения продуктов опасными микроорганизмами? / Молочная промышленность. – 2008. - №9. – С. 23.
16. Пат. № 107022 РФ, МПК A01J 25/00. Устройство приготовления и регенерации рассола для посолки сыра / И.А. Носова, Е.А. Денисюк, Е.И. Кистанов. - № 2011112889/10; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.08.2011 Бюл. №22.
17. Шалыгина, А.М. Общая технология молока и молочных продуктов / А.М. Шалыгина, Л.В. Калинина. - М.: Колос, 2004. - 199 с.

REFERENCES

1. Assonov, N.R. Microbiology / N.R. Assonov. - M: Kolos, 2002. - 352 p.
2. A.S. 552063 USSR, MKI A 23 C 19/14. The method of regeneration of brine for salting cheese / G.G. Schieler, M.I. Okinchits (USSR) - No. 2102469/13, Decl. 02/03/75; Publ. 03/30/77; Bull. Number 12.
3. Bredikhin, S. A. Technology and technique of milk processing / S.A. Bredikhin, Yu.V. Kosmodemyansky, V.N. Yurin. - M.: Kolos, 2003. - 400 p.
4. Dilanyan, Z.Kh. Cheesemaking / Z.Kh. Dilanyan. - M.: Light and food industry, 1984. - 280 p.
5. Zomiteva G.M. Criteria of food security of Russia / G.M. Zomiteva, S.Ya. Koryachkina, E.N. Kholodova // Modern science and innovations. - 2015. - No. 2. - S. 97-107.
6. Kraynova O. S. improving the efficiency of logistics business-processes of enterprises through the strategy of import substitution / O. S. Kraynova, A. A. Pilikina, V. S. Gilmanov. The book Agrotechnological processes in the framework of import substitution: the materials of International scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary since the birth of honored worker of higher school of Russia, doctor of agricultural Sciences, Professor Yu. G. Skripnikov. 2016. Pp. 350-354.
7. Kuznetsov, V.V. Handbook of a dairy production technologist. Technology and recipes. T. 3. Cheeses / V.V. Kuznetsov, G.G. Schieler (Under the general editorship of G.G. Schieler). - St. Petersburg: GIRD, 2003. - 512 p.
8. Mordvinova, V.A. Intensive cheese making technology is relevant / V.A. Mordvinova // Milk processing. - 2010. - No. 2. - P. 24-25.
9. Myand, A.E. Pasteurization of milk using infrared radiation / A.E. Myand, D.V. Ovdienko, V.I. Magda, E.I. Herzen, B.P. Simonov // Mechanization and electrification of socialist agriculture. - No. 4. - 1974.- P. 23-25.
10. Nikolaev, A.M. Cheese Technology / A.M. Nikolaev, V.F. Malushko. - M.: Food Industry, 1977. - 336 p.
11. Ozhgikhina, N.N. New VNIIMS developments in the field of cheese-making and butter-making / N.N. Ozhgikhina // Milk processing. - 2008. - No. 12. - P. 10-12.
12. Permyakov, A.V. Innovative approaches to the problem of resource conservation at the enterprises of the dairy industry / A.V. Permyakov, N.V. Balandina, M.I. Shramko // Modern science and innovations. - 2016. - No. 1. - S. 67-72.
13. Rodionov, G.V. Technology for the production and processing of livestock products / G.V. Rodionov, L.P. Tabakova, G.P. Tabakov. - M.: Kolos, 2005. - 512 p.
14. Sviridenko, A.K. Technological equipment for the processing of milk and dairy products / A.K. Sviridenko, A.N. Berезин. Saratov: Saratov agricultural academy. - 1996. - 338 p.
15. Sviridenko, G.M. Can brine be a source of contamination of products with dangerous microorganisms? / Dairy industry. - 2008. - No. 9. - P. 23.
16. Pat. No. 107022 of the Russian Federation, IPC A01J 25/00. The device for the preparation and regeneration of brine for salting cheese / I.A. Nosova, E.A. Denisjuk, E.I. Kistanov. - No. 2011112889/10; declared 04/04/2011; publ. 08/10/2011 Bull. Number 22.
17. Shalygina, A.M. General technology of milk and dairy products / A.M. Shalygina, L.V. Kalinin. - M.: Kolos, 2004. - 199 p.

ОБ АВТОРАХ

Кузнецова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент Института пищевых технологий и дизайна – филиала ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» г. Нижний Новгород. Контакты: тел. +79036086900, e-mail: nosovair@rambler.ru.

Kuznetsova Irina Anatolyevna, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Institute of food technologies and design-branch of the Nizhny Novgorod state University of engineering and Economics, Nizhny Novgorod. Contacts: ph. +79036086900, e-mail: nosovair@rambler.ru.

Кузнецов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород. Контакты: тел. +79877544817, e-mail: Al_kuz.3@mail.ru.

Kuznetsov Alexander Vladimirovich, candidate of technical Sciences, associate Professor of Nizhny Novgorod state agricultural Academy, Nizhny Novgorod. Contacts: ph. +79877544817, e-mail: Al_kuz.3@mail.ru.

Кистанова Людмила Анатольевна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Нижний Новгород. Контакты: тел. +79047907212, e-mail: lakistanova@mail.ru.

Kistanova Lyudmila Anatolevna, senior lecturer, of Nizhny Novgorod state agricultural Academy, Nizhny Novgorod. Contacts: ph. +79047907212, e-mail: lakistanova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

А. Л. Фалько [A. L. Falko]
А-ей. Л. Фалько [A. L. Falko]

УДК 664.74.001

СЕПАРАЦИЯ ПИЩЕВЫХ СМЕСЕЙ С МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ФРАКЦИЯМИ

THE SEPARATION OF FOOD MIXTURES WITH FINELY DIVIDED FRACTIONS

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Крым, e-mail: falkoas@rambler.ru/ Federal state budgetary educational institution of higher education "Kerch state marine technological University", Kerch, Crimea, e-mail: falkoas@rambler.ru

Аннотация. Предлагаемый способ сепарации осуществляется следующим образом. Сначала происходит вибрационное перемещение сыпучей смеси вниз, между двумя вертикальными горизонтально колеблющимися пластинами при взаимодействиях с каждой пластиной в каждом периоде колебаний для разрушения связей между частицами смеси. После выхода из пространства между колеблющимися пластинами частицы смеси в последний раз взаимодействуют с той колеблющейся пластиной, которая снизу длиннее другой, и осуществляют от неё полет. Далее частицы распределяются в соответствии с дальностью своего полета. После этого каждая частица смеси путем падения попадает в сборник для частиц ее фракции. Данный способ осуществляется за счет разности в адгезионных свойствах частиц разных фракций и за счет разности в преодолении этими частицами силы сопротивления воздуха.

Методика. В процессе исследования использовалось математическое моделирование для процесса полета частиц от сепарирующей поверхности.

Результаты исследования. Результатами работы являются обоснования принципа действия нового способа и конструкции нового устройства для сепарации пищевых сыпучих смесей с мелкодисперсными фракциями частиц.

Заключение. 1. Научная новизна. Научная новизна работы заключается в теоретическом обосновании нового процесса сепарации, осуществляемого по двум признакам разделения частиц одновременно.

2. Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов для детальной разработки конструкции и изготовления машины для сепарации сыпучих смесей, которые могут содержать мелкодисперсные фракции. Использовать такую машину можно, например, для сортировки муки или круп, для очистки муки, круп, семян от засоряющих примесей.

Ключевые слова: сепарация, сепарация сыпучих смесей, очистка муки, разделение сыпучих смесей, сепарация мелкодисперсных материалов, сыпучая смесь.

Abstract. The proposed method of separation is as follows. First, there is a vibrational movement of the bulk mixture down between two vertically horizontally oscillating plates during interactions with each plate in each oscillation period to break the bonds between the particles of the mixture. After leaving the space between the oscillating plates, the particles of the mixture interact for the last time with that oscillating plate, which is longer than the other below, and fly from it. In flight, particles are distributed in accordance with the range of their flight. After that, each particle of the mixture falls into the collector for particles of its fraction by dropping. This method is carried out due to the difference in the adhesive properties of particles of different fractions and due to the difference in overcoming by these particles of the air resistance force.

Methodology. During the study, mathematical modeling was used for the process of flight of particles from the separating surface.

Research results. The results of the work are the substantiation of the principle of action of the new method and the design of a new device for the separation of food bulk mixtures with fine fractions of particles.

Conclusion. 1. Scientific novelty. Scientific novelty of work consists in a theoretical substantiation of new process of the separation which are carried out to two signs of division of particles simultaneously.

2. The practical importance. The practical importance of work consists in possibility of use of the received results for detailed working out of a design and manufacturing of the device for separation of loose mixes which can contain a small dispersion particles. To use such device it is possible, for example, for sorting of a flour or groats, for clearing of a flour, groats, seeds of littering impurity.

Key words: separation, separation of loose mixes, flour clearing, division of loose mixes, separation a small dispersion of materials, a loose mix.

Постановка проблемы в общем виде. Сепарация пищевых сыпучих смесей с мелкодисперсными фракциями является технологическим процессом, который сложно реализовывать из-за сильных адгезионных и аутогезионных свойств мелкодисперсных частиц. Например, для очищения муки с относительной влажностью больше 14% от примесей использование ситового способа невозможно из-за забиваний мелких сит частицами муки с повышенными адгезионными и аутогезионными свойствами [1]. Эффективность вибрационной сепарации уменьшается при увеличении дисперсности сыпучих материалов, которая вызывает повышение их адгезионных свойств [2]. При пневматическом способе сепарации не разрушаются аутогезионные соединения частиц разных фракций [3].

Цель. Целью статьи является обоснование принципа действия нового способа и конструкции нового устройства для сепарации пищевых сыпучих смесей с мелкодисперсными фракциями частиц.

Анализ последних исследований. Для решения этой проблемы было разработано несколько новых, более эффективных способов сепарации: виброадгезионный [4], вибрационно-пневматический [5], по разнице высот полета частиц [6], по разнице в дальности полета частиц [7]. Последний способ [7] имеет существенные преимущества над другими. Он реализуется по двум признакам деления сыпучего материала одновременно (по разнице воздействия силы адгезии и по разнице воздействия силы сопротивления воздуха на частицы разных фракций). Конструкция рабочего органа с вертикальной рабочей поверхностью [7] исключает возможность налипания частиц и дестабилизации процесса сепарации. Количество полученных сепарацией фракций и гранулометрический состав каждой фракции можно регулировать. Исследование способа [7] с целью его усовершенствования и внедрения в производство является актуальной научной задачей.

Целями статьи являются обоснование принципа действия **нового** способа и конструкции устройства [7] для сепарации сыпучих смесей с мелкодисперсными фракциями частиц, проведение базовых аналитических исследований.

Изложение основного материала. Процесс сепарации осуществляется на устройстве, принципиальная схема которого приведена на рисунке 1. Рабочий орган устройства состоит из двух вертикальных пластин 1, между которыми расположена более длинная снизу пластина 2. Все пластины взаимно параллельны и жестко связаны между собой.

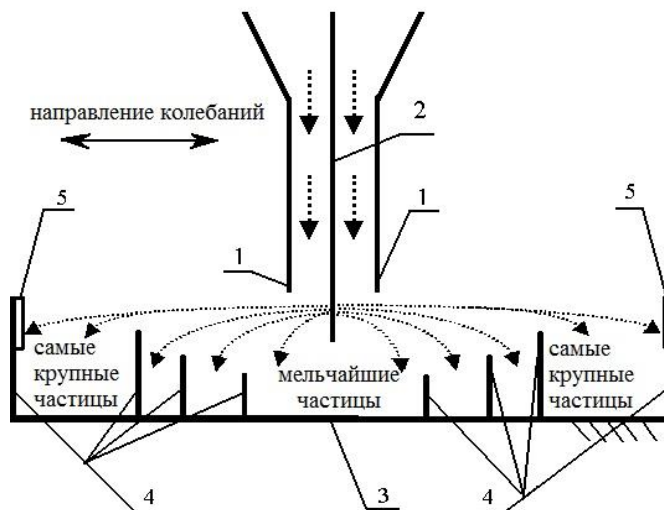


Рис. 1. Принципиальная схема конструкции устройства

Расстояние между пластинами 1 и пластиной 2 регулируется (на рисунке не показано), а в верхней части расстояния увеличены для удобства загрузки. Пластины 1 и 2 вместе с боковыми бортами (не показаны на рисунке), которые перпендикулярны к поверхностям пластин, образуют два ограниченных пространства. В устройстве есть вибрационный привод (на рисунке не показан), предназначенный для приведения рабочего органа в заданное горизонтальное колебательное движение.

Под рабочим органом расположены приемная емкость 3, которая с помощью пластин 4 разделена на отдельные секции по количеству фракций, которые определяются гранулометрическим составом частиц. Положение приемной емкости 3 регулируется относительно пластины 2 по высоте, а положение пластин 4 регулируется вдоль горизонта и по высоте относительно емкости 3.

Наиболее отдаленные от рабочего органа пластины 4 имеют демпферы 5, которые выполнены из неупругого материала и предназначены для поглощения энергии удара самых тяжелых частиц.

Устройство работает следующим образом. Начальная сыпучая смесь, включающая в себя несколько фракций, непрерывно поступает сверху в два ограниченных пространства между горизонтально колеблющимися вертикальными пластинами 1 и 2 и под действием гравитации и при одновременном ударном воздействии со стороны колеблющихся пластин движется вниз. Масса сыпучей смеси соударяется с колеблющимися пластинами дважды за период колебаний рабочего органа. При полетах между пластинами крупнодисперсные частицы опережают слой мелкодисперсных частиц, пронизывают его и интенсивно соударяются с пластинами. Благодаря этому аутогезионные связи между частицами смеси разрушаются, а устойчивые адгезионные связи с поверхностями вертикальных пластин не могут образоваться.

После выхода из пространства между горизонтально колеблющимися пластинами 1 и 2, все частицы смеси в последний раз соударяются с более длинной снизу пластиной 2 и осуществляют от нее полет. Полет частиц смеси направлен под действием инерции горизонтально от пластины 2 и под действием гравитации вниз. Дальность полета частиц зависит от их начальной скорости после последнего контакта с пластиной 2 и от силы сопротивления воздуха. Полету частиц мелкодисперсных фракций, которые имеют меньший удельный вес, в значительной мере противодействует сила сопротивления воздуха, а сила адгезии снижает их начальную скорость полета от пластины 2, по причине задержки момента отрыва до момента, когда сила инерции способна разрывать адгезионные связи. По названным причинам дальность полета частиц мелкодисперсных фракций от пластины 2 намного меньшая в сравнении с дальностью полета частиц крупнодисперсных фракций. Под действием описанных факторов частицы смеси распределяются в полете по дальности и путем падения попадают в одну из секций емкости 3, отделенную пластинами 4.

Гранулометрический состав каждой фракции можно регулировать путем регулировки положения емкости 3 и положений пластин 4 относительно пластины 2 по вертикали и по горизонту. Целесообразно, чтобы высота пластин 4 увеличивалась по мере удаления от пластины 2. Это позволит сократить длину приемной емкости 3 благодаря ограничению траектории полета частиц каждой фракции. Введение в конструкцию демпферов 5 позволяет поглощать энергию удара самых тяжелых частиц, предотвращая их отскакивание в противоположном направлении.

Будем считать крупнодисперсными те частицы, которые можно получить как сход с сита 250×250 мкм (падают в приемную емкость далее остальных частиц от рабочего органа), а мелкодисперсными частицами те, которые являются проходом сита 140×140 мкм (падают в приемную емкость ближе остальных частиц к рабочему органу). Другие частицы занимают промежуточное положение по гранулометрическому составу и по месту попадания в секции приемной емкости. Смесь может не содержать в своем составе мелкодисперсных частиц (например, при очищении семян от плевелов). Тогда сепарация будет происходить лишь по одному признаку разности в преодолении силы сопротивления воздуха, по аналогии с пневмосепарацией.

С целью проведения аналитических исследований примем неподвижную прямоугольную систему координат $\xi O_1\eta$, связанную с положением статического равновесия пластины 2 (рисунок 2) и аналогичную подвижную систему координат XOY .

Скорость перемещения пластин рабочего органа вдоль оси $O_1\xi$ в любой момент времени t определим из выражения:

$$\dot{\xi}_{PO} = A\omega \cos \omega t, \quad (1)$$

где A и ω – амплитуда и угловая частота колебаний рабочего органа; t – текущее время.

Фазовый угол колебаний $\varphi = \omega t$ отсчитываем от линии статического равновесия рабочего органа при его перемещении вправо.

При вибрационном перемещении между пластинами на расстояние L (рис. 2) частицы крупнодисперсных фракций должны преодолевать расстояние L за время t_L , меньшее или равное времени полупериода колебаний пластин:

$$t_L \leq \frac{T}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{\omega}, \quad (2)$$

где T , с – время периода колебаний пластин.

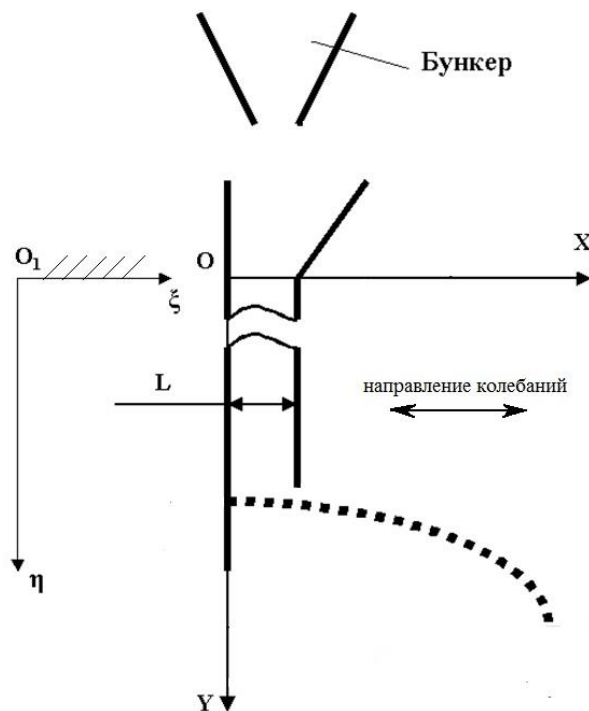


Рис. 2. Расчетная схема для аналитических исследований

Выражение (2) определяет наибольшее допустимое время полета крупных частиц между пластинами.

Момент начала полета крупных частиц происходит приблизительно в положении статического равновесия рабочего органа при движении пластины вправо с максимальной скоростью $A\omega$, которую принимают эти частицы. Учитывая малое расстояние между пластинами L , считаем скорость полета $A\omega$ неизменной на протяжении всего полета, допуская неощутимость сопротивления воздуха и слоя мелкодисперсных частиц.

Согласно законам механики соотношение между L и A , с учетом (2), составит:

$$L = A\omega \cdot t_L = A\omega \cdot \frac{\pi}{\omega} = A\pi \quad (3)$$

Из формулы (3) по заданному L можно получить минимальное необходимое значение амплитуды A , для режима вибрационного перемещения с соударениями крупнодисперсных частиц с каждой из пластин в каждом периоде колебаний.

Нахождение минимально допустимых значения ω и других граничных условий процесса мы не рассматриваем. Из практических соображений следует принять диапазон частот 20-30 Гц и амплитуд 5-7 мм.

На рисунке 3 представлены схемы сил, которые действуют на отдельную частицу на этапе вибрационного перемещения между пластинами: в фазе скольжения (а), в момент отрыва от колеблющейся пластины (б), в фазе полета между пластинами (в).

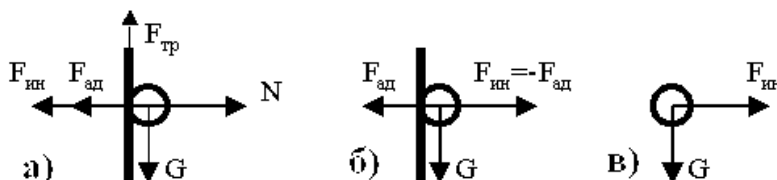


Рис. 3. Схемы сил, которые действуют на частицу на этапе вибрационного перемещения между пластинами:

а) - в фазе скольжения, б) - в момент отрыва, в) - в фазе полета

Уравнение системы сил, действующих на частицу смеси массой m на этапе вибрационного перемещения между пластинами в фазе скольжения (рис. 3а), имеет вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{ин} - F_{адз} + N = mA\omega^2 \sin \omega t - F_{адз} + N \\ m\ddot{y} = G - F_{тр} = mg - \mu N \end{cases} \quad (4)$$

где: $\ddot{x}$ - ускорение движения частицы вдоль ОХ;

$\ddot{y}$ - ускорение движения частицы вдоль ОУ;

$F_{ин}$ - знакопеременная сила инерции, её модуль и направление зависят от фазового угла $\varphi = \omega t$, определяющего положение пластин относительно положения их статического равновесия; $F_{ин} = mA\omega^2 \sin \omega t$.

$F_{адз}$ - сила адгезии;

G - сила гравитации;

g - ускорение свободного падения;

N - нормальная реакция пластины;

μ - коэффициент трения.

В момент отрыва и начала полета (рис. 3б) сила инерции $F_{ин}$ направлена от пластины, противоположна по направлению и равна по модулю силе адгезии $F_{адз}$. Этот момент наступает после сразу прохождения пластиной положения статического равновесия при её движении вправо:

$$F_{ин} = -F_{адз} \quad (5)$$

Уравнение системы сил, действующих на частицу смеси на этапе вибрационного перемещения между пластинами в фазе полета (рис. 3в), имеет вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{ин} = mA\omega^2 \sin \omega t \\ m\ddot{y} = G = mg \end{cases} \quad (6)$$

После выхода из пространства между пластинами на этапе последнего полета от пластины 2 уравнение сил, которые действуют на каждую частицу смеси, имеет вид:

$$\begin{cases} m\ddot{\xi} = F_{ин}^{max} - F_{\xi}^B = mA\omega^2 - F_{\xi}^B \\ m\ddot{\eta} = G - F_{\eta}^B = mg - F_{\eta}^B \end{cases} \quad (7)$$

где F_{ξ}^B - сила сопротивления воздушной среды вдоль оси $O_1\xi$;

F_{η}^B - сила сопротивления воздушной среды вдоль оси $O_1\eta$.

В уравнениях (7) в отличие от уравнений (6) учтено сопротивление воздуха. Дело в том, что уравнения (7) описывают последний полет, расстояние которого значительно, скорость частиц в процессе которого изменяется значительно, за счет чего происходит сепарация смеси. Уравнения (6) описывают очень короткий по дистанции полет между пластинами, поэтому для (6) сопротивление воздуха считаем неощутимым.

Выводы:

1. Обоснованы новый способ и конструкция устройства для сепарации сыпучих смесей с мелкодисперсными фракциями частиц.
2. Начаты аналитические исследования: определен режим вибрационного перемещения и процесс распределения частиц сыпучей смеси на фракции; составлены уравнения сил, действующих на частицы смеси на этапе вибрационного перемещения между пластинами в фазах скольжения и полета и на этапе свободного полета.

Перспективами дальнейших исследований является аналитическое получение уравнений, описывающих координату и скорость движения частиц сыпучего материала в процессе сепарации на этапе вибрационного перемещения между пластинами и на этапе свободного полета, проведение экспериментальных исследований распределительной способности и производительности нового способа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутковский В.А. Мукомольное производство / В.А. Бутковский. – М.: Агропромиздат, 1990. -382 с.
2. Анахин В.Д. Вибрационные сепараторы/ В.Д. Анахин, Д.А. Плисс, В.Н. Монахов. – М.: Недра. 1991. – 157 с.
3. Барский М.Д. Фракционирование порошков. – М.: Недра, 1980.-327с.

4. Фалько Л.Г. Вібродгезійна сепарація сипких харчових продуктів: Автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.18.12/ Л.Г. Фалько – Харків, ХДАТОХ, 1996. – 22 с.

5. Пат. № 38259 А Україна, МПК 7В07В 13/11. Універсальний круповідділювач: Л.Г. Гросул. - №200006440; Заявл. 12.06.2000; Опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4.

6. Пат. 47872 А (UA). МПК В 07 В 13/00. Спосіб сепарації сипучих матеріалів під дією коливань і пристрій для його здійснення. /Фалько О-ій Л. (UA) – № 2001106988; Заявлено 15.10.01; Опубл. 15.07.02, Бюл. № 7.

7. Пат. 3315 (UA). МПК В 07 В 13/00. Пристрій для сепарації порошкових і дрібних сипких матеріалів. / Фалько О-ій Л. (UA) – № 2004010243; Заявлено 13.01.04; Опубл. 15.11.04, Бюл. № 11.

REFERENCES

1. Butkovskiy V.A. Mukomol'noye proizvodstvo / V.A. Butkovskiy. – М.: Agropromizdat, 1990. –382 s.

2. Anakhin V.D. Vibratsionnyye separatory/ V.D. Anakhin, D.A. Pliss, V.N. Monakhov. – М.: Nedra. 1991. – 157 s.

3. Barskiy M.D. Fraktsionirovaniye poroshkov. – М.: Nedra, 1980.-327s.

4. Fal'ko L.H. Vibroadheziyna separatsiya sypkykh kharchovykh produktiv: Avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: spets. 05.18.12/ L.H. Fal'ko – Kharkiv, KHDATOKH, 1996. – 22 s.

5. Pat. № 38259 А Ukrayina, MPK 7V07V 13/11. Universal'niy krupo-viddilyuvach: L.H. Hrosul. - №200006440; Zayavl. 12.06.2000; Opubl. 15.05.2001, Byul. № 4.

6. Pat. 47872 А (UA). MPK V 07 V 13/00. Sposib separatsiyi sypuchykh materialiv pid diyeyu kolyvan' i prystriy dlya yoho zdiysnennya. /Fal'ko O-iy L. (UA) – № 2001106988; Zayavleno 15.10.01; Opubl. 15.07.02, Byul. № 7.

7. Pat. 3315 (UA). MPK V 07 V 13/00. Prystriy dlya separatsiyi poroshkovykh i dribnykh sypkykh materialiv. / Fal'ko O-iy L. (UA) – № 2004010243; Zayavleno 13.01.04; Opubl. 15.11.04, Byul. № 11.

ОБ АВТОРАХ

Фалько Александр Леонидович, профессор кафедры оборудования пищевых производств, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», кафедра машин и аппаратов пищевых производств, г. Керчь, e-mail: falkoas@rambler.ru, phone number: +79781330950.

Falko Alexander Leonidovich, Professor, Department of Food Production Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kerch State Maritime University", 298309 Kerch, st. Ordzhonikidze, 82, e-mail: falkoas@rambler.ru, phone number: +79781330950.

Фалько Алексей Леонидович, доцент кафедры «Высшая математика и физика», Донецкий институт железнодорожного транспорта, 83012 г. Донецк, ул. Горная, 6, e-mail: falkoal@rambler.ru, phone number: +380714315033.

Falko Alexey Leonidovich, Associate Professor, Department of Higher Mathematics and Physics, Donetsk Railway Transport Institute, 83012 Donetsk, st. Gornaya, 6 e-mail: falkoal@rambler.ru, phone number: +380714315033.

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Н. В. Присухина [N. V. Prisuhina]
 Н. А. Гречишникова [N. A. Grechishikova]
 А. В. Присухин [A. V. Prisuhin]

УДК 664.83

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ КАК ИСТОЧНИК ОБОГАЩЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

HERBAL INGRIDIENTS AS A SOURCE OF ENRICHMENT FOR FLOUR BAKERY PRODUCTS

ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия/
 Krasnoyarsk state agrarian university

Аннотация. На огромной территории Красноярского края произрастает большое количество различных растений, обладающих лекарственными и профилактическими свойствами.

Материалы и методы. В промышленности такие растения практически не используются, только в народных рецептах. В статье рассмотрена возможность использования местного растительного лекарственного сырья в качестве добавки в мучные кондитерские изделия. Разработана рецептура сырцовых пряников с добавлением порошка из душицы обыкновенной. Изучено влияние внесения добавки на качество готовых изделий в зависимости в дозировки порошка.

Результаты и обсуждения. В работе рассмотрена возможность использования душицы обыкновенной в мучных кондитерских изделиях, с целью улучшения пищевой ценности продукта, улучшения органолептических показателей качества и продления сроков свежести. Пряники готовились по стандартной технологии с соблюдением всех технологических параметров. Порошок смешивали с мукой и далее вносили смесь при замесе теста. Установлено, что при добавлении порошка из душицы готовые изделия соответствуют требованиям ГОСТ 15810-2014. Пряники приобретали приятный вкус и аромат растения, но при большой дозировке ухудшалась поверхность продукта и увеличивалась плотность. В результате комплексной оценки, образцом с наилучшими показателями выбран образец с дозировкой порошка в количестве 5%.

Заключение. Использование растительного сырья как источник обогащения кондитерских изделий является одним из основных направлений пищевой промышленности. В ходе проведенных исследований по органолептическим и физико-химическим показателям наилучшим принят образец с добавлением 5% порошка душицы (пряник «Улучшенный»), который имеет наилучшие показатели по плотности, намокаемости и сохранению свежести. Срок хранения увеличивается при внесении порошка в количестве 5% порошка на 30%. Таким образом, при внесении в пряники сырцовые порошка из душицы обыкновенной обогащается пищевыми волокнами.

Ключевые слова: душица, порошок, пряники, растительное сырье, рецептура, обогащение

Synopsis. A lot of various plants with pharmaceutical and therapeutical effects grow in the vast territory of Krasnoyarsk region. Such herbs are hardly used in confectionary, but they are widely used in ethic recipes. The goal of this study is to examine improvement of nutritional quality of product, organoleptic quality indicators and extension of freshness by means of using oregano in flour bakery products. Scones were baked using the standard technology following all technology parameters. Herbal powder was mixed into flour and then we added this blend while kneading the dough. It is established that even with introduction of herbal ingredients of oregano powder the final produce meets requirements of state standards (GOST 15810-2014). Scones gained pleasant taste and herbal flavor, however with increased amount of herbal powder the product's surface became worse and texture turned tougher. In the result of an overall evaluation of samples, the choice was made to a sample with an amount of introduced herbal powder equaled to 5%.

This article looks at the possibility of using local herbal pharmaceutical raw materials as an ingredient for flour bakery products. We composed a raw scones recipe with addition of oregano powder. We studied the quality of baked products in correlation to the amount of introduced herbal powder.

Key words: Oregano, powder, herbal ingredient, scones, recipe, enrichment.

Природные условия Красноярского края и Сибири разнообразны из-за их огромных размеров. На огромной территории края произрастает более 100 видов лекарственных растений, а применяются в научной медицине только 58 из них. Оставшиеся виды достаточно широко используются в народе.

В Красноярском крае возможна промышленная заготовка лекарственного сырья, рекомендуемого Министерством медицинской и микробиологической промышленности [5].

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L) распространена в южных районах лесной части, а также лесостепной и степной зонах. Используют надземную часть растения, заготавливают во время цветения с июля по август. Затем душицу сушат при температуре 40-50°C, для максимального сохранения биологически активных веществ. Высушенное растение измельчают в порошок, упаковывают в вакуумные пакеты или плотные мешки, и хранят в течение 2 лет в темном месте [2,3].

Душица обладает хорошим витаминным составом, в ней содержатся практически все витамины группы В, аскорбиновая кислота примерно 2,4 мг, β -каротин – около 1 мг, витамин Е – в среднем 18,3 мг, витамин РР – 4,5 мг, витамин К 622 мкг. Минеральный состав представлен калием (1260 мг), магнием (270 мг), кальцием (1590 мг), натрием (23-25 мг), фосфором (144-147 мг), железом (35-36 мг), марганцем (3-5 мг), медью (625-630 мкг), селеном (4,5 мкг) и цинком (2,6 мг) [6,7,8].

В растении содержатся почти все незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3, омега-6, линолевая и линоленовая кислоты), высокое содержание пищевых волокон - 40-42 г, при суточной норме для человека в 20 г [4].

Порошок Душицы обыкновенной обладает успокаивающим действием на центральную нервную систему, снимает воспаления, усиливает работу кишечника, улучшает аппетит, рекомендуют при лечении холецистита, дискинезии желчевыводящих путей, при лечении острых респираторных заболеваний, бронхитах, фарингитах, и даже бронхиальной астме [8].

Цель исследования: использование порошка душицы для обогащения кондитерских изделий.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись пряники с внесением в рецептуру порошка душицы.

При исследовании качества изделий с добавлением порошка душицы определяли следующие показатели качества: органолептические показатели - ГОСТ 5897-90, определение влажности - ГОСТ 5900-73, щелочности - ГОСТ 5898-87, намокаемости ГОСТ 10114-80 [1].

Получали порошок душицы с помощью ЮВЭТ-технологии, на универсальном сушильно-дробильном оборудовании, предварительно подсушив в инфракрасной сушилке. При сушке уменьшается объем продукта, продлевается срок хранения полуфабриката, при этом максимально сохраняется химический состав растения. Готовый порошок имеет влажность 6-7%.

Для разработки рецептуры пряников в качестве контрольного образца была выбрана рецептура сырцовых пряников «Симферопольские». Порошок вносили в количестве 3, 5, 7%. Опытные рецептуры сырцовых пряников представлены в таблице 1.

Схема приготовления пряничных изделий классическая, порошок вносили вместе с мукой на стадии замеса теста. Готовые изделия подвергались органолептической, физико-химической и дегустационной оценке в соответствии с требованиями ГОСТ 15810-2014. В процессе дегустации принимали участие 5 человек. Оценку проводили по шестидесяти бальной шкале, оценивали вкус и аромат, структуру и консистенцию, цвет и внешний вид, и форму (рис. 1).

По результатам голосования высшую оценку получил пряник с добавлением 5 % порошка душицы. С добавлением порошка душицы пряник приобретает приятный вкус и аромат.

Таблица 1

Рецептура сырцовых пряников

Наименование сырья	Контрольный		3% порошка		5% порошка		7% порошка	
	В натуре	В СВ	В натуре	В СВ	В натуре	В СВ	В натуре	В СВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рецептура готовых пряников из полуфабриката на 159,45 г.								
Пряники	140,61	122,33	140,61	122,33	140,61	122,33	140,61	122,33
Сироп	21,01	16,39	21,01	16,39	21,01	16,39	21,01	16,39
Итого	161,62	138,72	161,62	138,72	161,62	138,72	161,62	138,72
Выход	159,45	138,7	159,45	138,7	159,45	138,7	159,45	138,7
Рецептура полуфабриката – пряники на 140,61 г								
Мука	73,38	62,74	73,38	62,74	73,38	62,74	73,38	62,74
Мука (на подпыл)	5,72	4,89	5,72	4,89	5,72	4,89	5,72	4,89
Сахар-песок	40,14	40,08	39,42	39,36	37,97	37,91	37,25	37,19
Порошок душицы	8,81	6,87	0,8	0,72	2,41	2,17	3,21	2,89
Патока	4,04	1,09	8,81	6,87	8,81	6,87	8,81	6,87

Меланж	7,56	6,35	4,04	1,09	4,04	1,09	4,04	1,09
Маргарин	73,38	62,74	7,56	6,35	7,56	6,35	7,56	6,35
Углеаммонийная соль	0,96	-	0,96	-	0,96	-	0,96	-
Сода питьевая	0,24	0,12	0,24	0,12	0,24	0,12	0,24	0,12
Сухие духи	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Итого	141,04	122,33	141,04	122,33	141,04	122,33	141,04	122,33
Выход	138,22	120,25	140,61	120,25	140,61	120,25	140,61	120,25

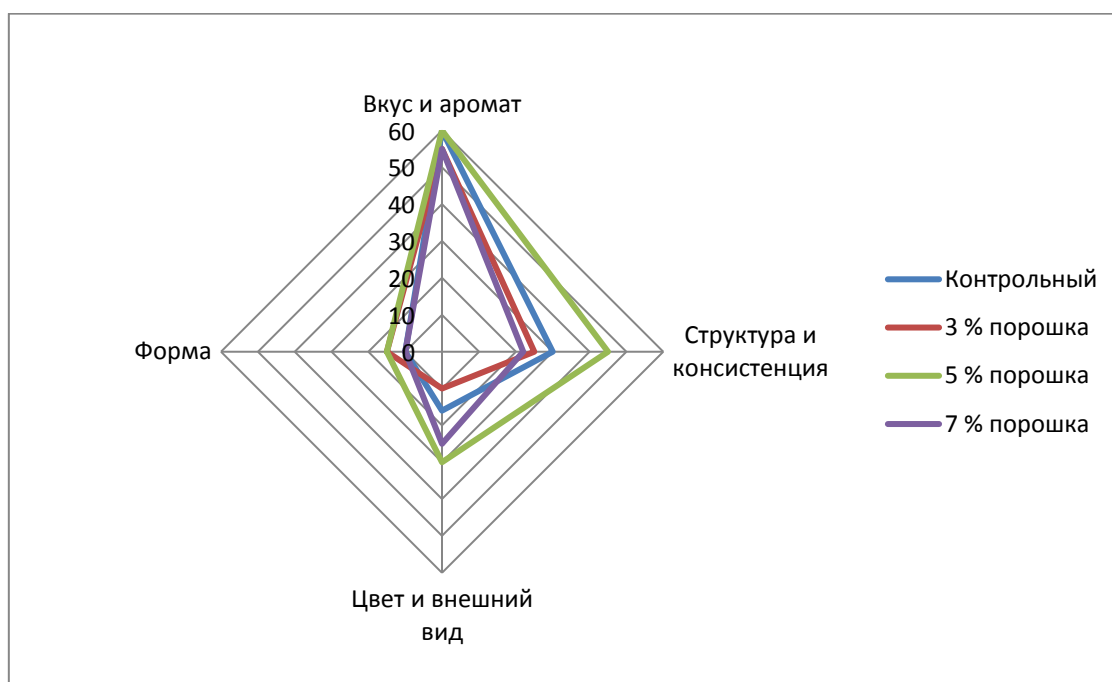


Рис. 1. Дегустационная оценка сырцовых пряников

Органолептические показатели качества пряника с добавлением порошка душицы отражены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические показатели качества пряника с добавлением порошка душицы

Наименование показателя	Контрольный	3% порошка	5% порошка	7% порошка
Внешний вид Форма	Правильной выпуклой форму, не расплывчатая			Правильной выпуклой форму, слегка расплывчатая
Поверхность	Сухая, ровная, без трещин, вздутий и подгорелостей			Сухая, наблюдаются трещины, без подгорелостей
Цвет	Кремовый			
Вид на изломе	Хорошо пропеченный с хорошо развитой пористостью, без закала, следов непромеса и пустот			Хорошо пропеченный со слабой пористостью, без закала, следов непромеса и пустот
Вкус и запах	Свойственные свежим пряникам с выраженным ароматом	Свойственные свежим пряникам со слабовыраженным ароматом душицы	Свойственные свежим пряникам с выраженным привкусом и ароматом душицы	Свойственные свежим пряникам, с ярко выраженным привкусом и ароматом душицы

Из таблицы видно, что с увеличением количества порошка душицы появляются ярко-выраженный привкус и аромат душицы, форма слегка расплывается, наблюдаются небольшие трещины.

Физико-химические показатели отображены на рис. 2, 3.

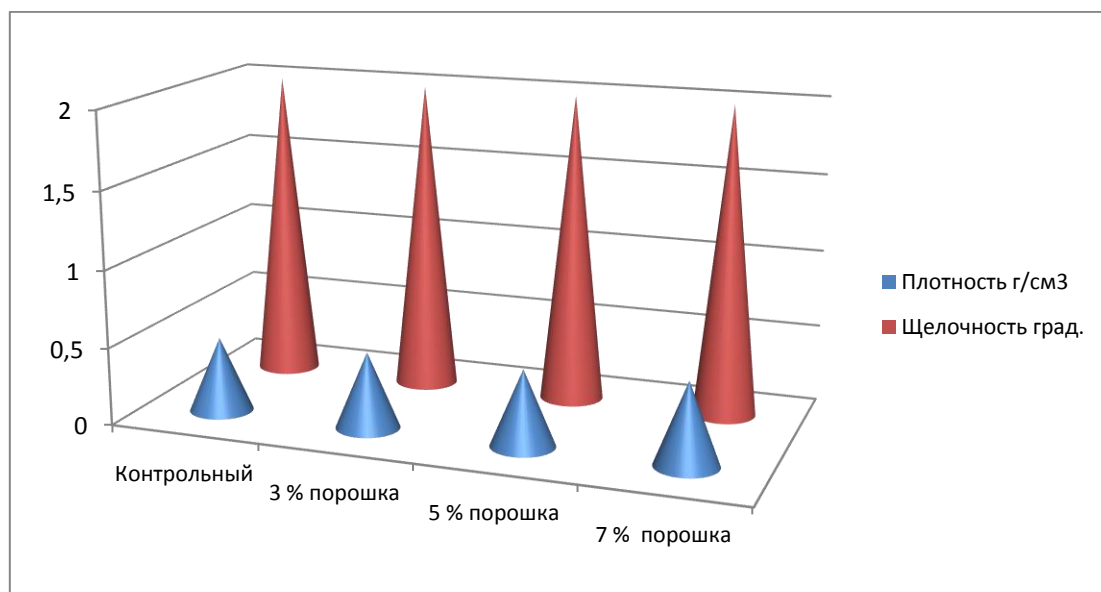


Рис. 2. Физико-химические показатели качества пряников

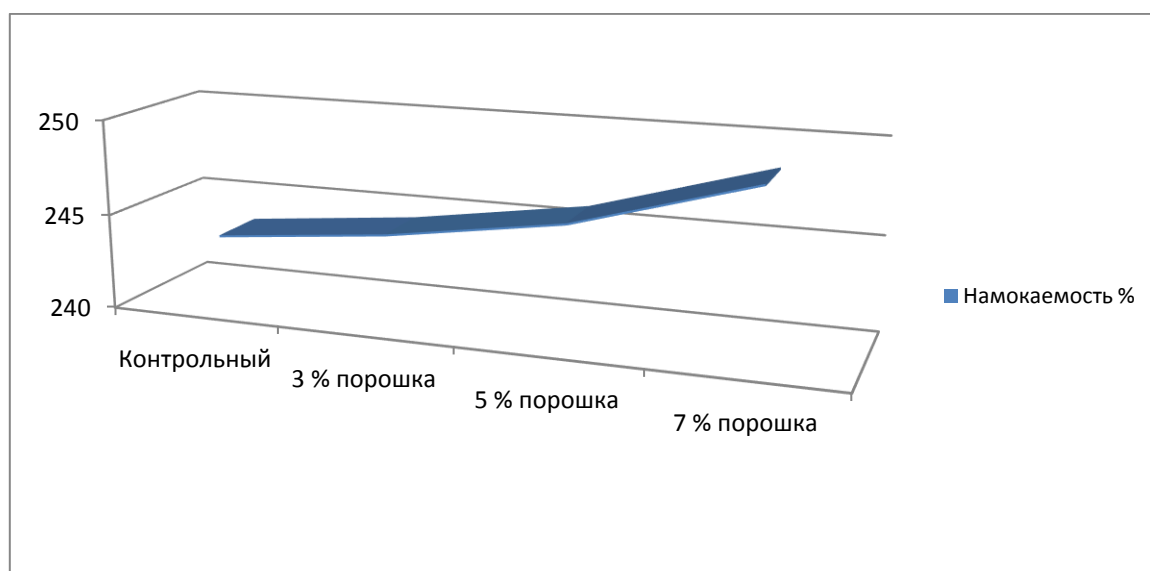


Рис. 3. Намокаемость сырьевых пряников

В сырьевых пряниках с добавлением порошка душицы 3 %, 5%, 7%, щелочность не изменяется и соответствует стандарту, но, ухудшается намокаемость и увеличивается плотность с увеличением дозировки порошка.

Так же с увеличением дозировки порошка увеличиваются сроки сохранения свежести и является положительным фактором. Исходя из органолептических и физико-химических показателей готовых изделий, и данных дегустационной оценки, за образец, обладающий наилучшими свойствами, принят пряник с добавлением 5% порошка душицы. Прянику с внесением порошка из душицы дано название «Улучшенный». Сравнительная характеристика пищевой ценности и пряника «Улучшенный» приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная характеристика пищевой ценности и пряника «Улучшенный»

Пищевые вещества	Контрольный образец	Пряник «Улучшенный»
Белки	5,73	5,76
Жиры	1,5	1,5
Углеводы	15,85	15,92
Моно и дисахариды	38,36	38,13
Клетчатка	0,10	0,13
Крахмал	36,01	36,01
Минеральные вещества		

Na	13,34	13,37
K	96,75	97,61
Ca	15,97	16,29
Mg	23,89	24,00
P	64,45	64,65
Fe	1,24	1,24
Витамины, мкг		
β-каротин	0,002	0,002
B1	0,13	0,13
B2	0,057	0,057
PP	1,12	1,14
Энергетическая ценность ккал/кДж	100,42/420	102,82/430

Из таблицы 3 видно, что в изделии с порошком душицы увеличивается количество белков, углеводов (при этом уменьшается количество простых углеводов), количество минеральных веществ, таких как натрий, кальций, магний, фосфор, и витамина PP.

Выводы. Использование растительного сырья как источник обогащения кондитерских изделий является одним из основных направлений пищевой промышленности. В ходе проведенных исследований по органолептическим и физико-химическим показателям наилучшим принят образец с добавлением 5% порошка душицы (пряник «Улучшенный»), который имеет наилучшие показатели по плотности, намокаемости и сохранению свежести. Срок хранения увеличивается при дозировке в количестве 5% порошка на 30% или 26 дней. Таким образом, при внесении в пряники сырьевые порошка из душицы обыкновенной обогащаются пищевыми веществами, приобретают приятные вкусовые характеристики, что позволяет рекомендовать их для внедрения и расширения ассортимента мучных кондитерских изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия /Межгос. совет по стандартизации метрологии и сертификации. – М.:Изд-во стандартов, 2015. – с.1-11
- Origanum vulgare* L. Душица обыкновенная. Иллюстрированный определитель растений Средней России: [в 3 т.] / И. А. Губанов [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Т-во науч. изданий КМК: Ин-т технологических исслед., - 2004. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). С. 138
- Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие /К. Ф. Блинова, Н. А. Борисова, Г. Б. Гортинский и др.; Под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. М.: Высшая школа, 1990. 272 с.
- Мирович В.М., Исследование качественного состава эфирного масла душицы обыкновенной, произрастающей в Восточной Сибири / Мирович В.М., Коненкина Т.А., Федосеева Г.М., Головных Н.Н // Химия растительного сырья. - 2008. - №2. - С.61-64.
- Махов А. А. Зеленая аптека: Лекарственные растения Красноярского края /Изд. 3-е, испр. и доп. Красноярск: Кн. изд-во, 1986. 352 с.
- Мирович В.М, Химический состав душицы обыкновенной, культивируемой в условиях Иркутской области / В.М. Мирович, Г.М. Федосеева, Н.Н. Головных // Естествознание и гуманизм: сб. науч. работ. – Томск, 2006. – Т3, № 3, - С.37
- Морохина С.Л. Сравнительное изучение химического состава БАВ и анатомно-диагностических признаков травы душицы обыкновенной и душицы турецкой / С.Л. Морохина, Д.О. Боков // Бутлеровские сообщения. – 2012. – Т32. - № 11. – С. 69-74
- Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав; использование. Семейства Hippuridaceae Lobeliaceae. - СПб.: Наука, - 1991. - С. 59–61.

ОБ АВТОРАХ

Присухина Наталья Викторовна, к.т.н, доцент доцент, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, кафедра Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, 89232782921 e-mail: nat3701@mail.ru

Prisukhina Natal Viktorovna, Ph. D., associate Professor associate Professor, Krasnoyarsk state agrarian University, Department Of technology of baking, confectionery and pasta production, 89232782921 e-mail: nat3701@mail.ru

Гречишникова Надежда Александровна, ассистент, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, кафедра Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, 89639589435 e-mail: nadusha_01@mail.ru

Grechishnikova Nadezhda, assistant, Krasnoyarsk state agrarian University, Department of baking, confectionery and pasta production Technology, 89639589435 e-mail: nadusha_01@mail.ru

Присухин Алексей Владимирович, магистрант, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет кафедра Технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, 89232722383, e-mail: Ale_1819@mail.ru

Prisukhin Alexey, master's student, Krasnoyarsk state agrarian University, Department Of technology of baking, confectionery and pasta production, 89232722383, e-mail: Ale_1819@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 09.09.2019

После рецензирования: 08.10.2019

Дата принятия к публикации: 11.11.2019

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. К. Атанов [S. K. Atanov]

Ж. А. Муканова [Zh. A. Mukanova]

УДК 004.41

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR PROCESSING OF NOISED DATA

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева/ Eurasian national University named after L. N. Gumilyova

Аннотация. Современные информационные технологии позволяют обрабатывать и хранить практически неограниченные объемы информации. Одним из видов такой информации являются цифровые сигналы, полученные, например, в результате экспериментов с видео или аудио аппаратурой. Очень часто данные цифровые сигналы содержат ступенчатые (скачкообразные) изменения, которые «засоряют» полезную для анализа информацию. Сглаживание — технология, используемая для устранения эффекта «ступенчатости», возникающего на краях одновременно выводимого на экран множества отдельных друг от друга плоских или объемных изображений. В настоящее время существует большое число программных пакетов для сглаживания данных (MatLab, Matematica, Statistica).

Материалы и метод, результаты и обсуждения. Целью данного исследования является программная реализация набора наиболее эффективных алгоритмов для тестовых исследований быстро меняющихся данных.

Результатом данной работы является разработка программного приложения SCA, которое позволяет применить некоторые алгоритмы сглаживания кривых, полученных при проведении экспериментов. Для разработки программного приложения использовались среда разработки программных приложений MS Visual Studio 2015 и язык программирования C#.

Заключение. Данный программный комплекс использует основные существующие виды сглаживания данных, имеет интуитивно понятный интерфейс и может быть хорошим инструментом для проведения научных исследований в области математической обработки результатов.

Currently, there are a large number of software packages for data smoothing (MatLab, Matematica, Statistica). The purpose of this study is the software implementation of a set of the most effective algorithms for test studies of rapidly changing data.

Ключевые слова: сглаживание кривой, программное приложение, сигнал, данные.

Key words: curve smoothing, software application, signal, data.

Введение. Современные информационные технологии позволяют обрабатывать и хранить практически неограниченные объемы информации. Одним из видов такой информации являются цифровые сигналы, полученные, например, в результате экспериментов с видео или аудио аппаратурой. Очень часто данные цифровые сигналы содержат ступенчатые (скачкообразные) изменения, которые «засоряют» полезную для анализа информацию. Сглаживание — технология, используемая для устранения эффекта «ступенчатости», возникающего на краях одновременно выводимого на экран множества отдельных друг от друга плоских или объемных изображений. Сглаживание было придумано в 1972 году в Массачусетском технологическом институте в Architecture Machine Group, которая позже стала основной частью Media Lab.

Алгоритмы сглаживания кривых имеют широкое применение в различных исследованиях. Например, Govindarajulu, Malloy, Ganguli, Spiegelman и Eisen [1] рассматривают методы сглаживания для моделирования экологических эпидемиологических данных. Астафьев, Щедрин и Янусова в работе [2] предложили сглаживание, как метод, улучшающий процесс сближения кривых с резкими перепадами высот. А Бочаров в работе [3] применил некоторые алгоритмы сглаживания при решении проблем прогнозирования естественного режима уровня грунтовых вод. Анализ, представленный в перечисленных выше работах, проводился с помощью различных математических моделей. Построение сглаженных кривых в данных работах производился с помощью узкоспециализированных программных приложений, применимых только в данных конкретных исследованиях.

Цель данного исследования является разработка и описание программного приложения, позволяющего построить сглаженную версию измеряемых данных некоторыми наиболее актуальными алгоритмами.

Материалы и методы. Для разработки программного приложения SCA (Smoothing Curve Application) была использована среда разработки программных приложений MS Visual Studio 2015 (рис. 1).

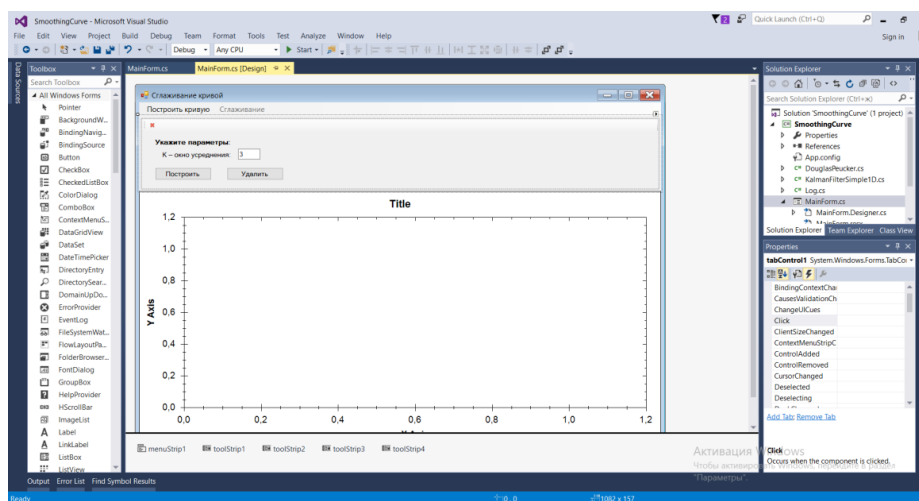


Рис. 1. Интерфейс MS Visual Studio 2015

Вид приложения – Windows Forms. Windows Forms позволяет реализовать графический интерфейс пользователя и входит в Microsoft .NET Framework. Она позволяет писать традиционные GUI приложения с окнами, формами. Данный подход упрощает доступ к интерфейсным элементам Microsoft Windows благодаря созданию обёртки для Win32 API в управляемом коде.

Основным компонентом, используемым для построения графиков, послужил компонент ZedGraph. ZedGraph - это библиотека классов, пользовательский элемент управления и веб-элемент управления для .NET, написанный на C#, для рисования 2D линейных, линейных и круговых диаграмм. Он обладает полными возможностями детальной настройки, но большинство опций имеют настройки по умолчанию для простоты использования [4].

Язык программирования, который использовался при написании кода приложения - C#. C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, из них его синтаксис наиболее близок к C++ и Java. Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ, исключения, комментарии в формате XML [5].

Результаты и обсуждения. На рисунке 2 представлено главное окно разработанного программного приложения SCA.

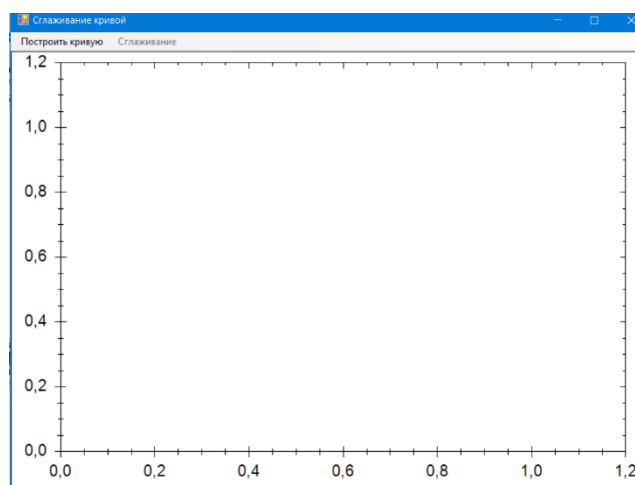


Рис. 2. Интерфейс приложения SCA

Главное окно содержит меню программы и рабочую область для построения графиков. Меню позволяет построить кривую на основе данных, полученных из файла либо с устройства (рисунок 3).

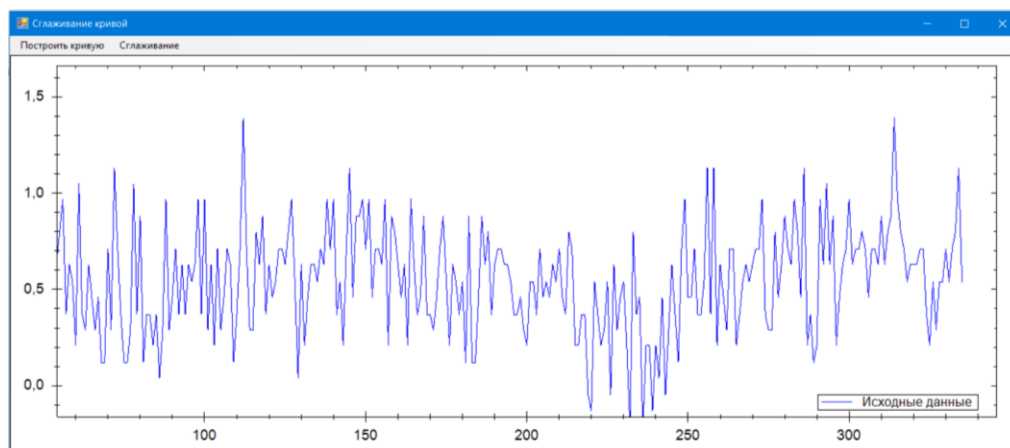


Рис. 3. Построение кривой

После того, как график построен, открывается доступ к пункту меню Сглаживание, которое позволяет применять 4 вида сглаживания:

- 1) по Кальману;
- 2) фильтром низких частот;
- 3) алгоритмом Дугласа-Пекера;
- 4) скользящее среднее.

После указания необходимых параметров на графике строится кривая, полученная соответствующим алгоритмом сглаживания (рис. 4).

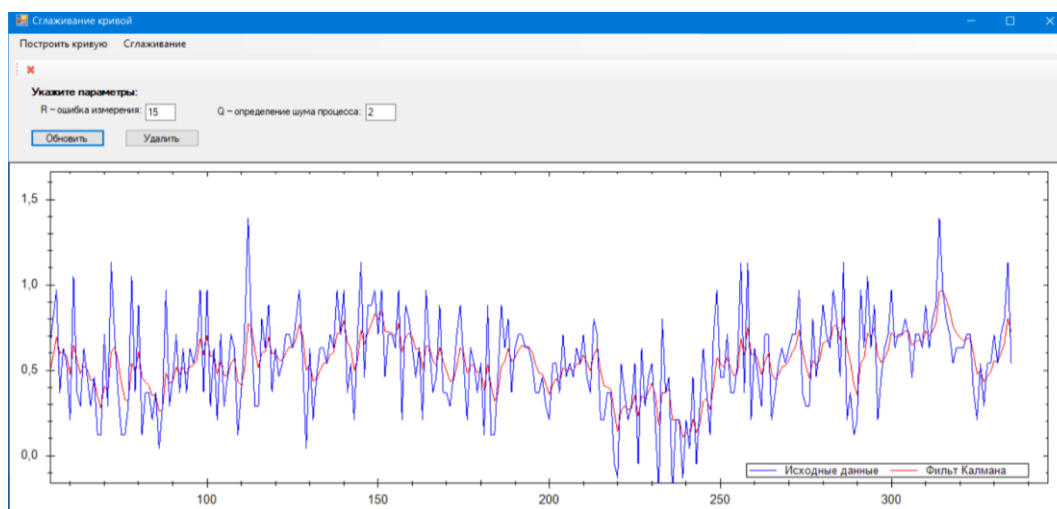


Рис. 4. Добавление сглаживающей кривой

Программа SCA позволяет одновременно применять несколько видов сглаживания для одной кривой, что в свою очередь, приводит к возможности выбора наиболее оптимального решения поставленной задачи.

Для более детального рассмотрения кривой программа имеет функцию масштабирования (рис. 5).

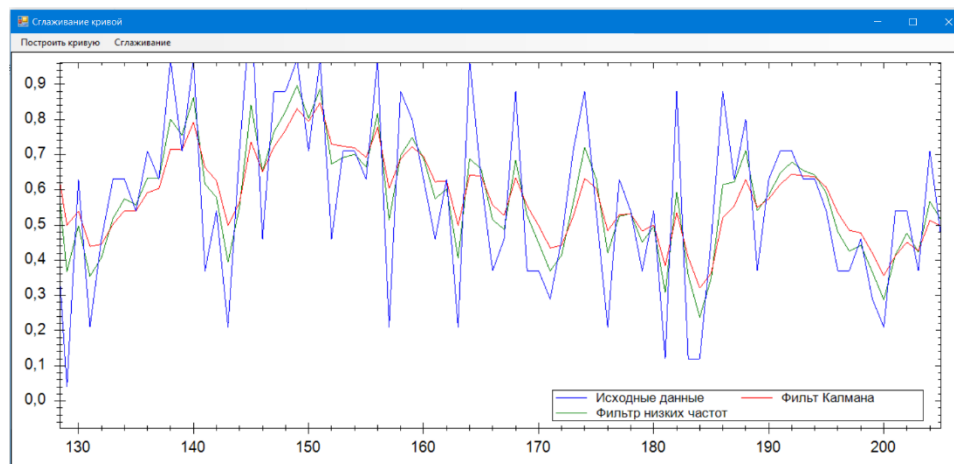


Рис. 5. Масштабирование данных

При необходимости изменения параметров сглаживания имеется возможность обновления сглаживающих кривых или их удаление.

Заключение. Результатом данной работы является разработка программного приложения SCA, которое позволяет применить некоторые алгоритмы сглаживания кривых, полученных при проведении экспериментов. Для разработки программного приложения использовались среда разработки программных приложений MS Visual Studio 2015 и язык программирования C#.

Данный программный комплекс использует основные существующие виды сглаживания данных, имеет интуитивно понятный интерфейс и может быть хорошим инструментом для проведения научных исследований в области математической обработки результатов.

Так, например, использование усреднения данных GPS-навигации беспилотных систем алгоритмом Калмана позволило эффективно управлять курсом летального объекта. Имевшие место порывы ветра и сбивавшие курс БПЛА, были обнаружены системой, проанализированы и переданы в систему управления для коррекции курса. Тогда как имевшие место кратковременные разбросы данных абсолютной высоты по данным GPS, связанные с погрешностью измерений (до 4 метров с длительность до 100 миллисекунд), были отфильтрованы и сглажены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Govindarajulu US, Malloy EJ, Ganguli B, Spiegelman D, Eisen EA. The comparison of alternative smoothing methods for fitting non-linear exposure-response relationships with Cox models in a simulation study// *Int J Biostat.*-2009 - 5(1).
2. Астафьев С.Б., Щедрин Б.М., Янусова Л.Г. Сглаживание кривой интенсивности рассеяния для улучшения сходимости метода сближения расчетных и экспериментальных кривых// *Журнал «Поверхность. рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования»* - 2004. -№ 10. - С. 39-45.
3. Бочаров В.Л. Применение метода интегральных кривых и сглаживания для прогноза естественного режима уровня грунтовых вод// *Материалы региональной научно-практической конференции «Современные Проблемы И Опыт Гидрогеологических, Инженерно-Геологических И Эколого-Геологических Исследований На Территории Центрально-Черноземного Региона»:* Издательско-полиграфический центр "Научная книга", Воронеж, -2018.
4. <http://sourceforge.net/projects/zedgraph/>
5. Джеффри Рихтер "CLR via C#. Программирование на платформе .NET Framework 4.5 на языке C#". Питер – СПб.: 2012.
6. Мальков Д.Н., Лихтин В.В. Сглаживание результатов измерений// *Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке.* – 2011 – Том 3. – С. 199-206.
7. Батищев В. И. Принципы построения стабильных регуляризованных фильтров Калмана // *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки.* 2000. №9.
8. Бладыко Ю. В. Сглаживающие фильтры // *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ.* – 2010. - №2.
9. Urs Ramer, «An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves»// *Computer Graphics and Image Processing.* – 1972 - 1(3). С. 244-256.
10. Сарычев Виктор Владимирович Оценка эффективности сглаживания сигнала по регулярным и нерегулярным отсчетам // *Известия ЮФУ. Технические науки.* 2009. - №1.

REFERENCES

1. Govindarajulu US, Malloy EJ, Ganguli B, Spiegelman D, Eisen EA. For a non-linear exposure-to-study, smoothing methods for non-linear exposure study, Int j Biostat.-2009 - 5 (1).
2. Astaf'ev S.B., SHCHedrin B.M., YAnusova L.G. Sglazhivanie krivoj intensivnosti rasseyaniya dlya uluchsheniya skhodimosti metoda sblizheniya raschetnyh i eksperimental'nyh krivyyh// ZHurnal «Poverhnost'. rentgenovskie, sinhrotronnye i nejtronnye issledovaniya» - 2004. -№ 10. - S. 39-45
3. Bocharov V.L. Primenenie metoda integral'nyh krivyyh i sglazhivaniya dlya prognoza estestvennogo rezhima urovnya gruntovyh vod// Materialy regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye Problemy I Opyt Gidrogeologicheskikh, Inzhenerno-Geologicheskikh I Ekologo-Geologicheskikh Issledovaniy Na Territorii Central'no-Chernozemnogo Regiona»: Izdatel'sko-poligraficheskij centr "Nauchnaya kniga", Voronezh, -2018.
4. <http://sourceforge.net/projects/zedgraph/>
5. Jeffrey Richter "CLR via C #. Programming on the .NET Framework 4.5 in C #." Peter - St. Petersburg: 2012
6. Mal'kov D.N., Lihtin V.V. Sglazhivanie rezul'tatov izmerenij// Nauchno-tehnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke. – 2011 – Tom 3 – S. 199-206
7. Batishchev V. I. Principy postroeniya stabil'nyh regularizovannyh fil'trov Kalmana // Vestn. Sam. gos. tekhn. un-ta. Ser.: Fiz.-mat. nauki. 2000. №9.
8. Bladyko YU. V. Sglazhivayushchie fil'try // Energetika. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij i energeticheskikh ob"edinenij SNG. – 2010 - №2.
9. Urs Ramer, "An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves" // Computer Graphics and Image Processing. - 1972 - 1 (3) - p. 244-256.
10. Sarychev Viktor Vladimirovich Ocenka effektivnosti sglazhivaniya signala po regul'yarnym i neregul'yarnym otschetam // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2009. - №1.

ОБ АВТОРАХ

Атанов Сабыржан Кубейсинович, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, доктор технических наук, профессор кафедры Вычислительной техники, тел.: +7-701-343-53-53, e-mail: atanov5@mail.ru

Atanov Sabyrzhan Kubejseinovich, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Computer Engineering Department, phone: + 7-701-343-53-53, e-mail: atanov5@mail.ru

Муканова Жанна Аскарровна, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, докторант PhD по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», тел.: +7-701-735-64-43, e-mail: zhanna.mukanova.83@mail.ru

Mukanova Zhanna Askarovna, L.N. Gumilyov Eurasian National University, PhD doctoral of the specialty «Computing and Software», phone: +7-701-735-64-43, e-mail: zhanna.mukanova.83@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 09.09.2019

После рецензирования: 08.10.2019

Дата принятия к публикации: 11.11.2019

А. И. Белоусова [A. I. Belousova]²
 Л. В. Донченко [L. V. Donchenko]²
 Н. С. Лимарева [N. S. Limareva]²

УДК 663.813

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОВОЩНЫХ НАПИТКОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS OF VEGETABLE DRINKS OF SPECIALIZED PURPOSE

²Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия, e-mail: pectin@mail.ru/
 Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia, e-mail: pectin@mail.ru

²Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) Северо-Кавказского Федерального университета в г. Пятигорск/
 Institute of service, tourism and design (branch) of the North Caucasus Federal University in Pyatigorsk

Аннотация. Питание – это один из самых важнейших факторов, который определяет здоровье человека. Обеспечение безопасности пищевого сырья и продуктов питания является одной из важнейших задач современного общества, определяющих здоровье нации. актуальным в современных экологических условиях является присутствие в продуктах питания компонентов, имеющих детоксикационные свойства.

Материалы и метод, результаты и обсуждения. Наиболее физиологически эффективным продуктом питания являются напитки. Следует заметить, что рынок безалкогольных напитков – один из самых динамично развивающихся на фоне других продовольственных товаров. Наиболее высокими детоксикационными свойствами по отношению к токсичным металлам обладают такие природные полисахариды как пектиновые вещества, физиологические компоненты, в соответствии с регламентом EU432/2012 способны снижать уровень холестерина и глюкозы в крови соответственно по 6 и 10 г/сутки. Приведены органолептические и физико-химические показатели новых пектиносодержащих напитков на основе овощных соков. Подтверждено их соответствие по показателям безопасности требованиям Технических регламентов Таможенного союза.

Заключение. Сделан вывод о целесообразности постановки новых видов напитков на производство.

Ключевые слова: здоровое питание, пищевой статус, функциональные продукты, состав, показатели качества и безопасности, пектин.

Abstract. Organoleptic and physico-chemical indicators of new pectin-containing drinks based on vegetable juices are given. Their compliance in terms of safety with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union was confirmed. It is concluded that it is advisable to introduce new types of drinks to production.

Key words: healthy nutrition, nutritional status, functional foods, composition, quality and safety indicators, pectin.

Питание – это один из самых важнейших факторов, который определяет здоровье человека. Большинство потребляемых продуктов естественного происхождения: животного или растительного, в отдельных случаях минерального. Обеспечение безопасности пищевого сырья и продуктов питания является одной из важнейших задач современного общества, определяющих здоровье нации.

Качество пищевых продуктов – это комплекс свойств, которые отражают способность продукта обеспечить организм человека жизненно необходимыми веществами, соответствовать государственным стандартам, быть безопасными для потребителя, надежными в отношении стабильности состава и сохранения потребительских свойств продукта.

Доброкачественность пищевых продуктов характеризуется органолептическими и химическими показателями (цвет, вкус, запах, консистенция, внешний вид, химический состав), отсутствием токсинов, болезнетворных микробов, вредных соединений и посторонних примесей.

По данным отечественных и зарубежных исследований ученых и специалистов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) здоровье населения более чем на 50% зависит от образа и условий жизни; в 10–20% оно обусловлено влиянием наследственности (генетических факторов); приблизительно такое же влияние оказывает внешняя, окружающая человека среда, и лишь примерно 8 – 10% приходится на оздоровительную работу практического здравоохранения [2].

С учетом вышеизложенного актуальной в современном обществе является организация рационального питания. Это возможно на основе расширения ассортимента и увеличения объемов производства продуктов функционального питания.

Концепция функционального питания как самостоятельное научно-прикладное направление в области здорового питания в современном терминологическом плане сложилась в начале 90-х годов. С современных позиций под термином «функциональные пищевые продукты» понимают такие продукты питания, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [3].

Не менее актуальным в современных экологических условиях является присутствие в продуктах питания компонентов, имеющих детоксикационные свойства. По шкале Кортэ-Дубинина для оценки токсичности загрязняющих веществ, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), на первое место по степени отрицательного воздействия на организм поставлены токсичные металлы (135 баллов) [4].

Наиболее высокими детоксикационными свойствами по отношению к токсичным металлам обладают такие природные полисахариды как пектиновые вещества [5]. Кроме того, пектин является физиологическим компонентом. Так, в соответствии с регламентом EU432/2012 пектины рекомендуются для снижения уровня холестерина и глюкозы в крови соответственно по 6 и 10 г/сутки [6].

Наиболее физиологически эффективным продуктом питания являются напитки. Следует заметить, что рынок безалкогольных напитков – один из самых динамично развивающихся на фоне других продовольственных товаров. Производители не устают предлагать новые напитки, готовя новинки к началу летнего сезона.

По данным различных источников, мировой рынок негазированных напитков составил около 80 млн. литров в 2017 году. Данный сегмент стабильно развивается на протяжении последних 4 лет, показывая средний мировой прирост на уровне 4,7% в год. По итогам 2017 года, с учетом планируемого роста категории в 5,4%, мировой рынок негазированных напитков должен перевалить за 85 млн. литров. Аналитики сходятся во мнении, что темпы роста мирового рынка негазированных напитков не просто сохранятся на протяжении ближайших лет, но даже немного ускорятся до 5,7% к 2018-2020 годам.

Одним из основных трендов на европейском рынке напитков является забота о здоровье. Потребители начинают все больше внимания обращать на отдельные полезные свойства тех или иных напитков. В то же время производители, соответственно, всеми силами и возможными методами стараются подчеркнуть полезность продукта для здоровья. Не менее популярным трендом является функциональность. Потребители хотят иметь волшебные напитки. Категории функциональных напитков, напитков для занятия спортом, улучшения мозговой и другой деятельности продолжают свое мировое восхождение на олимп.

С учетом этого целью нашего исследования явилась разработка рецептур напитков на соковой основе с добавлением пектиновых веществ в качестве пролонгаторов биологически активных соединений, а также детоксикантов токсичных металлов.

При разработке овощных напитков специализированного назначения в качестве добавленного профилактического компонента был использован пектин в гидратированной форме. Пектин называют «санитаром» нашего организма, поскольку он обладает способностью адсорбировать на своей поверхности вредные вещества: тяжелые металлы и радиоактивные элементы, при этом не нарушая естественного бактериологического баланса организма. Также он способствует усилению вкуса, позволяет получить более однородный продукт, препятствуя оседанию мякоти, поддерживает естественный аромат, обеспечивает вкусовое восприятие сока. Напитки разработаны на основе томатного сока с добавлением огуречного сока, пюре сладкого перца, свежечного пектинового экстракта, соли, сахара, вытяжки из черного перца и лаврового листа.

Для реализации разработанных овощных напитков на производство была проведена оценка качества продукции. Напитки «Легкость» и «Пряность» имеют следующие органолептические и физико-химические показатели, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристики напитков
Внешний вид и консистенция	Гомогенная непрозрачная жидкость
Цвет	Однородный по всей массе, соответствует применяемым сокам

Таблица 2 – Физико-химические показатели

Показатели	Содержание в образцах	
	«Легкость»	«Пряность»
Массовая доля сухих веществ, %	8,15	8,2
Титруемая кислотность, %	2,8	2,7
Пектин, %	0,95	0,9

На основе полученных данных проведенных исследований показателей качества нами разработан проект ТУ, ТИ и РЦ.

Потенциально опасные для здоровья человека биологические, химические, токсичные и радиоактивные вещества попадают в продукты и аккумулируются там, проходя пищевую цепь, которая включает все этапы сельскохозяйственного производства: хранение, транспортировка, подготовка продукции и вспомогательных материалов, технологические операции, расфасовка и упаковка готовой продукции.

В соответствии с «Техническим регламентом на соковую продукцию из фруктов и овощей» 023/2011 в таблицах 3 и 4 приведены требования безопасности к овощным напиткам.

Таблица 3

Микробиологические показатели напитка «Легкость»

Наименование показателя		ТР ТС	Согласно протоколу испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ³	1,1*10 ²
Масса продукта (1 см ³), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	Не допускается	Не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/см ³ , не более		2*10 ³	<10
Плесени, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ²	<10

Таблица 4

Микробиологические показатели напитка «Пряность»

Наименование показателя		ТР ТС	Согласно протоколу испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ³	1,5*10 ²
Масса продукта (1 см ³), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	Не допускается	Не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/см ³ , не более		2*10 ³	<10
Плесени, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ²	<10

В соответствии с Техническим регламентом таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» 021/2011 в таблицах 5 и 6 приведены требования безопасности к овощным напиткам.

Таблица 5

Показатели безопасности напитка «Лёгкость»

Группа продукта	Показатели	Допустимые уровни, мг/дм ³ , не более	Согласно протоколу испытаний
Овощные соки	Мышьяк мг/кг	0,2	<0,001
	Кадмий мг/кг	0,03	0,01±0,001
	Ртуть мг/кг	0,02	<0,002
	Свинец мг/кг	0,5	0,05±0,001
	Микотоксины: патулин, мг/см ³	0,005	<0,003
	Нитраты, мг/дм ³	150	<36
	ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)	0,5	<0,001
	ДДТ и его метаболиты	0,1	<0,005

Таблица 6

Показатели безопасности напитка «Пряность»

Группа продукта	Показатели	Допустимые уровни, мг/дм ³ , не более	Согласно протоколу испытаний
Овощные соки	Мышьяк мг/кг	0,2	<0,001
	Кадмий мг/кг	0,03	<0,01
	Ртуть мг/кг	0,02	<0,002
	Свинец мг/кг	0,5	0,08±0,002
	Микотоксины: патулин, мг/см ³	0,005	<0,003
	Нитраты, мг/дм ³	150	<36
	ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)	0,5	<0,001
	ДДТ и его метаболиты	0,1	<0,005

Исследования проводились в НИИ «Биотехнологии и сертификации пищевой продукции», (испытательной лаборатории «Центр качества пищевой продукции», Центре коллективного пользования научным оборудованием КубГАУ) [1] [2].

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что показатели безопасности овощных напитков соответствуют всем требованиям ТР ТС 023/2011 и ТР ТС 021/2011. Овощные напитки «Легкость» и «Пряность» с учетом их суточного потребления в объеме 200 мл, рекомендуются в качестве функционального источника пектина. Для постановки напитков на производство разработаны проекты технической и технологической документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011г. № 880. – 242 с.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011г. № 882. – 242 с.
3. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов: учебное пособие / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Кубанский гос. аграрный ун-т»: Краснодар, 2006. – 279 с.
4. Posadino, A.M., Bioss, G., Zayed, H., Abou-Saleh, H., Cossu, A., Nasrallah, G.K., Giordo, R., Pagnozzi, D., Porcu, M.C., Pretti, L., Pintus, G. roective effect of cyclically pressurized solid-liquid extraction polyphenols from cagnulari grape pomace on oxidative endothelial cell death (2018) *Molecules*, 23 (9), DOI: 10.3390/molecules23092105
5. Marchante, L., Gómez Alonso, S., Alañón, M.E., Pérez-Coello, M.S., Díaz-Maroto, M.C. Natural extracts from fresh and oven-dried winemaking by-products as valuable source of antioxidant compounds (2018) *Food Science and Nutrition*, 6 (6), pp. 1564-1574. DOI: 10.1002/fsn3.697
6. Донченко Л.В. Обогащение хлеба биологически активными веществами профилактического назначения / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Л.Г. Влащик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №01(125). С. 597 – 610. – IDA [article ID]: 1251701041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/41.pdf>
7. Огнева О.А. Пектиносодержащие напитки с пробиотическими свойствами / О.А. Огнева, Л.В. Донченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). С. 333 – 341. – IDA [article ID]: 1071503022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/22.pdf>

REFERENCES

1. Technical regulation of the Customs Union TP CU 021/2011 "on food safety", approved By the decision of the Commission of the Customs Union of 09.12.2011 № 880. - 242 p.
2. Technical regulations of the Customs Union TP CU 023/2011 "Technical regulations for juice products from fruits and vegetables", approved By the decision of the Commission of the Customs Union of 09.12.2011 № 882. - 242 p.
3. Donchenko, L. V. Tekhnologiya pektina i pektinoproduktov: uchebnoe posobie / L. V. Donchenko, G. G. Firsov. – M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO «Kubanskij gos. agrarnyj un-t»: Krasnodar, 2006. – 279 s.
4. Posadino, A.M., Bioss, G., Zayed, H., Abou-Saleh, H., Cossu, A., Nasrallah, G.K., Giordo, R., Pagnozzi, D., Porcu, M.C., Pretti, L., Pintus, G. roective effect of cyclically pressurized solid-liquid extraction polyphenols from cagnulari grape pomace on oxidative endothelial cell death (2018) *Molecules*, 23 (9), DOI: 10.3390/molecules23092105

5. Marchante, L., Gómez Alonso, S., Alañón, M.E., Pérez-Coello, M.S., Díaz-Maroto, M.C. Natural extracts from fresh and oven-dried winemaking by-products as valuable source of antioxidant compounds (2018) Food Science and Nutrition, 6 (6), pp. 1564-1574. DOI: 10.1002/fsn3.697

6. Donchenko L.V. Obogashchenie hleba biologicheski aktivnymi veshchestvami profilakticheskogo naznacheniya / L.V. Donchenko, N.V. Sokol, L.G. Vlashchik // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [EHlektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №01(125). S. 597 – 610. – IDA [article ID]: 1251701041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/41.pdf>

7. Ogneva O.A. Pektinosoderzhashchie napitki s probioticheskimi svojstvami / O.A. Ogneva, L.V. Donchenko // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [EHlektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №03(107). S. 333 – 341. – IDA [article ID]: 1071503022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/22.pdf>

ОБ АВТОРАХ

Белоусова А. И., аспирант 2 курса специальности «Промышленная экология и биотехнологии», Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия, тел.: 8-961-826-01-48 e-mail: pectin@mail.ru

Belousova A. I., 2nd year post-graduate student of specialty «Industrial ecology and biotechnology», Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Донченко Людмила Владимировна, доктор технических наук, профессор, профессор Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия, тел.: 8-961-826-01-48 e-mail: pectin@mail.ru

Donchenko Lyudmila Vladimirovna, Dr. Sci. Tech., professor Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Лимарева Наталья Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры Технологии производства продуктов питания и товароведения, Северо - Кавказский Федеральный университет (филиал) в Пятигорске, тел.: 89187448964, e-mail: nlimareva@yandex.ru

Limareva Natalia Sergeevna, Cand.Sci.Tech., associate professor, North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, Russia, phone: 89187448964, e-mail: nlimareva@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Б. Б. Михалеев [B. B. Mikhalyaev]
 Г. А. Манкаева [G. A. Mankaeva]
 Е. Д. Чурюмова [E. D. Churyumova]
 А. И. Куцекова [A. I. Kutseкова]

УДК 597.531

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ

MODELLING OF SOLAR CORONAL OSCILLATIONS

Калмыцкий государственный университет, Элиста, Россия/ Kalmyk State University, Elista, Russia

Аннотация. Абстрактный Колебания на корональных петлях являются одним из основных объектов изучения в корональной сейсмологии, они наблюдаются обычно в различных электромагнитных излучениях. Изучены его свойства и режимы работы однородной магнитной трубки в приближении линейной магнитогидродинамики.

Abstract. Oscillations on coronal loops is one of main objects of the study in the coronal seismology, they are observed usually in various electromagnetic emission. Its properties are studied well as modes of a uniform magnetic tube in the linear magnetohydrodynamics approximation. Now we study the kink-mode of nonuniform coronal loops that consists of a cylindrical core with axial magnetic field and coaxial annulus with purely azimuthal magnetic field. One can expect that the formation of such magnetic flux tubes consisting of two parts is a natural result of the evolution of twisted magnetic tubes transported in the solar atmosphere from the convection zone. New wave solutions are presented in the annulus that have singularity in a nonzero point. A solution of the dispersion equation for kink-mode shows undamping free kink oscillations.

Введение. Наблюдения Солнца в крайнем ультрафиолетовом и мягком рентгеновском диапазонах спектра электромагнитных волн, широко осуществляемые в последние два десятилетия с помощью космических обсерваторий, позволили установить, что практически вся солнечная корона заполнена корональными петлями или арками. Корональные петли представляют собой узкие плазменные образования протяженностью от 30 до 300 тысяч км, образуемые магнитными силовыми трубками, концы которых коренятся в нижних плотных слоях атмосферы. Благодаря действию магнитного поля в этих трубках заключена плазма, плотность которой на один-два порядка превосходит плотность плазмы в окружающей короне. На протяжении полувека именно с колебаниями корональных петель связываются наблюдаемые во время вспышек пульсации микроволнового и жесткого рентгеновского излучения, иначе – корональные осцилляции [1-3]. Колебания интенсивности излучения корональных петель в оптической части спектра наблюдались во время солнечных затмений. С появлением космических обсерваторий корональные осцилляции стали доступными наблюдению во всех диапазонах. Появилось целое направление в солнечной физике, именуемое корональной сейсмологией, в котором основной задачей исследования является получение данных о свойствах короны по наблюдаемым колебаниям.

Ввиду того, что поперечные размеры корональных магнитных трубок малы по сравнению с продольными, при теоретическом изучении их колебаний допустима модель цилиндрической магнитной трубки. Их колебания в случае периодов более одной секунды обычно изучаются с использованием МГД-моделирования. Теория линейных МГД-колебаний подробно разработана в целом ряде работ для случая так называемой однородной магнитной трубки, в которой распределение плотности плазмы и магнитного поля являются однородными [4-5]. Теоретические модели позволяют получить явные соотношения между наблюдаемыми данными и физическими параметрами объектов.

В настоящей работе при помощи аналогичного подхода рассматриваются колебания магнитной трубки, содержащей продольную компоненту электрического тока. Подобная трубка может служить моделью корональной петли, в которой электрический ток течет вдоль петли от одного основания к другому. Концепция продольного электрического тока лежит в основе модели простых петельных вспышек Альфвена-Карлкви́ста [2-3]. Принято считать, что энергия электрических токов в короне служит источником энергии различных взрывных процессов, в том числе вспышек. В процессе вспышки она трансформируется в энергию ускоренных частиц, электромагнитного излучения и ударных волн, наблюдаемых во время вспышек. Таким образом, адекватной моделью вспышечных корональных петель следует считать магнитную трубку с продольным электрическим током.

Модель корональной магнитной трубки. Мы рассматриваем магнитную трубку, состоящую из двух коаксиальных, вложенных друг в друга частей (Рис. 1 и 2) [6]. Центральная часть, именуемая шнуром, содержит однородное продольное поле $\mathbf{B}_i$, плазму с однородным распределением плотности ρ_i и характеризуется однородной альвеновской скоростью V_i . Во внешней среде структура поля аналогичная, но альвеновская скорость принимает другое значение, равное V_e . Во внешней части трубки, которую мы называем оболочкой, поле является азимутальным и потенциальным: $(0, B_0/\alpha r, 0)$. Здесь α есть постоянный параметр, r - радиальная координата в цилиндрической системе координат, ось z которой совпадает с осью трубки. Плотность плазмы в оболочке убывает с радиусом как $\rho_0/\alpha^2 r^2$ (Рис. 1), поэтому здесь альвеновская скорость V_0 постоянна, как и в остальных рассматриваемых областях.

Таким образом, в шнуре магнитное поле направлено вдоль оси трубки, а в оболочке имеет азимутальное направление. Подобное распределение поля можно считать характерным для магнитных рубок в короне. Известно, что магнитное поле генерируется внутри Солнца. В условиях высокой электропроводности имеет место эффект «вмороженности магнитных силовых линий», при котором магнитное поле подвергается деформации, как будто его линии увлекаются движущейся плазмой. Беспорядочное конвективное движение плотной солнечной плазмы, имеющееся во внутренних областях, приводит к усложнению вида магнитного поля, в результате чего магнитные потоки дробятся на отдельные магнитные трубки. Магнитные трубки, в свою очередь, скручиваются, и линии магнитного поля приобретают винтовую форму. Магнитные трубки всплывают в атмосферу под действием выталкивающей силы, иногда образуя аркады. В разреженной атмосфере трубки расширяются, при этом в их центральной части поле является преимущественно продольным, а на периферии – преимущественно азимутальным. Мы считаем, что рассматриваемая нами неоднородная магнитная трубка служит вполне адекватной моделью магнитных рубок, имеющих в солнечной короне.

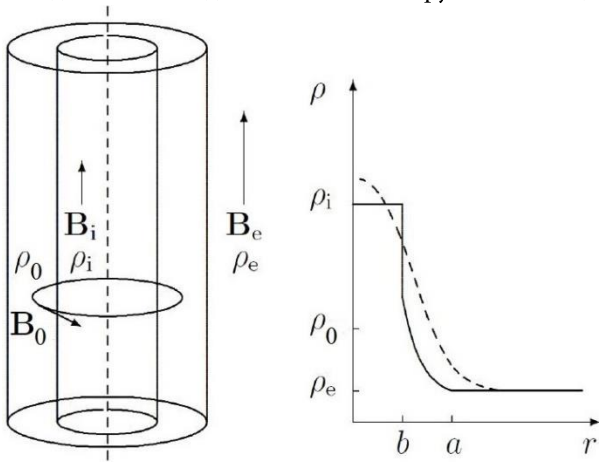


Рис. 1. Общий вид магнитной трубки и распределение плотности плазмы, b есть радиус шнура, a - радиус трубки

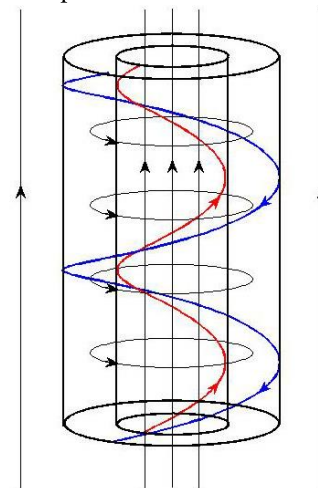


Рис. 2. Распределение электрических токов, имеющих поверхностный характер

В корональных условиях мы пренебрегаем газовым давлением по сравнению с магнитным. Из требований равновесия трубки вытекают следующие соотношения: $B_i \alpha b = B_0 = B_e \alpha a$.

Изгибные колебания магнитной трубки. Ранее нами были изучены радиальные моды неоднородной трубки [6], представляющие собой захваченные ею осесимметричные быстрые магнитозвуковые волны. Радиальные колебания эффективно модулируют микроволновое излучение и поток ускоренных частиц, возникающих во время вспышки [2-3]. Здесь в тех же условиях мы рассматриваем быстрые магнитозвуковые моды в виде изгибных возмущений, которые наблюдаются в крайнем ультрафиолетовом диапазоне шкалы электромагнитных волн. Характерные значения периодов порядка нескольких минут, сами колебания фиксируются в виде последовательности смещений верхней части петли в поперечном направлении [1].

Нас интересует вопрос о существовании незатухающих свободных колебаниях, спектр которых так подробно изучен в случае однородной магнитной трубки. Возмущения записываются в форме

$$v_r = AV(r)\exp(ikz + i\varphi - i\omega t). \quad (1)$$

Для радиальной компоненты скорости и возмущения полного давления записываются граничные условия

$$V_i(b) = V_0(b), V_e(a) = V_0(a), \quad (2)$$

$$P_i(b) = P_0(b) + \frac{B_0^2}{4\pi i \omega \alpha^2 b^3} V_0(b), P_e(a) = P_0(a) + \frac{B_0^2}{4\pi i \omega \alpha^2 a^3} V_0(a). \quad (3)$$

Индексом «0» обозначены величины, относящиеся к оболочке. Если волновые распределения в шнуре и во внешней среде даются формулами, справедливыми для незатухающих свободных изгибных колебаний однородной трубки

$$P_i = A_1 J_1(\lambda_i r), V_i = \frac{(-i\omega)\lambda_i A_1 J_1'(\lambda_i r)}{\rho_i(\omega^2 - V_i^2 k^2)}, \lambda_i = \sqrt{\frac{\omega^2}{V_i^2} - k^2}, \quad (3)$$

$$P_e = A_4 K_1(\lambda_e r), V_e = \frac{(-i\omega)\lambda_e A_4 K_1'(\lambda_e r)}{\rho_e(\omega^2 - V_e^2 k^2)}, \lambda_e = \sqrt{-\frac{\omega^2}{V_e^2} + k^2}, \quad (4)$$

то в оболочке для радиальной зависимости имеется нестандартное уравнение вида

$$\xi^2(\xi^2 - 1) \frac{d^2 P_0}{d\xi^2} + \xi(3\xi^2 - 5) \frac{dP_0}{d\xi} + [(1 - \chi^2)\xi^4 + (\chi^2 - 2)\xi^2 - 3]P_0 = 0, \xi = \frac{r\omega}{V_0}, \chi = \frac{V_0 k}{\omega}. \quad (5)$$

Помимо нулевой особой точки, связанной с геометрией задачи, оно имеет особую точку $\xi = 1$, имеющую смысл резонанса: на длине окружности радиуса $r = V_0/\omega$ укладывается ровно одна длина волны. Для баллонных мод $m > 1$ должно укладываться m длин волн.

Решения радиального уравнения (5) мы будем рассматривать в единичном круге

$$|\xi| < 1, \quad (6)$$

используя разложения в окрестности нулевой точки, которые имеют вид

$$W_1 = \xi^{-1} \sum_{n \geq 0} a_n \xi^n, W_2 = W_1 \ln \xi + \xi^{-3} \sum_{n \geq 0} b_n \xi^n. \quad (7)$$

Коэффициенты разложений находятся с помощью рекуррентных соотношений. Волновое распределение в оболочке записывается в виде

$$P_0 = A_2 W_1(\lambda_0 r) + A_3 W_2(\lambda_0 r), \lambda_0 = \omega/V_0, \quad (8)$$

$$(\xi^2 - 1) \frac{\rho_0 \omega^3}{(-i\omega) \alpha^2 V_0} V_{r0} = \xi^2 \frac{d}{d\xi} \xi^2 P_0. \quad (9)$$

Подставляя найденные волновые распределения в граничные условия и приравнявая нулю определитель получающейся системы уравнений для произвольных коэффициентов A_1, A_2, A_3, A_4 , получаем дисперсионное уравнение, связывающее частоту ω и продольное волновое число k .

Спектр изгибных колебаний неоднородной магнитной трубки. Решая дисперсионное уравнение относительно ω для различных значений k , нужно иметь в виду условие отсутствия резонанса (6), которое накладывает ограничение сверху на значения волнового числа. Исходя из этого, мы рассматриваем небольшие его значения ($ka \ll 1$). Результаты при $V_0 = V_e$ представлены на рисунках 3 и 4. На рисунке 3 изображен график зависимости частоты от волнового числа, на рисунке – зависимость фазовой скорости от волнового числа. Частота принимает вещественные значения, следовательно, колебания не затухают.

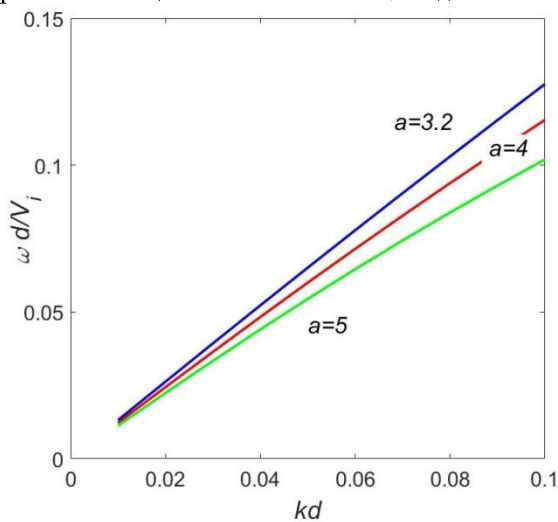


Рис. 3. Кривая зависимости $\omega(k)$

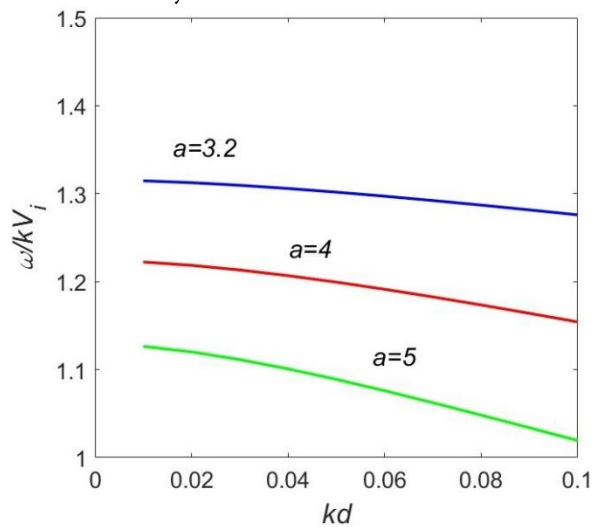


Рис. 4. Кривая зависимости фазовой скорости от волнового числа

Основной вывод заключается в том, что незатухающие свободные колебания действительно существуют в интересующей нас длинноволновой области, то есть при малых значениях волнового числа. Более подробный

анализ требует рассмотрения других возможных значений V_0 и изучение роли резонанса в поведении изгибных колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aschwanden M. J. Physics of the Solar Corona. An Intoduction with Problems and Solutions. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. 2005.
2. Зайцев В. В., Степанов А. В. Корональные магнитные арки // Успехи физических наук. 2008. Т. 178. Вып. 11. С. 1165-1204.
3. Зайцев В. В., Степанов А. В., Накаряков В. М. Корональная сейсмология // Успехи физических наук. 2012. Т. 182. Вып. 9. С. 999-1005.
4. Meerson B. I., Sasorov P. N., Stepanov A. V. Pulsations of type IV solar radio emission: The bounce-resonance effects // Solar Physics. 1978. V. 58. P. 165-179.
5. Edwin P. M., Roberts B. Wave propagation in a magnetic cylinder // Solar Physics. 1983. V. 88. P. 179-191.
6. Khongorova O. V., Mikhalyaev B. B., Ruderman M. S. Fast-sausage waves in current-carrying coronal loops // Solar Physics. 2012. V.280. P. 153-163.

ОБ АВТОРАХ

Михаляев Бадма Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: bbmikh@mail.ru, phone number: +79613967444.

Mikhalyaev Badma Borisovich, doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, head of the Department of theoretical physics, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Pushkin street, 11, e-mail: bbmikh@mail.ru, phone number: +79613967444.

Манкаева Галина Алексеевна, старший преподаватель кафедры математики, информатики и методики преподавания, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, г. Элиста, улица Пушкина, 11, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200.

Mankayeva Galina, senior lecturer at the Department of mathematics, computer science and teaching methods, Kalmyk state University named after B. B. Gorodovikov, Elista, 11 Pushkin street, e-mail: mankaeva.galina@yandex.ru, phone number: +79061764200.

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

О. Ф. Фазуллина [O.F. Fazullina]
С. О. Смирнов [S.O. Smirnov]

УДК 664.6

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

DEVELOPMENT OF THE RECIPAL STRUCTURE OF THE FUNCTIONAL PRODUCT USING UNCONVENTIONAL PLANT RAW MATERIALS

Научно-исследовательский институт пищекопцентратной промышленности и специальной пищевой технологии,
НИИ ПП и СПТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи» /
Scientific Research Institute of Food-concentrate industry and Special Food Technology, NIIPPiSPT –
branch of FGBUN «FIC of nutrition, biotechnology and food safety»

Аннотация. Рассматриваются вопросы совершенствования ассортимента и повышения качества макаронных изделий из хлебопекарной муки. Макаaronная продукция имеет большой спрос у всех групп населения, поэтому перспективна как объект для внесения обогащающих и функциональных компонентов.

Результаты. Представлены результаты исследований по разработке рецептуры макаронных изделий с добавлением муки из полбы и овощных компонентов, вносимых в виде пюре, порошка, сока.

Заключение. Разработаны расчетные рецептуры макаронных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья для включения в состав рациона питания спецконтингентов. Работа является составной частью научно-исследовательской работы, открывающей серию исследований физико-химических и органолептических показателей качества разрабатываемых макаронных изделий.

Ключевые слова: макаронные изделия, растительное сырье, пищевая ценность.

Abstract. The article is devoted to improving the range of pasta. Pasta products are in great demand among all groups of the population, so it can be considered as an object for the introduction of enriching and functional components.

Results. The results of research on the development of pasta formulation with the addition of spelt flour and vegetable components, introduced in the form of puree, powder, and juice are presented.

Conclusion. Formulations of pasta using unconventional plant raw materials for inclusion in the composition of the diet of special contingents are designed. The work is an integral part of the research work, which opens a series of studies of the physicochemical and organoleptic indicators of the quality of the developed pasta.

Key words: pasta, plant raw materials, nutrition value.

Введение. Пищевая ценность продуктов питания человека в существенной мере определяет состояние его здоровья и качество жизни. Вследствие этого задача улучшения качества продуктов питания является общегосударственной задачей [1, 2].

Одними из наиболее потребляемых продуктов питания как у нас в стране, так и за рубежом являются макаронные изделия. Потребители стали более информированы и избирательны, и предпочитают полезную и качественную продукцию, несмотря на ее более высокую стоимость [1-3]. Разработаны макаронные изделия с повышенным содержанием клетчатки, с добавлением овощных, фруктовых, пряно-ароматических компонентов, а также лекарственных трав, которые позиционируются как «диетические» [1, 2, 4]. Использование сырья, нетрадиционного для макаронного производства, расширяет ассортимент и обогащает продукцию пищевыми волокнами, витаминами, минералами, другими биологически активными веществами, снижает калорийность, улучшает органолептику [1, 2, 4].

Целью исследования является обоснование рецептуры и технологии производства макаронных изделий с использованием муки полбы и овощных компонентов для повышения пищевой и биологической ценности, снижения калорийности готовых изделий.

За счет частичной замены муки на нетрадиционное сырье улучшается химический состав, а, следовательно, повышаются пищевая, биологическая ценность и функциональные свойства макаронных изделий. Внесение добавок не должно снижать качество продукта ни в условиях хранения, ни при транспортировании, ни в про-

цессе варки. Уровень содержания биологически активных веществ должен действительно придавать профилактические свойства готовому изделию [1, 2].

В нашем исследовании для рецептуры макаронного теста как обогащающие добавки выбраны полба, брокколи, шпинат, краснокочанная капуста, свекла исходя из их полезных свойств и доступности. Их химический состав и пищевая ценность достаточно хорошо изучены. По результатам научных работ как российских, так и зарубежных ученых, растительные компоненты имеют высокую биологическую ценность, используются в создании функциональных продуктов, в том числе макаронной продукции [1-4].

Возможность применения муки из зерна полбы как обогатитель для макаронного производства изучается отечественными и зарубежными исследователями [5-7]. Полба или спельта *Triticum spelta* L. - вид пшеницы с высоким содержанием белка. По результатам исследований химического состава установлено, что в полбе содержится, в зависимости от сорта, порядка 14 % белка, 65 % углеводов, пищевые волокна, витамины и другие физиологически ценные биологически активные вещества [3, 5, 6]. Описание пищевой ценности, а также химического состава двух видов муки: из зерна полбы и пшеницы оформлены в таблицу 1 [5, 6].

Таблица 1

Мука из полбы и пшеницы. Пищевая ценность и химический состав [3, 5, 6]

Показатель	Полбяная мука	Пшеничная мука
Калорийность, ккал	330,00	366,00
Влажность, %	11,00	14,00
Белки, %	15,70	10,75
Липиды, %	1,55	1,36
Углеводы, %	64,50	76,20
Зола, %	1,10	0,70
Пищевые волокна, %	3,50	1,20
Тиамин (витамин В ₁), мг	0,16	0,26
Рибофлавин (витамин В ₂), мг	0,07	0,09
Пантотеновая (В ₅), мг	0,56	0,51
Пиридоксин (витамин В ₆), мг	0,12	0,23
Фолиевая (В ₉), мкг	45,00	35,50
Биотин (Н), мкг	0,70	1,80
Никотиновая (РР), мг	2,10	3,06
Холин, мг	1,19	2,21
Кальций, мг	11,40	24,50
Калий, мг	180,00	177,00
Железо, мг	1,86	2,20
Магний, мг	55,00	45,00
Фосфор, мг	139,00	116,00
Селен, мг	2,50	6,00

Анализ химического состава муки из полбы показывает, что полба является ценным пищевым продуктом и может использоваться как обогащающее сырье для создания новых функциональных продуктов, в том числе макаронных изделий для всех групп потребителей. Из таблицы 1 видно, что мука из полбы превосходит пшеничную муку по белкам и пищевым волокнам [3, 5, 6].

Учитывая, что почти треть потребляемого человеком белка - это белки зерновых, то очевиден интерес к содержанию белка в зерне, а, следовательно, в муке и его составу. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в полбе существенно выше, чем в пшенице. Незаменимых аминокислот в полбе - 4,659 г/100 г и заменимых - 10,271 г/100 г. В пшенице незаменимых - 2,657 г/100 г и заменимых - 6,205 г/100 г. В относительном выражении выше в 1,75 и 1,66 раз соответственно [3, 5, 6]. Следует отметить более высокое содержание в полбе глутаминовой кислоты, треонина, изолейцина, лейцина, пролина, которые нормализуют обменные процессы в организме. В полбе содержатся вещества, нормализующие жировой обмен, поэтому полба рекомендуется в диетах при ожирении - довольно распространенной проблеме на сегодня [5, 6].

Потребление такой полезной культуры, как полба, на сегодняшний день неоправданно низкое. Это можно объяснить недостаточным количеством научно обоснованных технологий переработки зерна полбы и, как следствие, ограниченного ассортимента продукции из нее.

При выборе таких культур как брокколи, шпинат, краснокочанная капуста, свекла в качестве обогащающих макаронные изделия добавок учитывали их пищевую и биологическую ценность, возможности использования в макаронном производстве, степень изученности и доступность. В рецептуры эти компоненты будут добавлены в виде пюре, измельченного порошка или сока. Как и все растительные культуры, они богаты такими физиологически ценными веществами как пищевые волокна, натуральные красители, витамины, органические кислоты, микро- и макроэлементы, различные биологически активные вещества [3].

Добавление в макаронное тесто овощных компонентов упрочняет его структуру, снижает адгезию, улучшает технологические характеристики, облегчает процесс производства макаронных изделий, улучшает показатели качества готовых изделий: внешний вид, состояние поверхности, цвет [1]. И, что немаловажно, придает готовым макаронным изделиям функциональные свойства, несомненно, полезные для организма человека. Расчетная рецептура макаронных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья построена на базе традиционной рецептуры и представлена в таблице 2.

Таблица 2

Расчетная рецептура макаронных изделий с добавками, кг / на 100 кг муки

Компоненты	Варианты		
	1	2	3
Мука из полбы	10-20	10-20	10-20
Порошок овощной	5-15		
Пюре овощное		10-20	
Сок овощной			25-30

С увеличением количества вносимой обогащающей добавки в макаронное тесто будут повышаться и полезные свойства макаронных изделий, но возможны ухудшения некоторых технологических свойств. Поэтому для каждого обогащающего компонента необходимо проведение комплексного исследования для определения оптимального количества внесения в состав макаронного теста. При использовании нетрадиционного сырья в рецептуре макаронных изделий необходимо учитывать всестороннее его влияние, как на химические процессы, так и на физиологические.

Заключение. Представленная работа является частью НИР «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для спецконтингентов». Разработаны расчетные рецептуры новых функциональных макаронных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья для включения в состав рациона питания спецконтингентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность д.т.н., профессору Виктору Францевичу Добровольскому за консультационную помощь в проведении исследований.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0065 «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для спецконтингентов»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякина С.Я., Холодова Е.Н., Корякин В.П., Черных В.Я., Ладнова О.Л. Использование тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков в технологии макаронных изделий // Современная наука и инновации. - 2015. - № 1 (9). - С. 57-62.
2. Аптрахимов Д.Р., Ребезов М.Б., Смольникова Ф.Х. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) // Молодой ученый. - 2015. - №13. - С. 90-92. - URL <https://moluch.ru/archive/93/20805/> (дата обращения: 07.05.2019).
3. Коновалова Е.Ю. Фармакогнозия. - URL <http://pharmacognosy.com.ua> (дата обращения: 07.05.2019).
4. Mounika B., Srinivas Maloo, Bhasker V. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beetroot powder. International Journal of Food Science and Nutrition, 2018, vol. 4, Issue 1, pp. 12-17. DOI: <http://doi.org/10.22271/food>.
5. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 2. С. 75-81.
6. Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 166-171. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171>.

7. Filipović J., Pezo L., Filipović N., et al. Optimization of Spelt Pasta Composition, Regarding Inulin Hpx Content and Eggs Quantity. Journal of Food and Nutrition Research, 2014, Vol. 2, No. 4, pp. 167-173 DOI: <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-4-6>.

REFERENCES

1. Koryachkina S.Ya., Kholodova E. N., Chernykh V. Y., Ladnova O. L. Ispol'zovanie tonkodispersnyh ovoshchnykh i fruktovykh poroshkov v tekhnologii makaronnykh izdelij [The use of micronized vegetable and fruit powders in the technology of pasta] *Sovremennaya nauka i innovacii* [Modern Science and Innovation] 2015, no. 1 (9), pp. 57-62 (In Russ.).
2. Aptrahimov D.R., Rebezov M.B., Smol'nikova F.H. Sovershenstvovanie tekhnologii makaronnykh izdelij s dobavleniem rastitel'nogo syr'ya (patentnyj poisk) [Improvement of the technology of macaroni products with the addition of plant materials (patent search)] *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2015, no.13, pp. 90-92. - URL <https://moluch.ru/archive/93/20805/> (accessed 07 May 2019) (In Russ.).
3. Konovalova E.YU. Farmakognosiya [Pharmacognosy] - URL <http://pharmacognosy.com.ua> (accessed 07 May 2019) (In Russ.).
4. Mounika B., Srinivas Maloo, Bhasker V. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beetroot powder. International Journal of Food Science and Nutrition, 2018, vol. 4, Issue 1, pp. 12-17. DOI: <https://doi.org/10.22271/food>.
5. Kryukova E.V., Lejberova N.V., Lihacheva E.I. Issledovanie himicheskogo sostava polbyanoj muki [Study of the chemical composition of spelt flour] *Vestnik YUUrGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii»* [Bulletin SUSU. Series «Food and biotechnology»], 2014, no. 2, pp. 75-81 (In Russ.).
6. Malyutina T.N., Turenko V.Yu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 166–171. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171> (In Russ.).
7. Filipović J., Pezo L., Filipović N., et al. Optimization of Spelt Pasta Composition, Regarding Inulin Hpx Content and Eggs Quantity. Journal of Food and Nutrition Research, 2014, Vol. 2, No. 4, pp. 167-173 DOI: <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-4-6>.

ОБ АВТОРАХ

Фазуллина Олия Фанавиевна, канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела пищевых концентратов и оборудования, «Научно-исследовательский институт пищевого концентратной промышленности и специальной пищевой технологии», НИИПП и СПТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 383-16-92, e-mail: olfazullina@yandex.ru.

Fazullina Olya Fanavievna, Candidate of Technical Sciences, Senior researcher of the Department of technology of food concentrates and equipment, «Scientific Research Institute of Food-concentrate industry and Special Food Technology», NIIPiSPT - branch FGBUN «FIC of nutrition, biotechnology and safety food», 142718, Moscow region, Leninsky district, Izmailovo settlement, 22, e-mail: olfazullina@yandex.ru, phone: +7 (495) 383-16-92.

Смирнов Станислав Олегович, канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, «Научно-исследовательский институт пищевого концентратной промышленности и специальной пищевой технологии», НИИПП и СПТ - филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 549-38-20, e-mail: sts_76@bk.ru.

Smirnov Stanislav Olegovich, Candidate of Technical Sciences, Deputy director for scientific work, «Scientific Research Institute of Food-concentrate industry and Special Food Technology», NIIPiSPT – branch of FGBUN «FIC of nutrition, biotechnology and food safety», 142718, Moscow region, Leninsky district, Izmailovo settlement, 22, e-mail: sts_76@bk.ru, phone: +7 (495) 549-38-20.

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

ПОЛИТОЛОГИЯ

Г. В. Косов [G. V. Kosov]
 А. Э. Гапич [A. E. Gapich]
 О. В. Минкина [O. V. Minkina]
 С. В. Режеп [S. V. Rezhep]
 С. Т. Баранов [S. T. Baranov]

УДК 316.334.52,
 316.485.22

ПРОТЕСТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ: СЕТЕВЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ПОЛИТИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИИ*

THE PROTEST POTENTIAL OF ENVIRONMENTAL ISSUES: NETWORK DETERMINANTS OF THE POLITICIZATION OF ECOLOGY *

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», г. Пятигорск, Россия
 Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, e-mail: kossov1@yandex.ru

Аннотация. В статье, основанной на результатах авторского социологического исследования, рассматривается проблема протестных настроений в ряде регионов РФ. Обосновывается мысль о том, экологические проблемы являются триггерами социального недовольства, роста протестных настроений и как следствие протестных выступлений. Обосновывается мысль о причинах политизации экологии и политизации экологии. экологическая проблематика, как фундаментальная проблема выживания человечества как вида, как фактор, оказывающий влияние на качество жизни отдельного человека, начинает поникать в российское политическое пространство, начиная с конца XX века. При этом, она не оказывает серьезного влияния ни на партийные доктрины, ни на электоральные предпочтения, ни на политический курс страны в итоге. В настоящее время происходит актуализации экологической проблематики, переход ее в новое качество. Доказывается, что экологические продляемы являются фактором, катализатором, причиной, условием роста протестных настроений в региональном сообществе. Обосновывается мысль о том, что те или иные политические силы используют экологическую повестку в целях консолидации вокруг себя протестно настроенного электората.

Ключевые слова: социальный консенсус; протестные настроения; социальная стабильность; региональная политика, политический процесс, гражданская активность, экологический фактор, экология, политизация экологии, экологизация политики.

Annotation. The article, based on the results of the author's sociological study, examines the problem of protest moods in several regions of the Russian Federation. The idea is substantiated that environmental problems are triggers of social discontent, the growth of protest moods and, as a result, protests. The idea of the reasons for the politicization of ecologists and the politicization of ecology is grounded. environmental issues, as the fundamental problem of the survival of mankind as a species, as a factor influencing the quality of life of an individual, begins to wilt in the Russian political space, starting from the end of the twentieth century. At the same time, it does not have a serious impact on party doctrines, nor on electoral preferences, nor on the political course of the country as a result. Currently, environmental issues are being updated, its transition to a new quality. It is proved that environmental renewals are a factor, a catalyst, a cause, a condition for the growth of protest moods in the regional community. The idea is substantiated that certain political forces use the environmental agenda in order to consolidate a protest-minded electorate around themselves.

Key words: social consensus; protest moods; social stability; regional policy, political process, civic engagement, environmental factor, ecology, politicization of ecology, greening of politics.

Введение. Экологическая проблематика, как фундаментальная проблема выживания человечества как вида, как фактор, оказывающий влияние на качество жизни отдельного человека, начинает поникать в российское политическое пространство, начиная с конца XX века. При этом она не оказывает серьезного влияния ни на партийные доктрины, ни на электоральные предпочтения, ни на политический курс страны в итоге.

Это можно объяснить тем, что в рамках, проведенных в начале двухтысячных годов социологических исследований ответ экологическая проблематика занимала одно из последних мест в списке волнующих население проблем [4].

Изучение протестного потенциала экологических проблем является актуальным научным исследованием. Достоверность результатов данного исследования обеспечивается использованием современных методов и методик политического и социологического анализа в рамках интердисциплинарного подхода и многоступенчатой апробацией полученных результатов на практике.

Целью данного исследования является выявление и изучение протестного потенциала экологического фактора, причин его политизации в современной России.

Проблематике политизации экологии, колонизации политики посвящены работы Г. Косова, С. Нефедова, Ю. Харламовой, А. Магодедова [2;3;4;5].

Деграция экологической среды, в том числе, сказавшаяся на ухудшении качества жизни, нагнетание ситуации в духе алармистских предсказаний, разрушение социального консенсуса, о котором мы говорили в предыдущих наших работах [3], виртуализация и цифровизация социальной жизни российского обывателя, столкновение бизнес-интересов глобальных – федеральных – региональных игроков привели к увеличению гражданской активности населения, к попаданию большей его части в сети манипулятивных технологий с использованием интернет-технологий, что, в свою очередь, политизировало экологическую проблематику, привело к ее использованию, во-первых, рядом политических партий для консолидации вокруг себя протестно настроенного электората, и, во-вторых, как средству давления на муниципальную, региональную и федеральную власть.

Использование ресурсов интернет пространства, новых социальных медиа т.п. создают кумулятивный эффект воздействия на сознание обывателя. Можно выявить следующие используемые при манипуляциях с сознанием, шаги:

- воздействие на личностном эмоциональном уровне;
- разжигание массового социального психоза;
- мобилизация групп населения на локальном уровне рядом с местом экологической проблемы;
- освещение проблемы с нужными эмоциональными и смысловыми акцентами;
- обеспечение функционирования протестных сообществ за счет сетевых пожертвований;
- перенаправление вектора напряжения на территории с подобными проблемами или с сочувствующими взглядами.

Все это создает специфический информационно-эмоциональный фон, позволяя переводить экологическую проблематику с локального на региональный и общедоиндеральный уровень, вводить экологическую проблематику в информационную повестку дня, политизируя тем самым экологические проблемы.

Подобный алгоритм можно было наблюдать вокруг ситуации в Шиесе. Именно широко представление в группах в социальных сетях, интернет-изданиях, видеохостингах проблемы Шиеса привели к самой большой акции в Архангельске 7 апреля 2019 года. Интересным для анализа нашей проблемы является группа в социальной сети ВКонтакте «Вести с Шиеса», в которой состоят 3108 участников (<https://vk.com/vestishies>). Цель данной группы, как написано на страничку «наиболее полная информатизация общества в едином источнике». Но примечательны в этой ситуации комментарии под постами. Так, после призыва о всеобщая мобилизации «в связи с возросшей угрозой сноса лагеря активистов на станции» пользователь Ииус супертар написал: *«Коктели Молотова вам в помощь жгите охрану они всё равно не люди»* (орфография сохранена). Возможно, данный комментарий был некой провокацией. В ответ на него были посты, в которых говорилось о том, что *«Шиес – это мирная экоакция»*, но все же итогом всей дискуссии по поводу этого поста стала мысль пользователя Сергея Макина о том, что *«Шиес это искорка для революции»* (орфография и пунктуация сохранены). Данный сюжет подтверждает нашу идею о сознательной политизации экологической проблематики, попытках перевести протестные настроения из социально-экономической в политическую сферу.

Примечательным кейсом исследуемой проблемы могут быть ноябрьские акции социального протеста 2019 года в г. Лермонтов Ставропольского края. Появление протестных настроений и выступлений связано с планами правительства Ставропольского края построить в моногороде Лермонтов, который является своего рода географическим центом Кавказских минеральных Вод, завода по производству нитроцеллюлозы. Отметим, что строительство завода запланировано было вблизи хранилища отходов ядерного производства, доставшихся когда-то закрытому городу в наследство от советской программы по добыче урана.

Считаем, что причиной волны социальных протестов явился не сам завод как таковой, а, во-первых, кризис общественного договора между властью и обществом. Во-вторых, вытекающая из первой причины, проблема делегитимация власти. Это проявляется в неверии обещаниям региональной власти провести экологическую

экспертизу, и заверениям губернатора и регионального отделения Единой России о том, что инвестор отказался от строительства завода в г. Лермонтов (это видно из анализа пабликов и публикаций социальных сетей). Несомненно, что первые две причины являются, в том числе, и следствием того, что Кавказские Минеральные Воды являются самой коррумпированной территорией в Ставропольском крае. Такое мнение высказал прокурор Ставропольского края на форуме против коррупции 9 декабря [1]. В-третьих, борьба региональных и федеральных бизнес и финансовых групп и интересов. В-четвертых, страх перед вхождением на территорию КМВ «московских» денег, *«хозяева которых заинтересованы в получении максимально большой прибыли, при минимальных затратах на сохранении экологии и заботе о Кавказских Минеральных Водах», «которые срубят прибыль, убьют все живое и будут жить припеваючи далеко от этой мертвой зоны»* (приведены мнение респондентов – жителей г. Лермонтова и г. Пятигорска. Цитаты выделены курсивом). В-пятых, деятельность, зачастую, одиозных экологических активистов и правозащитников в социальных сетях и пабликах, которые, используя алармистские сюжеты, играя на страхах людей, создавали волну социального напряжения, паники, формировали в создании населения точки протестного роста (например, GovorynRu - 1,85 тыс. подписчиков: новый Шиес или Чернобыль??? Чем обернется нитроцеллюлозный завод в Лермонтове? - https://www.youtube.com/watch?v=DW66a_nCliw. - 40 557 просмотров на 12 декабря 2019 года; Завод в Лермонтове все же построят! Что будем делать? - <https://www.youtube.com/watch?v=AaLJkdn-5-w>. - 2 705 просмотров).

Кстати, в случае с роликом данным «Шиес или Чернобыль??? Чем обернется нитроцеллюлозный завод в Лермонтове?» нужно говорить о том, что его авторы, сознательно или нет использовали манипуляторные технологии. Так, например, рассказ об ядерной энергетике в СССР сопровождается видеорядом с ядерной бомбой, ядерным взрывом, с бомбардировкой японского города. Подробно рассказывается о лермонтовском хвостохранилище, о росте онкологических заболеваний. Длительное время идет подводка к сюжету о взрыве двух контейнеров нитроцеллюлозы в Китае, а затем длительное время демонстрируются кадры самого взрыва в Китае. Для придания весомости видеосюжету авторы используют включение в видеоряд мнение эксперта. Но возникает вопрос об уровне экспертного знания «ведущего специалиста». Кстати, ведущий специалист чего, в чем, и т.д. не указывается. Уточняется, что он член комиссии противодействия коррупции в сфере экологии и природопользования НП Национального комитета экологической безопасности (более подробно познакомиться с деятельностью этой организации не получилось из-за отсутствия о ней сведений в интернете). При чем, данный эксперт в сфере экологии, не затрагивая саму экологическую повестку, делает вывод об экономической нецелесообразности данного проекта. Примечательно, что протестную повестку «оседлала» КПРФ. На страничке Пятигорского городского отделения ВКонтакте (<https://vk.com/club91632205>) были размешены не только гневные посты, но выложена специально написанная песня со специфическим видеорядом (https://vk.com/club91632205?z=video-2F2f03bf711f04bc35f4%2Fpl_wall_-91632205).

Кстати, региональные коммунисты активно используют общероссийскую экологическую повестку, выкладывая на своей страничке материалы о Шиесе и т.п. В связи с этим отметим, что ожидать, что КПРФ может «оседлать» экологическую повестку к выборам 2021 года не приходится, а вот сетевые «зеленые» при соблюдении ряда условия, могут оказать влияние на итоги выборов и конфигурацию Государственную Думу в году. Так, например, сетевые «зеленые» - это более сорока общественных организаций экологической направленности объявивших 30 ноября 2019 года о создании общероссийского гражданского экологического движения «Нам здесь жить». Примечательно, что одними из первых выложили в социальную сеть ФБ информацию о создании данной структуры эоактивисты из Коми. Они написали, что «эоактивисты из Коми и более десятка других регионов считают, что точечная борьба за право на благоприятную окружающую среду более не имеет смысла» [6]. Представляется, что именно экологическая повестка может стать одним из определяющим, но уже именно политическим, фактором выборов в Госдуму 2021 года. Интересное в плане научного изучения протестное движение, возникшее, в том числе, и вокруг экологической проблематики на Ямале – «Голос тундры». Можно говорить о двух факторах недовольства ненцев. По мнению А.К. Магомедова, – это «дефицит земли для растущего поголовья оленей» и «отсутствие лидеров коренного населения» [5]. Можно говорить, что экологическая повестка сплотила народы Крайнего Севера, но к сегодняшнему дню официально созданные в конце прошлого века структуры перестали отвечать запросам большей части коренного населения, произошла их бюрократизация. Все это привело к актуализации экологической и ресурсной проблематики, повлияло на появление нового типа лидеров, повлекло за собой складывание и функционирование новых механизмов артикуляции интересов и мобилизации населения. Такими механизмами стали новые социальные сети. Так, в социальной сети «ВКонтакте», появился проект «Голос тундры» (https://vk.com/golos_tundry). Группа создана оленеводом Ейко Сэ-

ротэтто, имеет 13138 подписчиков. Отмечается на страничке: #ГолосТундры - это, прежде всего, все мы с вами - (Алеуты, алеуторцы, вепсы, долганы, ительмены, камчадалы, кереки, кеты, коряки, коми-зыряне, кумандинцы, манси, нанайцы, нганасаны, негидальцы, ненцы, нивхи, ороки-ульта, орочи, саамы, селькупы, сойоты, тазы, теленчиты, телеуты, тофалары, тубалары, тувинцы-тоджинцы, удэгейцы, ульчи, ханты, челканцы, чуванцы, чукчи, чулымцы, шорцы, эвенки, эвены, энцы, эскимосы, юкагиры, Якуты)(орфография сохранена).

Кроме этого существует ютуб-канал Голос тундры (https://www.youtube.com/channel/UCGh7do8MwTdyJ_XhVovjdoQ), имеющий 122 подписчика. Основатель этой группы блогер-оленовод является лидеров протестного интернет движения. Он периодически, будучи представителем оленеводов, обращается к региональным местным властям с требованиями о решении ряда вопросов, связанных с интересами коренных народов Севера. О популярности Ейко Сэротэтто и его поддержке говорит размещённая на ютубе песня «Он идёт вперёд без страха, на нём красная рубаха. Дым костра из чума змейкой, на защите тундры Ейко» (<https://www.youtube.com/watch?v=bdiGUcPLpBs>).

Итак, представляется, что социальные сети, обретая лидера, постепенно вводят коренное население Севера в политическое пространство региона, а экологические пробуждения, в свою очередь, политизируясь, становятся триггерами с протестных настроений и протестных выступлений в изучаемых регионах.

Финансирование статьи

*Работа выполнена в рамках Проекта 19-011-31170 «Сетевые детерминанты современного социально-политического протеста», поддержанного РФФИ – АНО ЭИСИ

Вклад автора

Все авторы ответственны за идеи исследования и в равной степени участвовали в написании данной статьи.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Научно-образовательному центру «Политическая регионалистика» Пятигорского государственного университета и Институту образования и социальных наук Северо-Кавказского федерального университета

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кавминводы назвали самым коррумпированным регионом Ставрополья // Newstracker. URL: https://newstracker.ru/news/society/10-12-2019/kavminvody-nazvali-samym-korruptirovannym-regionom-m1NNPyOloFMPsL6_YF8nWsF_6QpZbpl29Lg (дата обращения: 10.12.2019).
2. Косов, Г.В., Нефедов, С. А. Некоторые методологические аспекты анализа экополитического насилия // Власть. - 2013. - №11. - 149-152
3. Косов Г.В., Гапич А.Э., Минкина О.В. Протестная активность как следствие девальвации гражданско-властного консенсуса (кейс Ставропольского края) // Современная наука и инновации. - 2019. - № 2. - С. 232 - 241.
4. Косов Г.В., Харламова Ю.А., Нефедов С.А. Экополитология: политология в контексте экологических проблем. - М.: А-Приор, 2006. - 320 с.
5. Магомедов А.К. Индигенность как политическая проблема: к пониманию природы аборигенных интересов в российской Арктике // Вестник МГОУ. - 2019. - №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indigennost-kak-politicheskaya-problema-k-ponimaniyu-prirody-aborigennyh-interesov-v-rossiyskoj-arktike> (дата обращения: 10.12.2019).
6. Нам здесь жить»: новая общероссийская экологическая организация заявила о себе // URL: http://komi-news.net/other/2019/12/04/7227.html?fbclid=IwAR33r8uhr19atRps04IV-n8JTeJWedYMR8p_0U-ciYVNZof3jyOzTmNs0dY (дата обращения: 10.12.2019).

ОБ АВТОРАХ

Косов Геннадий Владимирович, доктор политических наук, профессор, Пятигорский государственный университет, 357532, Россия, Пятигорск, пр. Калинина, 9

Kosov Gennady Vladimirovich, Doctor of Political Sciences, Professor, Pyatigorsk State University, 357532, Russia, Pyatigorsk, Kalinina Ave. 9, kossov1@yandex.ru

Гапич Александр Эрикович, кандидат социологических наук, доцент, Северо-Кавказский федеральный университет, 355001, Россия, Ставрополь, ул. Пушкина, 1 а
Gapich Alexander Erikovich, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, North Caucasian Federal University, 355001, Russia, Stavropol, ul. Pushkin, 1 a, eversor@mail.ru

Минкина Ольга Валерьевна, Minkina Olga Valerievna, кандидат педагогических наук, доцент, Северо-Кавказский федеральный университет, 355001, Россия, Ставрополь, ул. Пушкина, 1 а
Minkina Olga Valerievna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, North Caucasian Federal University, 355001, Russia, Stavropol, ul. Pushkin, 1 a, olga_minkina@inbox.ru

Режеп Светлана Владимировна, доктор философских наук профессор, профессор кафедры философии Северо-Кавказского гуманитарно-технологического института, crocop30@yandex.ru
Rezhep Svetlana Vladimirovna, Doctor of Philosophy, Professor, Professor of the Department of Philosophy of the North Caucasus Institute for the Humanities and Technology crocop30@yandex.ru

Баранов Станислав Трофимович, доктор философских наук, профессор, crocop30@yandex.ru
Baranov Stanislav Trofimovich, Doctor of Philosophy, Professor, crocop30@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

А. М. Чилиева [A. M. Chilieva]
Л. А. Келеман [L. A. Keleman]

УДК 323

СПОРТ В ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА: МОЛОДЕЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

SPORT IN POLITICAL LIFE OF MODERN RUSSIAN SOCIETY: YOUTH COMPONENT

Северо-Кавказский федеральный университет
North-Caucasus Federal University, e-mail: chili.aiya@mail.ru

Аннотация: представлено авторское исследование роли спорта в политической жизни современного российского общества с учетом молодежного фактора и взаимосвязи всех составляющих политического процесса.

Введение: молодежь принимает участие во всей современной жизни российского общества, являясь активным субъектом инноваций, в том числе в спорте и политике, то есть в тех сферах, которые сейчас тесно переплетены. Диалог молодежного сообщества с властями строится непросто, не до конца налажены механизмы для сотрудничества, барьеры преодолеваются и в законодательной сфере (не принят еще федеральный закон о молодежной политике, хотя свои законы о молодежной политике есть в 78 регионах Российской Федерации из 85 имеющихся), и на местном уровне.

Методы и материалы исследования: в статье охарактеризованы тенденции взаимовлияния спорта и политики в сфере молодежной политики, механизмы реализации государственной политики в области спорта в РФ в контексте реализации Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2020 г. [1]. Автор применялся системный, сравнительный, структурно-функциональный, бихевиористский подходы для исследования роли спорта в политической жизни общества через молодежную доминанту в Российской Федерации.

Результаты исследования акцентируют внимание на анализе форумной активности молодежи («Машук», «Таврида» и др.), волонтерской ее деятельности во время крупных спортивных соревнований (например, Олимпиада, Чемпионат мира по футболу), усиленное внимание властей делается и на комплекс ГТО («Готов к труду и обороне»), что приведет к увеличению количества молодых людей, постоянно занимающихся спортом. Вовлечение молодежи в политику способствует процессам обновления политической элиты, обновлению ее кадрового состава, притоку новых идей и технологий.

Заключение: подтверждает авторские выводы о том, что развитие диалоговых механизмов между властями и гражданским обществом в триаде «молодежь - политика-спорт» позволит российскому обществу продвинуться по пути реализации национальных проектов, реализации амбициозных проектов в сфере политики, здравоохранения (здоровый образ жизни молодежи и не только ее), образования, социальной сферы и др.

Ключевые слова: спорт, политика, политическая жизнь общества, молодежь, молодежная политика, стратегия, федеральная целевая программа, комплекс ГТО («Готов к труду и обороне»).

Annotation: author's study of the role of sport in the political life of modern Russian society is presented taking into account the youth factor and the relationship of all components of the political process.

Introduction: youth takes part in the completely modern life of Russian society, being an active subject of innovation, including in sport and politics, that is, in those areas that are now closely intertwined. The dialogue between the youth community and the authorities is not easy, the mechanisms for cooperation are not fully established, barriers are also overcome in the legislative sphere (the federal law on youth policy has not yet been adopted, although 78 out of 85 existing laws on youth policy are in the regions of the Russian Federation), and locally.

Research methods and materials: the article describes the trends in the interaction of sport and youth policy, the mechanisms for implementing state policy in the field of sports in the Russian Federation in the context of the implementation of the Strategy for the Development of Physical Culture and Sports in the Russian Federation for the period until 2020 [1]. The author applied systematic, comparative, structural-functional, behavioristic approaches to study the role of sport in the political life of society through the youth dominant in the Russian Federation.

The results of the study focus on the analysis of the forum activity of youth (Mashuk, Tavrida, etc.), its volunteer activities during major sporting events (for example, the Olympics, the Soccer World Cup), the authorities are also focusing on the RWD complex ("Ready for Work and Defense"), which will lead to an increase in the number of young people who are constantly involved in sports. The involvement of young people in politics contributes to the processes of renewal of the political elite, renewal of its personnel, and the influx of new ideas and technologies.

Conclusion: confirms the author's conclusions that the development of dialogue mechanisms between the authorities and civil society in the triad "youth - politics-sport" will allow Russian society to advance along the path of implementing national projects, implementing ambitious projects in the field of politics, health (a healthy lifestyle for young people and not only her), education, social sphere, etc.

Key words: sport, politics, political life of society, youth, youth policy, strategy, federal target program, RWD complex ("Ready for work and defense").

Введение. Молодежь принимает участие во всей современной жизни российского общества, являясь активным субъектом инноваций, в том числе в спорте и политике, то есть в тех сферах, которые сейчас тесно переплетены. Диалог молодежного сообщества с властями строится непросто, не до конца налажены механизмы для сотрудничества, барьеры преодолеваются и в законодательной сфере (не принят еще федеральный закон о молодежной политике, хотя свои законы о молодежной политике есть в 78 регионах Российской Федерации из 85 имеющихся), и на местном уровне.

Участие молодежи в спортивном движении связано со многими факторами – физического развития, идеологическими, патриотическими, социальными, экономическими, политическими и т.д. Победы российских спортсменов воодушевляют нашу молодежь, укрепляют патриотический дух нации.

Материалы и методы исследования. Авторами были охарактеризованы тенденции взаимосвязи спорта, политики и молодежного участия. В этой триаде нет главных доминант, все три категории самодостаточны, но вместе они составляют основу как минимум для нескольких концепций, стратегий, программ: «Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2020 г.», «Основ государственной молодежной политики РФ на период до 2025 года» [2] и федеральной целевой программы (ФЦП) «Молодежь России», которую продлили до 2025 г. [3].

Грандиозные задачи по развитию спорта высших достижений ставились в ходе разработки, утверждения и внедрения в стране Стратегии развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2020 г. и в связи с молодежной и политической составляющей жизни российского общества – разработкой концепции молодежной политики на федеральном уровне, которую еще не приняли. Автор применялся системный, сравнительный, структурно-функциональный и бихевиористский подходы для исследования роли спорта в политической жизни общества через молодежную доминанту в Российской Федерации.

Результаты исследования. Вовлечение молодежи в спорт происходит с раннего детства, по мере взросления увлечение спортом происходит у детей и подростков осознанно. Выбор конкретного вида спорта у молодежи происходит через интерес, влияние окружения, СМИ, тренера, родителей, то есть процессы социализации. Здесь немаловажную роль играет популяризация молодежной культуры, проведение молодежных зрелищных мероприятий, развитие массового молодежного спорта – военно-технических, конных, авиационно-технических, экстремальных, «уличных» и других видов, развитие туризма, выпуск молодежной одежды, спортивного инвентаря, экипировки, другой продукции молодежной ориентации.

Президент РФ неоднократно указывал на то, что залогом успешного политического развития страны является здоровый образ жизни молодежи: «Всему нашему обществу пора преодолеть инфантилизм в вопросах здорового образа жизни... Между тем в России 80% граждан не занимаются физкультурой и спортом – четыре пятых населения» [4].

Правительством РФ в 2015 г. был восстановлен комплекс ГТО («Готов к труду и обороне») для подъема престижа занятий спортом, прежде всего, массовым. Возрождение комплекса ГТО проводится при поддержке правительства страны, а также олимпийцев - А. Валуева, А. Сотниковой и др. Согласно Большой советской энциклопедии, комплекс ГТО «является основой государственной системы физического воспитания и направлен на укрепление здоровья, всестороннее физическое развитие людей, и защите Родины, способствует формированию духовного и морального облика советского человека» [5, с. 543].

Структура Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» рассчитана на несколько возрастных категорий: школьников, учащихся и студенческой молодежи, а также взрослого населения. Как считают разработчики комплекса из Министерства физической культуры и спорта, он способствует увеличению числа молодежи, которая будет систематически заниматься спортом.

В 2015 г. Ингушетия, Дагестан и Карачаево-Черкесия получали по 2 млн 276,5 тысяч рублей на реализацию ГТО. Всего 61 субъекту РФ, где был введен этот комплекс, было выделено Правительством РФ 127 млн 439,7 тысяч рублей.

Таким образом, все новое – это хорошо забытое старое. Эта поговорка полным образом относится к вновь введенному комплексу ГТО, а его цель и задачи отвечают потребностям общества, в том числе, и в сфере молодежной политики, политики в сфере физической культуры и спорта в российском государстве.

О связи спорта и политики пишут не только зарубежные исследователи, такие как американский социолог Э. Богардус [6], англо-американские ученые Дж. Хилл [7], Дж. Форсайт [8], Б. Хулихан, А. Уайт [9], Э. Пайк [10] и проч., но и после Олимпиады 2014 г. в Сочи российские ученые встали на защиту патриотических ценностей спорта и политики, против допинга и обмана в спортивном движении.

Институциональными формами участия молодежи в спортивном движении выступают форумы, диалоговые площадки, конференции, мастер-классы, на которых происходит взаимодействие молодежного сообщества и органов государственной власти, на большинстве из них ставятся задачи физического развития и занятия спортом. Так, на протяжении десяти лет проведения Всекавказского форума «Машук» (г. Пятигорск – столица Северо-Кавказского федерального округа, традиционно проводится в августе месяце) в ходе смен проводятся малые Кавказские игры, Казачьи игры, где молодежь соревнуется по ряду видов спорта. В 2019 г. «Машук» проводился под лозунгом «Про Россию! Про тебя», он был самым масштабным за всю историю его проведения – 3 тысячи молодых людей от 18 до 30 лет из всех регионов Северного Кавказа, других регионов РФ, а также представительство из стран Южного Кавказа.

Другой форум «Таврида», который теперь уже традиционно проводится в Крыму с 2015 г., развивает такие формы активности молодежи, как артистическое искусство, добровольчество, патриотизм, презентация проектов (грантовый фонд в 2019 г. от 500 тыс. до 3 млн. рублей, выдано грантов на 70 млн. рублей) и др. Форумная поддержка осуществляется при кураторстве Управления Президента РФ по общественным проектам, при поддержке региональных властей.

Еще один форум – Северо-Кавказский гражданский форум «Архыз – XXI» – заслуживает особого внимания. Он организован Центром современной кавказской политики при поддержке аппарата полномочного представителя Президента РФ в Северо-Кавказском федеральном округе, Общественной Палаты РФ правительства Карачаево-Черкесской Республики, компании «Курорты Северного Кавказа». Форум собирает около 200 участников из всех субъектов округа, представителей некоммерческих организаций (НКО), СМИ, органов власти, экспертного сообщества, гражданских активистов, в том числе, из числа молодежи. Среди приоритетов выступили такие сферы как профилактика экстремизма, в том числе, в молодежной среде, выстраивание межэтнических и межконфессиональных взаимоотношений, работа с молодежью, патриотическое воспитание, в том числе, противодействие попыткам искажения исторической правды. Признание успешности деятельности некоммерческих организаций социальной направленности стало получение президентских грантов для северокавказских НКО, в том числе, в сфере молодежной активности, спорта.

Одна из тематических рубрик форумов различного уровня является волонтерство, которая особенно популярна в настоящее время. Относительно олимпийского движения и участия в нем молодежи (помимо спортсменов) отметим, что студенты российских вузов активно работают волонтерами на многих значимых спортивных мероприятиях, например, Олимпиаде в Сочи 2014 г., Чемпионате мира по футболу, который проводился в РФ летом 2018 г.

Представляется, что проведение молодежных форумов со спортивной составляющей напрямую связано с реализацией Стратегии развития государственной молодежной политики в Российской Федерации до 2016 г., которую решением властей продлили до 2025 г. [11].

Заключение подтверждает авторские выводы о том, что развитие диалоговых механизмов между властями и гражданским обществом в триаде «молодежь - политика-спорт» позволит российскому обществу продвинуться по пути реализации национальных проектов, реализации амбициозных проектов в сфере политики, здравоохранения (здоровый образ жизни молодежи и не только ее), социальной сферы и др. Массовое и профессиональное привлечение молодежи в спорт объективно снижает риски вовлечения ее в деструктивную деятельность, связанную со стремительным распространением в молодежной среде экстремистских идеологий.

С благодарностью научному руководителю, доктору политических наук, профессору кафедры зарубежной истории, политологии и международных отношений Северо-Кавказского федерального университета Галкиной Елене Вячеславовне!

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства РФ от 07.08.2009 N 1101-р «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года» // Официальный сайт «Консультант+». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90500/ (Дата обращения: 27.08.2019).
2. Распоряжение Правительства РФ от 12 декабря 2015 г. N 2570-р О плане мероприятий по реализации Основ государственной молодежной политики РФ на период до 2025 г., утвержденных распоряжением Правительства РФ от 29 ноября 2014 г. N 2403-р.
3. Концепция федеральной целевой программы «Молодежь России» на 2012–2016 гг. // Режим доступа: docus.me. (Дата обращения: 27.08.2019).
4. Официальный сайт Президента России // www.kremlin.ru
5. Польшанский В.С. «Готов к труду и обороне» (ГТО) // Большая советская энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1972. Т.7. С. 543-544.
6. Bogardus E.S. The making the public opinion. N.Y.: Association Press, 1951. 103 P.
7. Hill J. Introduction: Sport and politics // Journal of Contemporary History. 2003. Т. 38. № 3. P. 355-361.
8. Forsyth J.G. Politics as a spectator sport // Foreign Policy. 2004. № 140. P. 86-87.
9. Houlihan B., White A. The Politics of Sports Development. Routledge, London, 2002. 250 p.
10. Pike E. Book Review: The Politics Of Sports Development: Development Of Sport or Development through Sport?// International Review for the Sociology of Sport. 2004. Т. 39. № 4. С. 475-477.
11. Стратегия государственной молодежной политики в Российской Федерации до 2016 г. // Виртуальное методическое объединение библиотек и организаций, работающих с молодежью // <http://vmo.rgub.ru/policy/act/strategy.php>. (Дата обращения: 28.08.2019).

Доля соавторов: Чилиева Айя Мусаевна (аннотация, введение, концепция, материалы и методы исследования, заключение) – 50% авторского текста статьи, Келеман Людмила Анатольевна (методы исследования, обработка результатов исследования, часть заключения) – 50% авторского текста статьи

ОБ АВТОРАХ

Чилиева Айя Мусаевна, аспирант кафедры зарубежной истории, политологии и международных отношений Гуманитарного института Северо-Кавказского федерального университета, chili.aiya@mail.ru, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Chilieva Aya Musaevna, PhD student of the Department of foreign history, political science and international relations, Humanities Institute of the North Caucasus Federal University, chili.aiya@mail.ru, 355009, 1, Pushkina street, Stavropol.

Келеман Людмила Анатольевна, доктор философских наук, доцент кафедры гуманитарных и естественнонаучных дисциплин Ставропольского института кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права (БУКЭП), **E-mail** – Faustksv@rambler.ru, 355035, г. Ставрополь, ул. Голенева, 36

Keleman Lyudmila Anatolyevna, Doctor of Philosophy, Associate Professor of the Department of Humanitarian and Natural Sciences, Stavropol Institute of Cooperation (Affiliate), Belgorod University of Cooperation, Economics and Law (BUCEL), **E – mail** - Faustksv@rambler.ru, 355035, Stavropol, st. Goleneva, 36

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Я. А. Пономаренко [Y. An. Ponomarenko]

УДК 325

**ФОРМЫ УЧАСТИЯ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ В РЕАЛИЗАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ****FORMS OF PARTICIPATION OF THE SUBJECT OF THE FEDERATION
ON ENSURING NATIONAL SECURITY**Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия /
Astrakhan State University

Аннотация. В условиях федеративного государства необходимы особые формы и механизмы для участия органов власти регионов (субъектов федерации) в решении вопросов, преимущественно входящих в сфере ответственности центральной власти. Целью статьи является исследование последовательного развития форм и механизмов участия органов власти субъектов федерации в политике по обеспечению национальной безопасности России. В статье отражены результаты проведенного институционального анализа форм участия органов государственной власти субъектов федерации в реализации государственной политики по обеспечению национальной безопасности. Особой формой институционального взаимодействия федеральных и региональных властей становятся антитеррористические комиссии. В период 2010-х гг. основной формой участия региональных властей в данном направлении государственного управления становится программно-целевой метод.

Ключевые слова: национальная безопасность, субъект федерации, региональная безопасность, антитеррористические комиссии.

Abstracts. In the conditions of a federal state, special forms and mechanisms are needed for the participation of regional authorities (subjects of the federation) in resolving issues that are primarily within the sphere of responsibility of the central government. In modern Russia there is a consistent development of the forms and mechanisms of participation of the authorities of the subjects of the federation in the policy of ensuring national security. The article reflects the results of the institutional analysis of the forms of participation of authorities of the subjects of the Russian federation in the implementation of the policy on ensuring national security. Antiterrorist commissions become a special form of institutional interaction between federal and regional authorities. In the period of 2010-ies. the main form of participation of regional authorities in this direction of public administration is the program-target method.

Key words: national security, subject of the federation, regional security, antiterrorist commissions.

Введение. Обеспечение национальной безопасности относится к важнейшим направлениям деятельности органов государственной власти всех уровней. В Российской Федерации основные полномочия и функции в данной сфере принадлежат федеральным органам власти, в частности, правоохранительным органам. Тем не менее, возрастает роль и участие органов власти субъектов федерации в реализации государственной политики по обеспечению национальной безопасности.

Институциональные формы участия субъектов федерации в проведении единой государственной политики по обеспечению национальной безопасности в настоящее время не исследованы достаточно детально. В связи с этим, целью настоящей статьи является выявление и уточнение основных форм участия субъекта федерации в политике по обеспечению национальной безопасности на примере Астраханской области.

Материалы и методы. Методологической основой исследования выступил институциональный анализ и сравнительный метод. Источниками исследования являются нормативно-правовые акты Астраханской области, паспорта областных целевых программ по вопросам, относящимся к национальной безопасности, отчеты органов государственной власти о реализации целевых программ, отчеты о деятельности антитеррористических комиссий отдельных субъектов федерации Южного федерального округа. Некоторые из этих источников вводятся в научный оборот впервые.

Как объект изучения в рамках данной темы Астраханская область обладает специфическими характеристиками. Астраханская область – один из наиболее проблемных в вопросах безопасности регионов Южного федерального округа. В Астраханской области представлены все риски и угрозы национальной безопасности, характерные для Южного федерального округа. По результатам исследования Р.Х. Усманова, территории Каспийского региона и Северный Кавказ могут быть признаны «наиболее дестабилизирующими территориями»

страны в контексте проблем сохранения целостности государства [16]. Многие из проблем национальной безопасности, существующих на всей территории страны, в регионах Юга России приобретают особую остроту. В частности, незаконный оборот наркотических средств существенно влияет на уровень преступности данного региона. По официальным данным, если в среднем по стране наркотики фигурируют в 10% от общего количества уголовных дел, по которым выносятся обвинительные приговоры, на Юге России этот уровень достигает четверти [14].

В. С. Семенов выделяет следующие угрозы национальной безопасности в регионах Юга России: процессы регресса и стагнации в региональных элитах, состояние науки и образования, неконтролируемая миграция, терроризм, организованная преступность, незаконный оборот наркотических средств, системная коррупция [15].

В научных исследованиях политических процессов Прикаспийского региона России, которые проводятся учеными кафедры политологии и международных отношений Астраханского государственного университета, проблемы безопасности в этом регионе рассматриваются в контексте двух уровней безопасности - безопасности всего государства (России) и региональной безопасности (безопасности Каспийского региона). Как отмечает С.В. Новоселов, при осуществлении государственной политики на данной территории происходит наложение этих двух уровней безопасности [11]. Р.Х. Усманов также отмечает особое значение геополитических процессов и международных проблем в Каспийском регионе на решение задач Российской Федерации по обеспечению национальной безопасности на своих территориях, прилегающих к Каспию [17].

Официальные нормативно-правовые акты Астраханской области признают особую значимость для этого региона такой отдельной проблемы, как высокий уровень преступности. В 2013 г. уровень преступности в Астраханской области был самым высоким по Южному федеральному округу (172 преступления на 10 тыс. населения) [8].

Юридическим основанием для участия органов государственной власти субъекта Российской Федерации в политике в деятельности по борьбе с экстремизмом, терроризмом, а также в иных вопросах, преимущественно относящихся к компетенции правоохранительных органов власти федерального подчинения, является 21 статья Федерального закона «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» [1]. В частности, здесь закрепляется право высшего исполнительного органа государственной власти субъекта федерации осуществлять меры по противодействию терроризму и экстремизму в пределах своих полномочий с их финансированием за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации, снижения влияния угроз терроризма и экстремизма на экономическую и социально-политическую обстановку в регионе.

Наряду с этим, органы власти субъекта федерации имеют очевидные ограничения в возможностях повлиять на государственную правоохранительную политику. Данные ограничения связаны со спецификой российского федерализма. Поскольку в вопросах обеспечения правопорядка, борьбы с преступностью основные полномочия принадлежат органам власти федерального уровня, органы власти субъекта федерации должны найти свое место в системе управления в вопросах обеспечения национальной безопасности. В Астраханской области на официальном уровне еще в 2012 г. были определены основные задачи региональных властей в этом направлении деятельности, среди них – «поддержание комплексной системы мер по профилактике и предупреждению экстремистских и террористических проявлений», «мотивация деятельности граждан, институтов гражданского общества к участию в ... пресечении экстремистских и террористических проявлений» и т.д. [10].

В 2014 г. в Постановлении Правительства Астраханской области также был обоснован важный для современного управления принцип недостаточности участия только правоохранительных органов в успешной реализации задач по борьбе с угрозами национальной безопасности: отмечено, что «решить эти вопросы одними только правоохранительными мерами невозможно» [8]. Данный принцип создает обоснование привлечения разных субъектов управления в этой сфере деятельности.

Результаты и обсуждения. Мы можем прийти к выводу, что основными формами участия органов власти субъекта федерации в деятельности по обеспечению национальной безопасности являются скорее косвенные, чем прямые, формы борьбы с угрозами. Этими формами являются создание и поддержание условий, затрудняющих преступную деятельность на территории региона, а также противодействие распространению идей терроризма и экстремизма, активизация информационно-пропагандистской работы.

Одним из институциональных инструментов координации деятельности уровней власти при проведении политики по обеспечению национальной безопасности являются региональные антитеррористические комиссии.

Создание антитеррористических комиссий в России на федеральном и региональном уровнях управления берет свое начало еще в 1997 г [3]. В январе 1997 г. Постановлением российского Правительства была образована Межведомственная антитеррористическая комиссия Российской Федерации, а главам субъектов федерации было рекомендовано создать межведомственные антитеррористические комиссии на региональном уровне. В Астраханской области межведомственная антитеррористическая комиссия Астраханской области была создана нормативно-правовым актом губернатора области в феврале 1997 г[4].

Антитеррористическая комиссия Астраханской области в существующем формате, как в большинстве субъектов федерации, была создана в апреле 2006 г во исполнение подписанного в том же году Указа Президента России «О мерах по противодействию терроризму» [2]. Она пришла на смену предыдущей форме региональной антитеррористической комиссии, созданной в 2005 г. [5]

Состав комиссии позволяет ее квалифицировать как институт оперативного взаимодействия представителей органов власти разных уровней и разного подчинения - субъекта федерации, территориальных отделений федеральных органов и органов местного самоуправления. Региональные антитеррористические комиссии входят в единую систему, которую на федеральном уровне возглавляет Национальный антитеррористический комитет. Таким образом, система этих инстанций обеспечивает целостную вертикаль управления в оперативной деятельности разных уровней и ветвей власти в отношении террористических угроз и рисков. Задача комиссии, определенная как «проведение ... единой государственной политики борьбы с терроризмом», позволяет оценить ее как важный институт управления, решения которого обязательны для исполнения органами власти Астраханской области [6].

Уникальный статус антитеррористической комиссии отражает также обязательный характер принимаемых ею решений для территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, представители которых входят в состав комиссии. Поскольку часть членов комиссии, включая председателя комиссии, являются представители органов власти субъекта федерации, антитеррористическая комиссия выступает инструментом воздействия органов власти субъекта федерации на реализацию государственной политики в сфере безопасности в той части, в какой за нее отвечают территориальные органы федеральных органов власти. Региональные власти получают возможность принимать участие в решении вопросов, относящихся к сфере иных субъектов управления. Но значит ли это, что институт антитеррористической комиссии в действительности обеспечивает механизм влияния субъекта федерации на работу федеральной власти? Очевидно, что в работе комиссии приоритет принадлежит представителям территориальных подразделений органов федерального подчинения. В настоящем составе в Астраханской области в составе Антитеррористической комиссии 8 из 13 членов комиссии являются представителями федеральных органов [9]. В Волгоградской области 5 из 9 членов областной комиссии представляют федеральные органы власти. Распределение состава комиссии между представителями органов власти Российской Федерации и субъектов Российской Федерации в некоторых регионах Юга России представлено в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение представителей федеральных органов власти и органов власти субъекта федераций и МО в составе антитеррористических комиссий отдельных субъектов федерации Южного федерального округа

	Общее число членов комиссии	Доля представителей федеральных органов власти (5)	Доля представителей органов власти субъекта федерации и МО (%)
Астраханская область	13	62%	38%
Волгоградская область	9	56%	44%
Ростовская область	19	53%	47%
Краснодарский край	30	57%	43%
Севастополь	28	40%	60%

Примечание. Источник – отчеты о деятельности антитеррористических комиссий субъектов федерации ЮФО.

Основной формой деятельности органов власти субъекта федерации в реализации мероприятий по обеспечению национальной безопасности являются государственные программы.

В Астраханской области государственные программы правоохранительной направленности реализуются с 2006 г.

В 2013-2014 гг. в Астраханской области впервые реализовывалась государственная программа, непосредственно направленная на противодействие угрозам терроризма и экстремизма, - программа «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы» [7], утвержденная областным Правительством. Мероприятия, включенные в состав программы, были составлены, в частности, на основании предложений территориальных федеральных правоохранительных и контрольно-надзорных органов. К сожалению, опыт реализации программы оказался менее продолжительным, чем это было предусмотрено. Тем не менее, полученные результаты позволяют дать оценку этому опыту и сформулировать выводы относительно такой формы организации работы по противодействию наиболее опасным угрозам национальной безопасности на региональном уровне. Программа предусматривала мероприятия профилактического воздействия в сфере противодействия терроризму и экстремизму, а также решение задач по обеспечению готовности организаций и учреждений области к предупреждению и пресечению актов терроризма и экстремизма. Практически все мероприятия, предусмотренные программой, были ориентированы на координацию действий исполнителей, относящихся к разным уровням власти – федеральному, региональному и муниципальному. При этом финансирование программы осуществлялось из средств бюджета Астраханской области (на 2013 г. – сумма свыше 11 млн. рублей) [7].

В рамках программы было предусмотрено проведение 34 групп мероприятий, которые были направлены на решение 5 основных задач. Среди состоявшихся за неполный период реализации программы мероприятий - профилактические семинары антитеррористической и антиэкстремистской направленности для молодежи, лекции, беседы, диспуты с учащимися спортивных школ с целью формирования у них активной гражданской позиции, тренинг социальных навыков.

Особо важным является вопрос о степени эффективности данных мер и действий. В 2014 г. в официальном документе, принятом Правительством области, была предпринята попытка определить степень успешности реализации программы за недолгий период ее реализации. В частности, отмечено, что программа внесла вклад в совершенствование мер борьбы с данными видами преступлений, а также указано, что «удалось не допустить резонансных актов терроризма и экстремизма на территории» региона в указанный период [8]. По нашему мнению, данная оценка также иллюстрирует серьезные проблемы в обеспечении объективной оценки эффективности государственных программ: очевидно, что не приведено достаточной аргументации того, что именно предусмотренные программой мероприятия повлияли на факт отсутствия актов терроризма и экстремизма, также неубедительно, что программа способствовала развитию мер борьбы с этими угрозами.

В 2013 г. общее число региональных целевых программ, ориентированных на вопросы правоохранительной деятельности, составило наибольшее число, - 5 [13]. Во всех этих программах соисполнителями выступали территориальные отделения федеральных правоохранительных органов. Вероятно, основная идея, которая является фундаментом этого сотрудничества федеральных и региональных органов власти, была сформулирована в паспорте программы «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы» и звучит следующим образом: «...решить вопрос (противодействия терроризму и экстремизму) одними только правоохранительными мерами невозможно... Выполнение предлагаемых мероприятий возможно только при объединении усилий исполнительных органов государственной власти Астраханской области, органов местного самоуправления муниципальных образований Астраханской области, территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, общественных объединений и организаций». Таким образом, именно данные программы являются на современном этапе реализации политики в сфере обеспечения национальной безопасности основными формами сотрудничества федеральных органов и органов власти субъекта федерации.

Следует признать, что реализация государственных программ по вопросам, относящимся к национальной безопасности, отличается в Астраханской области значительной степенью непоследовательности.

Уже в 2014 г. реализация областной государственной программы «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы» была прекращена в связи с включением запланированных мероприятий в состав более общей областной программы «Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности в Астраханской области» [8] и перевода ее в статус подпрограммы. Такая непоследовательность может быть оценена как несовершенство в планировании и осуществлении программно-целевого метода управления, что может нанести ущерб эффективности государственному управлению в этой области регулирования.

Основной задачей этой программы «Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности в Астраханской области», реализуемой в области в период до 2019 г., является обеспечение такого важней-

шего элемента национальной безопасности, как общественная безопасность. В соответствии с программно-целевым подходом, программа предусматривает перечень показателей эффективности программы, методику оценки эффективности, которая в значительной степени ориентируется на субъективные оценки (оценку удовлетворенности населения работой правоохранительной системы). Таким образом, для нее характерны те же методические недостатки, которые мы выявили на примере предыдущей государственной программы «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы». Основным индикатором достижения цели действующей государственной программы является сохранение на высоком уровне доли граждан, считающих работу органов внутренних дел удовлетворительной (55%). Очевидно, что ориентация на этот субъективный и относительный показатель, хотя и имеет отношение к обеспечению эффективности работы правоохранительных органов, содержит опасность смещения акцентов в деятельности органов управления, может стимулировать уделять повышенное внимание не столько непосредственной правоохранительной деятельности, сколько ее выгодной трансляции в общественное мнение. По нашему мнению, работа по популяризации работы органов управления не должна подменять объективные показатели и результаты их функционирования.

В рамках действующей областной программы подпрограмма «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области» сосуществует наряду с другими подпрограммами, в числе которых можно выделить такие, как «Профилактика правонарушений и усиление борьбы с преступностью в Астраханской области», «Комплексные меры противодействия злоупотреблению наркотиками и их незаконному обороту в Астраханской области» и т.д. По нашему мнению, их объединение в рамках единой областной программы имеет определенные преимущества в обеспечении эффективности достижения целей, поскольку способствует комплексному подходу в решении взаимосвязанных задач.

Областная подпрограмма «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области» реализуется в период до 2019 г. и предусматривает широкий круг исполнителей. Помимо областных организаций и учреждений, в качестве исполнителя этой подпрограммы по согласованию выступает и УВД по Астраханской области.

В целом анализ подпрограммы «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области» раскрывает особенности и проблемы взаимодействия федеральной власти и органов государственной власти субъекта федерации при решении задач, в решающей степени относящихся к компетенции федерального центра. Мероприятия, относящиеся к данной программе, в решающей степени ориентированы на совершенствование системы взаимодействия с правоохранительными органами в деятельности по пресечению экстремизма, проведению воспитательной работы, развитию гражданского общества и т.д.

Целевой индикатор подпрограммы является объективным и предполагает недопущение увеличения доли зарегистрированных преступлений террористического и экстремистского характера свыше 0,3% от общего числа преступлений на территории субъекта федерации. Таким образом, государственная власть Астраханской области ставит целью своей деятельности в данной сфере достижение показателей, относящихся к деятельности правоохранительных органов федерального подчинения.

Измеримыми результатами реализации программы является, в частности, статистика, отражающая отношение граждан к проблеме терроризма и экстремизма. В частности, по данным управления по взаимодействию с воинскими частями и правоохранительными органами администрации Губернатор, в период с 2013 по 2015 гг. в 2,5 раза увеличилась доля респондентов, считающих, что проблемы экстремизма и терроризма в регионе нет [12]

В таблице 2 отражены основные виды работ по предотвращению терроризма и экстремизма, которые проводятся ответственными органами Астраханской области в ходе реализации соответствующих государственных программ. В результате их анализа нами выделено 14 основных видов работ, которые были классифицированы и распределены по 3 группам: информационно-аналитическая работа, разъяснительная и просветительская работа и работа по технологическому развитию.

Таблица 2

**Основные виды работ по предотвращению терроризма и экстремизма в рамках реализации
государственных программ Астраханской области**

Информационно-аналитическая работа	
1	Социально-психологическое тестирование в образовательных учреждениях
2	Информирование населения о работе правоохранительных органов
3	Мониторинг региональных СМИ и социальных сетей
Разъяснительная и просветительская работа	
4	Издание буклетов
5	Установка стендов
6	Производство видеороликов антитеррористической направленности
7	Семинары и конференции
8	Встречи с руководителями национально-культурных обществ и конфессий
9	Встречи и беседы с молодежью по профилактике экстремизма
10	физкультурно-массовые и спортивные мероприятия под девизом «Спорт против террора»
11	Включение в учебные программы тематики противодействия экстремизму и терроризму и первоначальных мер по предотвращению террористических актов
Технологическое развитие	
12	Разработка антитеррористических паспортов для социальных учреждений
13	Установка систем видеонаблюдения в социальных учреждениях
14	Тренировки по ликвидации и минимизации последствий теракта

Примечание: источник - паспорта государственных программ Астраханской области по вопросам в сфере обеспечения безопасности и отчеты о ходе их реализации.

Отдельным вопросом эффективности программно-целевого метода в решении задач по обеспечению национальной безопасности является методика программ и используемые индикаторы и количественные показатели. С одной стороны, индикаторы обеспечивают измеримость результатов реализации программы и могут быть признаны необходимыми для объективной оценки результатов реализации программ. С другой стороны, методология выбора индикаторов в данной сфере регулирования вызывает вопросы. В частности, областная программа «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы» предусматривала 7 количественных показателей. Если такие показатели, как доля от общего числа населения области, участвующая в террористических или экстремистских организациях, не вызывает серьезных сомнений, то некоторые другие результаты реализации программы оценить при помощи количественных показателей проблематично. Например, 3-й из показателей был определен как «доля готовности сил и средств к предупреждению и пресечению террористических актов и проявлений экстремизма, минимизации и ликвидации их последствий». Возможность точной количественной оценки этой готовности, по нашему мнению, является спорной. Тем не менее, данное замечание не предполагает отрицания значимости программно-целевого подхода в целом, но акцентирует внимание на необходимости поиска более корректных и точных форм его использования для обеспечения эффективности государственного управления.

Закключение. В результате проведенного исследования, обработки источников о деятельности органов государственной власти по отдельным вопросам обеспечения национальной безопасности, были уточнены научные представления о формах участия органов власти субъекта федерации в политике по обеспечению национальной безопасности. Некоторые из использованных в статье источников, в частности, отчеты о деятельности антитеррористических комиссий в субъектах федерации ЮФО и отчеты о реализации некоторых целевых программ Астраханской области, впервые введены в научный оборот. Обосновано, что основными конкретными формами участия органов власти субъекта федерации в политике по обеспечению национальной безопасности являются антитеррористические комиссии и областные целевые программы.

Объективная оценка эффективности реализации областных программ затруднена также в связи с тем, что криминогенная ситуация в регионе может существенно изменяться не вследствие проводимых в рамках программ мероприятий, но под воздействием более значимых факторов общенациональной или даже глобальной значимости. Таким образом, оценка эффективности определенных целевых программ является в связи с этим методологически сложной задачей, что имеет значение для корректного определения возможностей данной формы государственно-управленческого регулирования. Выявленные противоречия в системе индикаторов

целевых программ позволяют критически оценить перспективы программно-целевого метода для решения задач по обеспечению национальной безопасности. Исключительная значимость, которую приобрел на современном этапе программно-целевой метод для решения различных задач государственного управления, может быть пересмотрена в зависимости от объекта регулирования. Тем не менее, именно программно-целевой метод превращается на современном этапе в основную форму участия органов власти субъектов федерации в реализации политики по обеспечению национальной безопасности.

Современная система взаимодействия органов государственной власти в проведении политики по обеспечению национальной безопасности актуализирует вопрос о возможных путях ее дальнейшего совершенствования.

В современной российской системе обеспечения национальной безопасности присутствуют противоречивые тенденции централизации политики обеспечения безопасности и развития новых форм участия субъектов федерации в проведении этой политики. Некоторые формы взаимодействия федеральных и региональных органов власти в данной сфере регулирования сложились еще в 1990-е гг., в последующий период пережили значительную трансформацию. Институциональная основа для эффективного участия органов государственной власти субъекта федерации в политике по обеспечению безопасности продолжает развиваться. Можно предположить, что дальнейшее совершенствование системы взаимодействия органов власти в политике по обеспечению национальной безопасности может быть связано с активизацией потенциала субъектов федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» от 06.10.99 N 184-ФЗ
2. Указ Президента РФ от 15.02.2006 г. N 116 «О мерах по противодействию терроризму»
3. Постановление Правительства РФ от 16 января 1997 г. N 45 «О создании Межведомственной антитеррористической комиссии Российской Федерации»
4. Постановление Главы администрации Астраханской области от 16.02.1998 г. № 63 «О создании межведомственной антитеррористической комиссии Астраханской области»
5. Постановление Правительства Астраханской области от 26. 08. 2005 года N 308-П «О региональной антитеррористической комиссии Астраханской области».
6. Постановление Правительства Астраханской области от 19. 04. 2006 г. N 104-П «Об антитеррористической комиссии Астраханской области»
7. Постановление Правительства Астраханской области 15.08.2012 г. N 350-П «О государственной программе «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013-2017 годы»
8. Постановление Правительства Астраханской области 12.09.2014 г. N 383-П «О государственной программе «Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности в Астраханской области».
9. Постановление Правительства Астраханской области 9.03.2017 г. N 66-П «О внесении изменения в Постановления Правительства Астраханской области»
10. Распоряжение Правительства Астраханской области от 08.06.2012 г. № 250-ПР О концепции комплексной долгосрочной целевой программы «Профилактика экстремизма и терроризма в Астраханской области на 2013 — 2017 годы»
11. Новоселов С.В. Особенности современной системы региональной безопасности в Каспийском регионе // Каспийский регион: политика, экономика, культура. - 2016. - №4. - С. 103-111.
12. Отчет о ходе реализации государственной программы «Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности в Астраханской области» за 9 месяцев 2015 года. URL: <https://adm.astrobl.ru/document/7799>
13. Перечень региональных государственных программ правоохранительной направленности, соисполнителем которых является УМВД России по Астраханской области. URL: <https://30.xn--b1aew.xn--p1ai/document/2125545>
14. Семенов В.С. Наркотрафик и незаконное производство наркотических средств как угроза национальной безопасности (региональный аспект) // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. - 2013. - № 4. - С. 203-209.
15. Семенов В.С. Социально-политические условия воспроизводства угроз безопасности (на материалах юга России). Автореф. дисс. канд. полит. наук. М., 2014.
16. Усманов Р. Х. Этнополитическая безопасность приграничных территорий Юга России и перспективы фронтальной миграции // Человек. Сообщество. Управление. - 2013. - №2. - С. 29-40.
17. Усманов Р.Х. Геополитические процессы Каспийского региона в контексте национальной безопасности // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. - 2015. - №3. - С. 58-63.

ОБ АВТОРЕ

Пономаренко Ярослав Андреевич, аспирант кафедры политологии и международных отношений Астраханского государственного университета, e.kaeva@yandex.ru

Ponomarenko Yaroslav Andreevich, Post-Graduate student, chair of Political Science and International Relations at the Astrakhan State University, e.kaeva@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

А. М. Ерохин [A. M. Erokhin]
 С. М. Воробьев [S. M. Vorobev]
 Е. А. Авдеев [E. A. Avdeev]

УДК 323.22/28

КОНФЛИКТОГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭТНОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ КАВКАЗЕ: ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ*

CONFLICTOGENIC POTENTIAL OF ETHNOPOLITICAL PROCESSES IN THE NORTH AND SOUTH CAUCASUS: GENERAL AND SPECIAL*

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия

Аннотация. Актуальность темы обусловлена наличием конфликтогенного потенциала этнополитических процессов на Кавказе, а также характерным для региона высоким уровнем социальной и политической активности молодежи и ее активным участием в общественно-политических процессах.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. В статье определяется отношение молодежи к этнополитическим процессам в Кавказском макрорегионе, представлен анализ оценок и представлений молодежи о причинах этнополитических конфликтов, степени конфликтности этнополитических процессов, наличие/отсутствие проблемы в общении, взаимодействии людей разных национальностей, религий и выявление причин этнополитических противоречий и разногласий в регионе. Основой исследования является социологический метод, метод политического анализа и использование статистических данных. Источниковую базу составили результаты социологического опроса студентов бакалавриата и магистратуры в возрасте 18-24 года вузов Северного и Южного Кавказа, проведенного в рамках проекта «Этнополитические процессы на Кавказе в оценках и представлениях современной молодежи», грант РФФИ и АНО ЭИСИ № 19-011-31300.

Заключение. Сделаны выводы, что этнополитические процессы на Кавказе в целом стабилизировались. Молодежь Кавказа позитивно рассматривает этнополитические процессы в регионе. По-прежнему остаются не изжитыми такие факторы этнополитической напряженности, как нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты, социально-экономические проблемы в регионе. Внешние факторы такие как влияние ведущих государств мира, разделяющих народы Кавказа (США и ЕС) в большей степени выделяются на Южном Кавказе.

Ключевые слова: этнополитические процессы, этнополитические конфликты, межнациональные отношения, Северный Кавказ, Южный Кавказ, молодежь.

Annotation. The relevance of the topic is due to the presence of conflicting opportunities for ethno-political and logical processes in the Caucasus, which is also a high level of social and political activity of youth characteristic of the region and its active participation in socio-political processes.

Materials and methods, results and discussions. The article defines the attitude of young people to ethno-political processes in the Caucasus macro-region, presents an analysis of assessments and ideas of young people about the causes of ethno-political conflicts, the degree of conflict of ethno-political processes, the presence / absence of communication problems, the interaction of people of different nationalities, religions and identifies the causes of ethno-political contradictions and disagreements in the region. The basic research is the sociological method, the method of political analysis and the use of statistical data. The source base was the results of a sociological survey of undergraduate and graduate students at the age of 18-24 from universities in the North and South Caucasus, conducted as part of the project "Ethnopolitical Processes in the Caucasus in the Assessments and Representations of Modern Youth".

Conclusion. It was concluded that the ethno-political processes in the Caucasus as a whole have stabilized. Caucasian youth positively considers ethno-political processes in the region. Such factors of ethno-political tension as unresolved ethno-territorial disputes and conflicts, and socio-economic problems in the region still remain unsettled. External factors such as the influence of the leading states of the world that divide the peoples of the Caucasus (USA and EU) are more prominent in the South Caucasus.

Key words: ethno-political processes, ethno-political conflicts, interethnic relations, the North Caucasus, the South Caucasus, youth.

Введение. Актуализация этнополитической проблематики в политических процессах в Кавказском макрорегионе обусловлена наличием конфликтогенного потенциала этнополитических процессов на Северном и Южном Кавказе, в котором одним из акторов является молодежь, характеризующаяся высоким уровнем социальной и политической активности и участием в общественно-политических процессах. Кавказский регион имеет этнополитическую специфику, проявляющуюся в существенных особенностях этнополитических противоречий в различных регионах Кавказа. В данном исследовании показаны особенности, а также общие харак-

терные черты этнополитических процессов, протекающих на Северном и Южном Кавказе. Важной задачей является раскрытие роли и влияния этнополитических конфликтов на политические процессы и региональную безопасность, обеспечение стабильности и добрососедства сопредельных государств региона [4, С. 87].

Последние несколько лет этнополитические процессы на Северном Кавказе характеризовались относительной стабильностью и низким уровнем конфликтности. Об этом свидетельствуют результаты социологических исследований и экспертных опросов, а также объективные данные о террористической активности в регионе [5]. В этнополитическом пространстве региона не наблюдаются активные всплески этнического сепаратизма, крайне редки блоковые (агрегированные) конфликты, происходят лишь локальные случаи этноконфликтной мобилизации, сокращается число конфликтов с ярко выраженной этнической составляющей. В настоящее время органам регионального государственного управления удается быстро локализовать и купировать возникающие конфликтные ситуации, также предотвращать их эскалацию [2, С. 46-47].

Материалы и методы. Однако конфликтогенный потенциал этнополитических процессов в кавказском макрорегионе продолжает сохраняться, при этом основными причинами являются нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты. В постсоветский период многие народы Кавказа оказались разделенными государственными границами, при этом в образованных независимых государствах Южного Кавказа народы оказались разделены на государствообразующие и национальные меньшинства, часть народов оказались разделены государственными границами. На Южном Кавказе только Республика Армения является в основном мононациональной страной. В Республике Азербайджан имеются довольно значительные этнические группы дагестанских народов, таких как лезгины, аварцы, рутульцы и др. На Северном Кавказе большинство республик по прежнему являются многонациональными, в них постоянно возникает этнотерриториальная проблематика, которая приводит к возникновению этнополитической напряженности [9, С. 108].

Значимым фактором конфликтогенного потенциала этнополитических процессов является сохраняющаяся относительная бедность населения региона. По данным Росстат в 2018 г. самые низкие средние заработные платы по стране были в Республике Дагестан, Кабардино-Балкарской Республике, Республике Ингушетия и Карачаево-Черкесской Республике [7]. Северно-Кавказский федеральный округ находится по уровню потребления домашних хозяйств на последнем месте в Российской Федерации [6]. Другим фактором, влияющим на конфликтный потенциал, является высокий уровень безработицы в регионе [8]. Важным условием социального недовольства и усиления этнополитической конфликтности является коррупция. Специфической чертой региона является сочетание коррупции с этноклановостью и nepотизмом, что приводит к значительному повышению этносоциальной и этнополитической напряженности [1, С. 136]. Значимой внешней причиной дестабилизации политических процессов является деструктивное воздействие в регионе международного терроризма, проявляющегося в действиях экстремистских исламских религиозных организаций. По мнению ряда региональных экспертов, влияние международного терроризма, носящего религиозный характер, на Кавказе снижается, однако он по-прежнему является одной из угроз для региональной безопасности на Кавказе [5, С. 6-11]. Одним из основных акторов этнополитических процессов на Кавказе является молодежь. Абсолютное большинство молодых людей проявляет интерес к политическим процессам, происходящим в регионе и считает, что что активное участие в политической жизни региона молодежи необходимо [3, С. 88-96].

Результаты и обсуждения. В статье приводится политологический анализ основных результатов социологического опроса, в котором выделяется общее и особенное в оценках и представлениях студентов ведущих вузов Северного и Южного Кавказа, касающихся этнополитических процессов в регионе. Среди проблем общественной жизни, которые беспокоят молодежь в настоящее время, наиболее важной в оценках молодежи Кавказа является инфляция и рост цен на товары и услуги (62% опрошенных студентов на Северном и 63% на Южном Кавказе). Следующей по значимости проблемой является безработица (56% респондентов Северного Кавказа и 61% Южного Кавказа), коррупция (58% среди молодежи Северного Кавказа и 51% Южного Кавказа). Больше всего беспокоит рост цен на товары и услуги молодежь Дагестана (74%), безработица – молодежь Дагестана (73%), Кабардино-Балкарии (73%), Карачаево-Черкессии (72%) и Ингушетии (72%), а коррупция – молодежь Дагестана (73%) и Чечни (72%). Таким образом, в качестве основных проблем общественной жизни большинство молодых людей выделяют социально-экономические условия общественной жизни, такие как инфляция, рост цен на товары и услуги, безработица и коррупция. Социально-политические факторы общественной жизни, такие как криминогенная обстановка, демократия и права человека, этнотерриториальные проблемы, экстремизм и радикализм беспокоят молодежь региона гораздо меньше (см. таблицу 1).

Таблица 1

Какие проблемы общественной жизни Вас беспокоят в настоящее время больше всего?

(выберите не более 3 ответов) (в%)

Какие проблемы общественной жизни Вас беспокоят в настоящее время больше всего?	Ставропольский край, n=307	Республика Дагестан, n=214	КБР, n=104	КЧР, n=104	РСО-Алания, n=107	Чеченская Республика, n=114	Республика Ингушетия, n=108	Всего по Северному Кавказу, n=1058	Республика Южная Осетия, n=100	Республика Абхазия, n=214	Республика Армения, n=328	Республика Азербайджан, n=376	Всего по Южному Кавказу, n=1018
Инфляция, рост цен на товары и услуги	61	74	62	62	65	64	49	62	64	60	63	63	63
Падение уровня доходов	49	24	38	47	46	66	37	44	27	52	41	52	43
Безработица	43	73	73	72	57	19	72	59	67	57	63	57	61
Коррупция	57	73	48	41	60	72	57	58	57	48	42	56	51
Криминогенная обстановка	10	5	12	13	9	11	6	9	7	14	6	1	7
Демократия и права человека	34	19	25	16	30	15	29	24	23	25	12	37	24
Этнотерриториальные проблемы	11	7	9	18	10	11	32	14	6	13	10	13	10
Экстремизм, радикализм	27	20	22	18	21	18	12	20	21	17	6	2	11

По мнению большинства опрошенных студентов Северного и Южного Кавказа (Северный Кавказ – 69% респондентов, Южный Кавказ – 60%) низкий уровень доходов, безработица, социальная незащищенность и отсутствие жизненных перспектив среди молодежи является важнейшим источником этнополитических конфликтов, роста экстремизма и радикализма в молодежной среде, с этим согласны 80% студенческой молодежи Чеченской Республики на Северном Кавказе и 69% Республики Азербайджан на Южном Кавказе (см. табл. 2).

Таблица 2

Являются ли, по Вашему мнению, низкий уровень доходов, безработица, социальная незащищенность и отсутствие жизненных перспектив среди молодежи важнейшим источником этнополитических конфликтов, роста экстремизма и радикализма в молодежной среде? (в%)

Являются ли, по Вашему мнению, низкий уровень доходов, безработица, социальная незащищенность и отсутствие жизненных перспектив среди молодежи важнейшим источником этнополитических конфликтов, роста экстремизма и радикализма в молодежной среде?	Ставропольский край, n=308	Республика Дагестан, n=214	КБР, n=104	КЧР, n=103	РСО-Алания, n=107	Чеченская Республика, n=114	Республика Ингушетия, n=107	Всего по Северному Кавказу, n=1057	Республика Южная Осетия, n=99	Республика Абхазия, n=217	Республика Армения, n=327	Республика Азербайджан, n=375	Всего по Южному Кавказу, n=1013
Да, являются	60	84	58	64	69	80	68	69	56	57	59	69	60
Нет, не являются	14	5	5	7	11	7	8	8	23	13	8	4	12
Затрудняюсь ответить	26	11	37	29	20	13	24	23	21	30	33	26	28

Отвечая на вопрос «Считаете ли Вы, что существуют этнополитические разногласия в Вашем регионе (республике, стране)?» большинство студентов Северного и Южного Кавказа отмечали, что разногласий «нет» или «не знаю». Более половины опрошенных студентов отвечают «да», существуют этнополитические разногласия в Республике Дагестан (50%), РСО-Алания (53%) и в Республике Азербайджан (53%). Таким образом, различий во взглядах молодежи на существование этнополитических разногласий на Северном и Южном Кавказе в целом нет (см. таблицу 3).

Таблица 3

Считаете ли Вы, что существуют этнополитические разногласия в Вашем регионе (республике, стране)?
(в %)

Считаете ли Вы, что существуют этнополитические разногласия в Вашем регионе (республике, стране)?	Ставропольский край n=299	Республика Дагестан, n=198	КБР, n=89	КЧР, n=94	РСО-Алания, n=99	Чеченская Республика, n=113	Республика Ингушетия, n=103	Всего по Северному Кавказу, n=995	Республика Южная Осетия, n=93	Республика Абхазия, n=190	Республика Армения, n=291	Республика Азербайджан, n=369	Всего по Южному Кавказу, n=943
Да	43	50	35	38	53	18	39	39	38	46	33	53	43
Нет	28	21	30	27	23	65	31	32	32	28	30	16	26
Не знаю	29	29	35	35	24	17	30	29	30	26	37	31	31

Таблица 4

Оцените степень конфликтности в этнополитических процессах на Кавказе между вашим регионом (республикой, страной) и другими регионами (республиками, странами)

(1 – минимальный уровень конфликтности, 5 – максимальный уровень конфликтности)? (в %)

Оцените степень конфликтности в этнополитических процессах на Кавказе между вашим регионом (республикой, страной) и другими регионами (республиками, странами)?	Ставропольский край, n=296	Республика Дагестан, n=194	КБР, n=87	КЧР, n=96	РСО-Алания, n=99	Чеченская Республика, n=113	Республика Ингушетия, n=99	Всего по Северному Кавказу, n=984	Республика Южная Осетия, n=94	Республика Абхазия, n=217	Республика Армения, n=293	Республика Азербайджан, n=372	Всего по Южному Кавказу, n=976
Оценка - 1	11	9	13	37	10	11	12	15	4	22	12	6	11
Оценка - 2	29	12	29	10	25	11	17	19	11	21	22	11	16
Оценка - 3	43	68	45	45	43	72	41	51	69	38	40	52	50
Оценка - 4	12	7	9	5	14	4	20	10	12	12	16	23	16
Оценка - 5	5	4	4	3	7	2	9	5	4	7	10	8	7

Большинство студентов Северного Кавказа (51%) и Южного Кавказа (50%) оценили степень конфликтности этнополитических процессах на Кавказе между вашим регионом (республикой, страной) и другими регионами (республиками, странами) как среднюю (оценка 3) и низкую (34% - на Северном Кавказе, 27% - на Южном Кавказе) (оценка 1 и оценка 2). Таким образом, по мнению студенческой молодежи, конфликтность в этно-

политических процессах на Кавказе продолжает сохраняться, расхождения в оценке степени конфликтности в этнополитических процессах на Кавказе среди молодежи минимальные (см. таблицу 4).

Отвечая на вопрос «Что, на Ваш взгляд, является главной причиной этнополитических конфликтов в Вашем регионе (республике, стране)?» большинство респондентов (53%) на Северном и Южном Кавказе в качестве главной причины этнополитических конфликтов выделяют нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты. Социально-экономические проблемы как главную причину этнополитических конфликтов отмечают 35% студентов Северного Кавказа и 22% студентов Южного Кавказа. Влияние ведущих государств мира, разделяющих народы Кавказа (США и ЕС) считают главной причиной этнополитических конфликтов 8% студентов Северного и 19% Южного Кавказа, наибольшее значение этому уделяют 38% студентов Республики Южная Осетия. Таким образом, в качестве главной причины этнополитических конфликтов в регионе, по мнению студенческой молодежи, являются нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты, а также социально-экономические проблемы населения. В большей степени социально-экономические проблемы как главную причину этнополитических конфликтов выделяют студенты Северного Кавказа, а влияние ведущих государств мира, разделяющих народы Кавказа – студенты Южного Кавказа (см. таблицу 5).

Таблица 5

Что, на Ваш взгляд, является главной причиной этнополитических конфликтов в Вашем регионе (республике, стране)? (в %)

Что, на Ваш взгляд, является главной причиной этнополитических конфликтов в Вашем регионе (республике, стране)?	Ставропольский край, n=288	Республика Дагестан, n=192	КБР, n=84	КЧР, n=92	РСО-Алания, n=95	Чеченская Республика, n=112	Республика Ингушетия, n=98	Всего по Северному Кавказу, n=961	Республика Южная Осетия, n=94	Республика Абхазия, n=117	Республика Армения, n=286	Республика Азербайджан, n=372	Всего по Южному Кавказу, n=896
Нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты	53	53	45	48	62	51	62	53	52	48	53	58	53
Социально-экономические проблемы	33	38	34	46	24	38	30	35	8	32	27	23	22
Влияние ведущих государств мира, разделяющих народы Кавказа (США, Евросоюз)	8	5	8	5	11	8	7	8	38	16	11	10	19
Влияние ведущих региональных государств, расширяющих сферу своего влияния в регионе (Турция, Саудовская Аравия)	6	4	13	1	3	3	1	4	2	5	9	9	6

Абсолютное большинство опрошенных студентов Северного и Южного Кавказа отметили, что существуют проблемы в общении и взаимодействии людей разных национальностей и религий. При этом 12% студентов Северного Кавказа считает, что это серьезная проблема, а 54%, что это далеко не главная проблема, 20% студентов Южного Кавказа считает, что это очень серьезная проблема, а 37%, что это далеко не главная проблема. Проблемы в общении людей разных национальностей в большей степени отмечают студенты Республики Дагестан, Кабардино-Балкарской Республики, Карачаево-Черкесской Республики, а также Чеченской республики. В целом эта проблема более актуальная для студентов Северного Кавказа, чем Южного (см. таблицу 6).

Таблица 6

Как Вы считаете, существует ли в вашем регионе (республике, стране) проблема в общении, взаимодействии людей разных национальностей, религий? (в %)

Как Вы считаете, существует ли в вашем регионе (республике, стране) проблема в общении, взаимодействии людей разных национальностей, религий?	Ставропольский край, n=295	Республика Дагестан, n=196	КБР, n=90	КЧР, n=96	РСО-Алания, n=96	Чеченская Республика, n=112	Республика Ингушетия, n=101	Всего по Северному Кавказу, n=986	Республика Южная Осетия, n=94	Республика Абхазия, n=184	Республика Армения, n=291	Республика Азербайджан, n=372	Всего по Южному Кавказу, n=941
Да, это очень серьезная проблема	12	10	12	16	15	8	12	12	4	20	25	30	20
Да, но это далеко не главная проблема	57	64	61	56	42	68	30	54	45	36	31	38	37
Нет, данной проблемы не существует	20	20	17	23	31	15	49	25	43	33	23	18	29
Затрудняюсь ответить	11	5	10	5	13	9	10	9	9	13	21	15	14

Причиной проблем в общении людей разных национальностей по оценкам опрошенных студентов как Северного (39%), так и Южного Кавказа (43%) является национальная принадлежность, а также национальный радикализм (27% на Северном и 26% на Южном Кавказе). В наибольшей степени национальная принадлежность является причиной для студентов Карачаево-Черкесской Республики (68%) и Республики Южная Осетия (66%). Национальный радикализм в качестве причины выделяют 38% студентов Республики Дагестан, 34% - Республики Ингушетия, 29% - Республики Абхазия. Таким образом, основной причиной проблем в общении людей разных национальностей и религий является национальная принадлежность и национальный радикализм. Не является проблемой в общении религиозная принадлежность и религиозный радикализм для большинства студентов Кавказского макрорегиона (см. таблицу 7).

Таблица 7

Что чаще является причиной данной проблемы? (в %)

Что чаще является причиной данной проблемы?	Ставропольский край, n=268	Республика Дагестан, n=177	КБР, n=80	КЧР, n=88	РСО-Алания, n=88	Чеченская Республика, n=108	Республика Ингушетия, n=74	Всего по Северному Кавказу, n=883	Республика Южная Осетия, n=79	Республика Абхазия, n=151	Республика Армения, n=275	Республика Азербайджан, n=335	Всего по Южному Кавказу, n=840
Национальная принадлежность	34	39	49	68	28	26	27	39	66	33	32	40	43
Национальный радикализм	30	38	26	17	18	27	34	27	20	29	30	25	26
Религиозная принадлежность	21	9	8	5	28	30	12	16	6	15	11	9	10
Религиозный радикализм	10	7	14	3	15	11	8	10	4	16	12	13	11

При ответах на вопрос «К кому Вы готовы обратиться, если Ваши права и личное достоинство нарушаются по причине национальности или религиозной принадлежности?» 31% студентов Северного Кавказа и 24% студентов Южного Кавказа готовы обратиться к родителям, 21% студентов Северного Кавказа и 20% Южного Кавказа к администрации вуза. К друзьям/подругам и представителям своей диаспоры готовы обратиться 16% опрошенных студентов на Северном Кавказе, 18% - на Южном. Разницы во взглядах студентов Северного и Южного Кавказа при ответах на данный вопрос нет (см. таблицу 8).

Таблица 8

К кому Вы готовы обратиться, если Ваши права и личное достоинство нарушаются по причине национальности или религиозной принадлежности? (в %)

К кому Вы готовы обратиться, если Ваши права и личное достоинство нарушаются по причине национальности или религиозной принадлежности?	Ставропольский край, n=280	Республика Дагестан, n=186	КБР, n=83	КЧР, n=96	РСО-Алания, n=93	Чеченская Республика, n=112	Республика Ингушетия, n=101	Всего по Северному Кавказу, n=951	Республика Южная Осетия, n=92	Республика Абхазия, n=176	Республика Армения, n=285	Республика Азербайджан, n=368	Всего по Южному Кавказу, n=921
К друзьям/подруга	23	15	8	15	25	12	16	16	7	20	16	31	18
К родителям	30	36	25	33	25	38	32	31	25	28	28	17	24
К преподавателям	4	9	4	3	3	3	2	4	7	7	7	7	7
К администрации вуза	20	18	34	16	26	16	17	21	32	22	18	9	20
К представителям Вашей диаспоры	9	16	16	15	16	29	22	16	11	13	19	24	18

Выводы/ Заключение. Этнополитические процессы на Северном Кавказе в целом стабилизировались. Спектр основных этнополитических проблем, который беспокоит молодежь Кавказского макрорегиона, в большинстве своём совпадает и является общим, как для Северного, так и для Южного Кавказа. Острота этих проблем зависит от исторически не разрешенных этнотерриториальных конфликтов, этнополитических противоречий, заложенных в государственно-политическом устройстве республик Кавказа, а также от социального самочувствия, материального благополучия и уровня безработицы среди молодежи, сложности криминогенной обстановки. Результаты проведенного исследования показали, что молодежь в регионе позитивно рассматривает этнополитические процессы в регионе, более половины опрошенных студентов не отмечают высокую степень конфликтности в этнополитических процессах на Кавказе. Большинство опрошенных студентов считает, что низкий уровень доходов, безработица, социальная незащищенность и отсутствие жизненных перспектив среди молодежи является важнейшим источником этнополитических конфликтов, роста экстремизма и радикализма в молодежной среде. Студенческая молодежь Северного и Южного Кавказа отмечает, что есть проблемы во взаимоотношениях, причиной которых является национальность, но это далеко не главная проблема. Основными причинами этнополитической конфликтности продолжают оставаться нерешенные этнотерриториальные споры и конфликты, а также социально-экономические проблемы региона. Молодежь беспокоят такие негативные явления, как инфляция, рост цен на товары и услуги, коррупция, падение уровня доходов и безработица.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авксентьев В.А. Этнополитические процессы на Северном Кавказе: стабилизация, факторы, риски / В сборнике: Национальное строительство: состояние, проблемы, перспективы. Материалы Всероссийской научной конференции. 2018. С. 131-140.
2. Аствацатурова М.А. Современные этнополитические процессы и политико-управленческие тренды в Северо-Кавказском федеральном округе // Политика развития, государство и мировой порядок: Материалы VIII Всероссийского конгресса политологов. М.: Изд-во «Аспект-Пресс». 2018. С. 46-47.
3. Ерохин А.М., Воробьев С.М. Политическая активность студенческой молодежи Северного Кавказа // Экономические и гуманитарные исследования регионов. №4. 2019. С. 88 – 96.
4. Ласария А.О. Регулирование этнополитических конфликтов на Северном и Южном Кавказе: сущность и специфика // PolitBook. 2017. № 1. С. 87-91.
5. Межэтнические отношения и религиозная ситуация в Северо-Кавказском федеральном округе. Второе полугодие и итоги 2018 г. / под. общ. ред В.А. Тишкова. Экспертный доклад. – Пятигорск: ПГУ, 2018. – 154 с.
6. Социальное положение и уровень жизни населения России [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/rudoc_1138698314188 (25.07.2019)
7. Средняя зарплата в России по регионам в 2019 году [Электронный ресурс] Режим доступа: http://fincan.ru/articles/71_srednyaja-zarplata-v-rossii-po-regionam-v-2019-godu (26.07.2019)
8. Уровень безработицы населения по субъектам Российской Федерации // Трудовые ресурсы. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/# (28.07.2019)
9. Эмиров Р.М. Этно-политический фактор конфликтности во взаимоотношениях между Северным и Южным Кавказом // Вопросы политологии. Выпуск 3 (27). 2017. С. 106-113.

REFERENCES

1. Avksentev V.A. Ethnopolitical processes in the North Caucasus: stabilization, factors, risks / National Construction: State, Problems, Prospects Materials of the All-Russian Scientific Conference. 2018. P. 131-140.
2. Astvacaturova M.A. Modern Ethnopolitical Processes and Political and Administrative Trends in the North Caucasus Federal District // Development Policy, State and World Order: Materials of the VIII All-Russian Congress of Political Scientists. M.: «Aspekt-Press». 2018. P. 46-47.
3. Erohin A.M., Vorobev S.M. Political activity of students of the North Caucasus // Economic and humanitarian studies of the regions. №4. 2019. P. 88 – 96.
4. Lasariya A.O. Regulirovanie etnopoliticheskikh konfliktov na Severnom i YUzhnom Kavkaze: sushchnost' i specifika // PolitBook. 2017. № 1. P. 87-91.
5. Interethnic relations and the religious situation in the North Caucasus Federal District. The second half of the year and the results of 2018 / under. total red V.A. Tishkov. Expert report. - Pyatigorsk: PSU, 2018. – 154 p.
6. Social status and living standards of the population of Russia [Electronic resource] URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138698314188 (26.07.2019)
7. The average salary in Russia by region in 2019 [Electronic resource] URL: http://fincan.ru/articles/71_srednyaja-zarplata-v-rossii-po-regionam-v-2019-godu (26.07.2019)
8. The unemployment rate of the population of the constituent entities of the Russian Federation // Labor resources. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/# (28.07.2019)
9. Emirov R.M. Etno-politicheskij faktor konfliktnosti vo vzaimootnosheniyah mezhdru Severnym i YUzhnym Kavkazom // Voprosy politologii. Vypusk 3 (27). 2017. P. 106-113.

* **Финансирование:** Статья подготовлена в рамках проекта «Этнополитические процессы на Кавказе в оценках и представлениях современной молодежи», грант РФФИ и АНО ЭИСИ № 19-011-31300

Вклад автора

Все авторы ответственны за идеи исследования и в равной степени участвовали в написании данной статьи.

ОБ АВТОРАХ

Ерохин Алексей Михайлович, д. социол. н., профессор, заведующий кафедрой философии СКФУ (a_erochin@mail.ru). Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

Erokhin Alexey Mikhailovich, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Head of the Department of Philosophy NSFU (a_erochin@mail.ru). Address: 1, Pushkin Street, Stavropol 355017

Воробьев Сергей Михайлович, к. полит. н., доцент, доцент кафедры философии СКФУ (sergey_vorobev_54@mail.ru). Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

Vorobev Sergey Mikhailovich, Ph. D. in Political science, associate professor, Department of Philosophy NSFU (sergey_vorobev_54@mail.ru). Address: 1, Pushkin Street, Stavropol

Авдеев Евгений Александрович, к. филос. н., старший преподаватель кафедры философии СКФУ (ewg.avdeev@yandex.ru) Адрес: 55017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.

Avdeev Evgeny Alexandrovich, Ph. D. in Philosophy, Senior Lecturer, Department of Philosophy NSFU (ewg.avdeev@yandex.ru).Address: 1, Pushkin Street, Stavropol

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Н. Ю. Шлюндт [N. Y. Shlyundt]¹Э. А. Емужева [E. A. Emuzova]²

УДК 327.8

**ФИНАНСОВЫЕ САНКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ МЕЖДУНАРОДНОГО
ВЛИЯНИЯ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ
ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ****FINANCIAL SANCTIONS AS AN INSTRUMENT OF INTERNATIONAL
INFLUENCE: TRENDS AND WAYS TO IMPROVE POLITICAL EFFICIENCY**¹Институт Дружбы народов Кавказа, г. Ставрополь, Россия

Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, e-mail: nshlundt@yandex.ru

²Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Россия, КБР, г. Нальчик,
e-mail: evelina080780@rambler.ru

Аннотация. В настоящей статье представлены основные результаты исследования, посвященного совершенствованию финансовых санкций как инструмента международного влияния. Автор выделяет два основных способа повышения политической эффективности финансовых санкций, таргетирование и, приобретающую в последнее время все большую значимость, технологизацию. Он доказывает факт конвергенции финансовых мер давления и киберпространственных операций, обосновывает понятие киберфинансовых инструментов внешней политики.

Ключевые слова: международное влияние, финансовые санкции, политическая эффективность, таргетированные санкции, киберфинансовые санкции.

Abstract. This article presents the results of a study on improving financial sanctions as an instrument of international influence. The author identifies two main ways to increase the political effectiveness of financial sanctions, targeting and, recently gaining increasing importance, technologization. It proves the convergence of financial pressure and cyberspace operations, substantiates the concept of cyberfinancial tools of foreign policy.

Key words: international influence, financial sanctions, political efficiency, targeted sanctions, cyberfinancial sanctions.

Введение и актуальность. Экономические инструменты занимают одно из центральных мест среди средств международного влияния современных государств, применяясь для достижения самых различных целей. Частота их применения остается высокой, поскольку они обладают по сравнению с военными и информационными инструментами многими преимуществами. При этом они представляют собой довольно сложное в своей практической реализации средство, которое может дать полностью противоположные результаты. В одних случаях они оказываются лучшим средством давления, тогда как в других они приводят лишь к нежелательным итогам, будучи крайне контрпродуктивной мерой. Поскольку в обозримом будущем частота применения экономических инструментов будет сохраняться на неизменно высоком уровне, а скорее всего даже увеличиваться, то возникает потребность в исследовании, с одной стороны, условий их эффективности, а с другой, средств минимизации последствий их применения.

В финансово интегрированном мире для государств, занимающих ведущее место в области финансов, открываются новые возможности для влияния на все другие государства. Заморозка активов, ограничение доступа к рынкам капитала и запрет на инвестиции способны подорвать экономическое благополучие даже сильного государства, не готового к финансовому противоборству. Практически все попытки США и ЕС добиться изменения поведения других государств сегодня не обходятся без финансовых санкций, давая право говорить о своеобразном политическом «дебюте» финансовых санкций. Финансовые санкции все больше и больше играют самостоятельную роль как средство давления на международной арене, утрачивая прочную в прошлом связь с торговыми санкциями. На основе этого можно утверждать, что необходимо комплексное исследование финансовых санкций, включающее темы от простого определения и классификации до оценки их политической эффективности и перспектив их развития.

С самого начала исследований финансовых санкций их эффективность подвергалась сомнению. По сути, вся история подобных исследований может быть подразделена на два этапа. В течение первого периода подвергалась сомнению способность санкций причинять экономический ущерб, в течение второго этапа – их способ-

ность менять политическую линию государств, против которых они применяются. Сегодня, понимая все ограничения данного инструмента, разработчики санкционных кампаний стремятся нанести таргетированный финансовый ущерб, вызвав максимальные политические изменения. Эта сложная задача решается различными способами, в том числе и с привлечением новых технологических возможностей. Оценка вероятности решения этой задачи требует специального исследования.

Материалы и методы. Выявляя связи между финансовой интеграцией и политическими изменениями, мы опирались на идеи С. Стрэндж о неизбежной интеграции политических и экономических исследований международных отношений, на положения геоэкономической и геофинансовой теорий Э. Люттвака и Ф.Б. Роччи соответственно, на идею центральности политических факторов финансовой глобализации Э. Хеллайнера, а также классификацию форм суверенитета С. Краснера [1; 2; 3; 4; 5].

Концептуальные рамки авторского дискурса об инструментах международного влияния и внешней политики государств были заданы работой Д. Ная и более ранним исследованием Э.Х. Карра [6; 7]. На выводы автора оказала влияние выдвинутая С. Рэвич концепция расширения границ экономической войны, многие эпизоды которой сегодня происходят в киберпространстве [8]. Источником теоретических предпосылок, касающихся категории «экономические санкции», выступило исследование Г.К. Хуфбауэра и его коллег, в котором, среди прочего, кодифицированы более 180 случаев санкций, имевших место в мире с 1914 по 2007 гг. [9]

Своеобразной основой для систематизации условий эффективности финансовых санкций послужили работы Д. Кишнера, Ж.-М. Бланшара и Н. Рипсмана, А. Эскрибы-Фольха и Д. Райта, в которых указывается на важность учета таких аспектов, как издержки правящей группы, масштаб политических издержек для государства в целом и тип существующего политического режима соответственно [10; 11; 12]. Здесь же следует упомянуть труды А. Тостенсена, Б. Булла, Д. Гордон, обосновавших ограниченность «умных» санкций [13; 14].

На различных этапах исследования, в зависимости от поставленных задач, использовались статистический и компаративный анализ, позволившие выявить специфику финансовых санкций и их разновидностей, а также оценить влияние санкций на отдельные государства, против которых они были обращены. В заключительной части применялся метод изучения конкретных случаев (кейс-стади), который позволил подтвердить выдвинутые предположения о появлении в практике ряда государств киберфинансовых санкций и обозначить тенденции развития, наметившиеся в области киберфинансового противоборства.

Обзор литературы. Всю литературу, касающуюся проблематики настоящего исследования, можно разделить на три условных блока. В первый блок входят работы, посвященные инструментам международного влияния и внешней политики государств. Авторы этих работ предлагают дефиниции и классификации, рассматривают историю применения и перспективы развития данных инструментов, используя различные методологические подходы [15; 16; 17; 18; 19].

Второй блок литературы включает в себя работы, авторы которых обращаются к экономическим санкциям как инструменту международного влияния. В них рассматриваются вопросы эффективности санкций, их виды и особенности применения в зависимости от разнообразных условий [20; 21; 22; 23; 24].

Третий блок составляют исследования, в которых освещаются вопросы политизации киберпространства и развития средств т.н. финансовой войны. Этих работ по-прежнему не так много, однако они закладывают собой фундамент дальнейших исследований по ряду перспективных направлений, в частности исследований киберфинансовых санкций [25; 26; 27; 28; 29].

Приведенный выше обзор литературы, находящейся в русле схожей проблематики, показывает, что многие аспекты развития инструментария международного влияния современных государств нашли достаточное отражение в различных научных публикациях, выполненных как по экономическим, так и по политическим наукам. Тем не менее комплексного политологического исследования финансовых санкций, в том числе динамики их развития и совершенствования, по-прежнему не проводилось, хотя необходимость в этом стала как никогда очевидной.

Результаты и обсуждение. Развивая положения современной теории геофинансов, отводящей финансам роль ограниченного ресурса, за который постоянно идет борьба, можно утверждать, что за финансовой интеграцией мира стоят не только объективные, но и субъективные факторы. Степень международно-политического влияния посредством финансовых инструментов прямо пропорциональна степени финансовой интегрированности мира. Интернационализированные финансовые рынки оказываются своеобразной средой, связывающей политические решения одного государства с политическими решениями других. Как следствие, ряд государств поощряет дальнейшую финансовую интеграцию мира, пытаясь сохранить/поднять свой междуна-

родный статус, увеличить свою мощь на международной арене. Это объясняется тем, что финансовая интеграция, с одной стороны, способствует ослаблению суверенитета стран финансовой колонии как необходимому условию формирования мировой политической системы. С другой стороны, финансовая интеграция позволяет странам финансовой монополии использовать со значительно большим политическим эффектом финансовые санкции. Так, финансовые санкции не дадут желаемого политического результата в мире, где слабы финансовые связи. Наоборот, в финансово интегрированном мире они приобретают выраженное политическое значение, превращаясь в средство влияния на политических акторов, избирающих, сохраняющих, отстаивающих суверенный путь развития.

В финансово интегрированном мире финансовые санкции обретают самостоятельную роль, позволяющую решать с их помощью более широкий круг политических задач. Если ранее они являлись лишь составной частью масштабных экономических эмбарго, введенных против поддерживающих терроризм государств, то в последние 10-15 лет они стали отдельным инструментом, приемлемым, что демонстрируют внешнеполитические шаги ряда современных государств, для смены политической линии поведения любого другого государства, несогласного со сложившимся международным порядком, с проводимой внешней политикой США и ЕС. Будучи составной частью комплексных санкционных кампаний, они служили для решения задач, касающихся международного мира и безопасности, в частности для борьбы с международным терроризмом и преступностью, нераспространения ядерного оружия и предотвращения военной агрессии. Обретя же самостоятельную роль, они стали мотивироваться задачами, связанными так или иначе с формированием мировой политической системы и укреплением существующих зависимостей. Анализ официальных документов западных государств показывает, что финансовые санкции воспринимаются ими средством восстановления гражданского правления, защиты прав человека и поддержки демократического процесса, однако при этом с их помощью, на что указывает, в частности, избирательность в применении, часто решаются задачи расширения орбиты собственного международного влияния.

В финансово интегрированном мире традиционные финансовые санкции, к которым относятся замораживание активов и ограничение доступа к рынкам капитала, несмотря на свой политический потенциал, не могут считаться абсолютно эффективным средством, поскольку их положительные политические результаты коррелируют с наличием ряда условий. Во-первых, государство, против которого вводятся финансовые санкции, должно находиться в неблагоприятной для себя международной обстановке, практически не имея союзников, готовых оказать требуемую помощь. Во-вторых, в таком государстве должен наблюдаться раскол в правящей группе, блокирующий перераспределение издержек, порожденных санкциями, на все общество. В-третьих, в государстве, подвергаемом санкционному давлению, должен существовать такой тип политического режима, при котором политическая лояльность элиты была бы связана исключительно с ее доходами. Понимая эту ограниченность, государства, имеющие возможности применения финансовых санкций, стремятся повысить их политическую эффективность, прибегая к двум способам: к таргетированию, которое имеет свои пределы, поскольку не всегда возможно точно определить состав группы, контролирующей правительство целевого государства, и к более новому и перспективному способу – технологизации.

Анализ ряда продолжительных санкционных эпизодов, в частности, санкций против Ирана, Сирии и Северной Кореи, показывает, что с середины 2000-х гг. инициировавшие их государства, преследуя цель повышения политической эффективности, стали заменять всеобъемлющие финансовые санкции, предполагающие полный разрыв финансовых отношений, таргетированными санкциями (селективными, «умными»), подразумевающими точечное воздействие на отдельных лиц и организации. Однако дальнейший анализ этих эпизодов приводит к выводу, что таргетирование финансовых санкций не приводит к сколько-нибудь заметному повышению их политической эффективности. Теоретически этот факт может быть объяснен проблемами имплементации и уклонения, возникающими в финансово интегрированном мире. С одной стороны, в финансово интегрированном мире государства не контролируют все финансовые институты и механизмы, необходимые для реализации таргетированных санкций. С другой стороны, в таком мире лица и организации, попавшие под санкции, довольно легко находят альтернативные каналы получения капитала и новые локации для сокрытия своих финансовых активов. Следовательно, таргетированные финансовые санкции не дают желаемого политического результата, поскольку не запускают механизм политических изменений, требующий социально-политической поляризации и истощения финансовой базы режима.

Наряду с таргетированием способом повышения политической эффективности финансовых санкций оказывается технологизация, под которой понимается использование информационно-коммуникационных

технологий, а также созданных на их базе активов и ресурсов, обеспечивающих международные финансовые транзакции, для решения международно-политических целей. Технологизация финансовых санкций, как способ повышения их политической эффективности, представляет собой часть более общего тренда, охватившего собой весь инструментарий внешней политики современных государств. За счет широкого внедрения информационно-коммуникационных технологий в привычные внешнеполитические практики, государства пытаются повысить эффективность мер международного влияния. В первую очередь информационно-коммуникационные технологии, благодаря усилиям ряда государств, нашли применение в области военных и дипломатических инструментов, на что указывают такие феномены, как «деперсонализированные средства уничтожения» и «публичная дипломатия 2.0», получившие к настоящему времени довольно широкое распространение. Вместе с этим в настоящее время определенные государства пытаются найти политическое применение и технологической базе финансово интегрированного мира, разрабатывая новые виды санкционного давления на своих оппонентов на международной арене.

Киберфинансовые инструменты международного влияния – это совокупность действий какого-либо государства, наносящие ущерб киберпространственным ресурсам финансовой инфраструктуры другого государства с целью изменения линии внутривнутриполитического и внешнеполитического поведения. Они представляют собой итог конвергенции финансовых мер давления и киберпространственных операций со стороны государств, пытающихся повысить политическую эффективность своих инструментов международного влияния. Киберпространственные инструменты международного влияния используются как в ограниченном и неформальном режиме – кража финансовых активов (информации или собственно денежных средств) и блокировка сайтов определенных финансовых институтов, осуществляемые скрытно через прокси-акторов, – так и в масштабном и формальном режиме – киберпространственная деактивизация отдельных элементов или всей финансовой инфраструктуры целевого государства, осуществляемая на официальном уровне с привлечением других членов международного сообщества и интерпретируемая как альтернатива военной агрессии (киберфинансовые санкции).

К настоящему времени выделилось два вида киберфинансовых санкций: ограничение доступа к платежным системам «Visa» и «Mastercard» и отключение от сети «SWIFT». Специфика этих санкций заставляет государства использовать ресурсы негосударственных акторов, в первом случае коммерческих транснациональных компаний, а во втором международной межбанковской организации. Первый из видов подразумевает прекращение проведения платежных операций для ряда банков целевого государства, которые, опасаясь финансовых издержек, должны, как ожидается, оказать дополнительное давление на собственное правительство, от которого требуется изменение политического поведения. Второй вид подразумевает исключение финансовых институтов целевого государства из числа участников глобальной сети финансовых коммуникаций, что должно, как предполагается, сократить доходы такого государства, девальвировать его национальную валюту и понизить уровень жизни населения, стимулируя внутренний политический протест. Короткая история применения киберфинансовых санкций, а также дефицит эмпирического материала, не позволяют пока что точно и однозначно оценить степень их политической эффективности. Однако к настоящему времени можно сделать вывод, что они приводят к побочным политическим последствиям. Западная санкционная кампания против России, предполагающая ограничение доступа отдельным российским банкам к платежным системам «Visa» и «Mastercard», не привела к желаемому результату, зато подтолкнула Россию к созданию собственной платежной системы «Мир», а также увеличению веса восточных конкурентов, укрепив ее финансовый суверенитет. Анализ случая санкций против Ирана показывает, что киберфинансовые санкции могут быть эффективными. Отключение Ирана от сети «SWIFT», длившееся четыре года, с 2012 по 2016 гг., сократив объемы его нефтяного экспорта и девальвировав его национальную валюту, способствовало усилению международного контроля над развитием его ядерной программы. Однако и в этом случае киберфинансовые санкции имели побочный внешнеполитический эффект, поскольку дискредитировали в восприятии других государств финансовую систему, контролирующую США и ЕС. Таким образом, политизация элементов международной финансовой системы, являющаяся следствием применения киберфинансовых санкций, повышает значение финансового суверенитета для всех государств. Для государств, не обладающих таким суверенитетом, но выражающих желание освободиться от внешнего диктата, наиболее предпочтительной альтернативой оказывается создание национальной цифровой валюты, дающей им дополнительную силу на финансовом уровне мирового порядка. Первой страной, обратившейся к данному средству, стала Венесуэла, запустившая в 2018 г. в экономический оборот собственную цифровую валюту Petro, обеспеченную нефтяными запасами страны. Реализация Венесуэлой данного проекта

цифровой валюты вызвала новый виток в противостоянии с США, лишившимся возможности использовать все преимущества финансовой блокады.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования было сделано следующее: определены основные политические последствия финансовой интеграции мира, заключающиеся в непропорциональном ослаблении суверенитета различных государств, постепенно ведущем к выделению группы стран финансовой метрополии, способных результативно использовать финансовые санкции в собственных политических интересах; выявлено, что финансовые санкции, получив в финансово интегрированном мире самостоятельную роль, используются западными государствами не только для обеспечения международного мира и безопасности, но и все чаще для укрепления существующих политических зависимостей и расширения своей сферы международного влияния, обосновываясь задачами поддержки демократии, защиты прав человека и восстановления гражданского правления; установлено, что положительные результаты применения финансовых санкций коррелируют с наличием в государстве, против которого они направлены, ряда условий (неблагоприятной международной обстановки, раскола правящей группы, персоналистского режима), что заставляет государства, иницирующие санкционные кампании, искать способы повышения их политической эффективности (в частности, обращаться к таргетированию и технологизации); доказано, что таргетирование финансовых санкций не приводит к заметному повышению их политической эффективности, что объясняется проблемами имплементации и уклонения, возникающими в финансово интегрированном мире с его независимостью финансовых институтов и механизмов, а также множеством альтернативных каналов для проведения финансовых транзакций; обосновано, что технологизация, представляющая собой часть более общего тренда, охватившего собой весь инструментарий внешней политики современных государств, оказывается более перспективным способом повышения политической эффективности финансовых санкций, подразумевающим использование технологической базы финансово интегрированного мира для сохранения и расширения сферы международного влияния; концептуализировано понятие конвергенции финансовых мер давления и киберпространственных операций и сопутствующее понятие киберфинансовых инструментов внешней политики, которые включают неформальные акции прокси-акторов и официальные киберфинансовые санкции; на основе случаев России и Ирана выделены разновидности киберфинансовых санкций – ограничение доступа к платежным системам «Visa/Mastercard» и отключение от сети «SWIFT», предполагающие использование ресурсов негосударственных акторов – коммерческих транснациональных компаний и международной межбанковской организации, а также, на основе случая Венесуэлы, дана оценка политических последствий создания национальной цифровой валюты как ответа на недружественные действия стран финансовой метрополии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Strange S. *States and Markets*. London: Bloomsbury, 2015.
2. Luttwak E.N. *From Geopolitics to Geo-Economics: Logic of Conflict, Grammar of Commerce* // *The National Interest*. 1990. № 20. P. 17-23.
3. Roccia F.B. *L'Impatto Geoeconomico dei Rapporti Finanziari con L'Estero* // *Geoeconomia: Il Dominio dello Spazio Economico* / A Cura di P. Savona, C. Jean. Milano: FrancoAngeli, 1995. P. 84-140.
4. Helleiner E. *States and the Reemergence of Global Finance: From Bretton Woods to the 1990s*. Ithaca: Cornell University Press, 1996.
5. Krasner S.D. *Sovereignty: Organized Hypocrisy*. Princeton: Princeton University Press, 1999.
6. Най Д.С. *Будущее власти*. М.: АСТ, 2014.
7. Carr E.H. *The Twenty Years' Crisis, 1919-1939*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2016.
8. Ravich S.F. *Cyber-Enabled Economic Warfare: An Evolving Challenge* // *Cyber-Enabled Economic Warfare: An Evolving Challenge* / Ed. by S.F. Ravich. Washington: Hudson Institute, 2015. P. 5-13.
9. Hufbauer G.C. et al. *Economic Sanctions Reconsidered*. Washington: Peter G. Peterson Institute for International Economics, 2007.
10. Kirshner J. *The Microfoundations of Economic Sanctions* // *Security Studies*. 1997. Vol. 6. № 3. P. 32-64.
11. Blanchard J.-M.F., Ripsman N.M. *Asking the Right Question: When Do Economic Sanctions Work Best?* // *Security Studies*. 1999. Vol. 9. № 1-2. P. 219-253.
12. Escriba-Folch A., Wright J. *Dealing with Tyranny: International Sanctions and the Survival of Authoritarian Rulers* // *International Studies Quarterly*. 2010. Vol. 54. № 2. P. 335-359.
13. Tostensen A., Bull B. *Are Smart Sanctions Feasible?* // *World Politics*. 2002. Vol. 54. № 3. P. 373-403.
14. Gordon J. *Smart Sanctions Revisited* // *Ethics and International Affairs*. Vol. 25. № 3. 2011. P. 315-335.
15. Alden C., Aran A. *Foreign Policy Analysis: New Approaches* Abingdon: Routledge, 2017.
16. Nye J.S. *The Future of Power*. New York: PublicAffairs, 2011.

17. Baldwin D.A. Power and International Relations: A Conceptual Approach. Princeton: Princeton University Press, 2016.
18. Богатуров А.Д. Международно-политический анализ. М.: Аспект Пресс, 2018.
19. Гукасов А.В., Косов Г.В., Парастатов С.В. Внешняя политика современных государств: геостратегический аспект. Пятигорск: ПГУ, 2017.
20. Allen S.H., Lektzian D.J. Economic Sanctions: A Blunt Instrument? // Journal of Peace Research. 2013. Vol. 50. № 1. P. 121-135.
21. Arnold A. The True Costs of Financial Sanctions // Survival: Global Politics and Strategies. 2016. Vol. 58. № 3. P. 77-100.
22. Гурвич Е.Т., Прилепский И.В. Влияние финансовых санкций на российскую экономику // Вопросы экономики. 2016. № 1. С. 5-35.
23. Peksen D. How Do Target Leaders Survive Economic Sanctions? The Adverse Effect of Sanctions on Private Property and Wealth // Foreign Policy Analysis. 2017. Vol. 13. № 1. P. 215-232.
24. Portela C. European Union Sanctions and Foreign Policy. London: Routledge, 2010.
25. Choucri N. Cyberpolitics in International Relations. Cambridge: The MIT Press, 2012.
26. Zarate J.C. Treasury's War: The Unleashing of a New Era of Financial Warfare. New York: PublicAffairs, 2013.
27. Katz D.J. Waging Financial Warfare // Parameters. 2013-2014. Vol. 43. № 4. P. 77-85.
28. Lin T.C.W. Financial Weapons of War // Minnesota Law Review. 2016. Vol. 100. № 4. P. 1377-1440.
29. Югай Т.А. Информационно-финансовые технологии гибридной войны // Вооружение и экономика. 2016. № 4. С. 113-127.

Вклад автора

Авторы ответственны за идеи исследования, все результаты и выводы сделаны авторами лично на основе собственных творческих изысканий, теоретического и эмпирического анализа.

Благодарности

Автор выражает благодарность Научно-образовательному центру «Политическая регионалистика» Пятигорского государственного университета.

Конфликт интересов

отсутствует

ОБ АВТОРЕ

Шлюндт Надежда Юрьевна, кандидат юридических наук, доцент, Институт Дружбы народов Кавказа, 355008, РФ, г. Ставрополь, проспект Карла Маркса, 7, nshlundt@yandex.ru

Shlyundt Nadezhda Yuryevna, PhD in Law, Assistant Professor, Caucasus Peoples' Friendship Institute, 7 Karl Marx Avenue, 355008 Stavropol, Russia, nshlundt@yandex.ru

Емузова Эвелина Анатольевна, кандидат филологических наук, доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 360004, Россия, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, evelina080780@rambler.ru

Emuzova Evelina Anatolyevna, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, 360004, Russia, KBR, Nalchik, st. Chernyshevsky, 173, evelina080780@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

В. Н. Панин [V. N. Panin]
А. С. Константинова [A. S. Konstantinova]

УДК 303.02

ПОЛИТИЧЕСКИЕ КОНФЛИКТЫ: АНАЛИЗ ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ УРЕГУЛИРОВАНИЯ В РАКУРСЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

POLITICAL CONFLICTS: ANALYSIS OF GENERAL PRINCIPLES OF SETTLEMENT FROM THE PERSPECTIVE OF NATIONAL AND INTERNATIONAL SECURITY

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»,
г. Пятигорск, Россия / Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia

Аннотация. В статье проводится анализ возможных путей урегулирования политических конфликтов, которые являются разновидностью отношений в сфере политики и по сути своей выражают конкурентное притязание двух или более субъектов, оспаривающих друг у друга распределение властных полномочий или ресурсов. Разные социально-политические силы в своем устремлении приобрести власть, ее перераспределить или хотя бы повлиять на нее, прибегают к противоборству: открытому или завуалированному столкновению. Победа в политическом конфликте сулит, как минимум, изменение политического статуса, возможные политические перспективы развития общества.

Выявляется ряд принципов урегулирования политического конфликта, как внутривнутриполитического, так и международного характера. Доказывается, что при урегулировании политического конфликта важен принцип постепенности, который предполагает постепенную подготовку сторон к началу непосредственного урегулирования.

Ключевые слова: политический анализ, политическая коммуникация, политический конфликт, урегулирование, внутригосударственный политический конфликт, международные конфликты.

Abstract. The article analyzes the possible ways of resolving political conflicts, which are a kind of relations in the field of politics and in essence Express a competitive claim of two or more subjects, challenging each other's distribution of power or resources. Different socio-political forces in their desire to acquire power, redistribute it or at least influence it, resort to confrontation: open or veiled clash. Victory in a political conflict promises, at least, a change in the political status, possible political prospects for the development of society.

A number of principles of political conflict settlement, both domestic and international, are revealed. It is proved that the principle of gradualness is important in the settlement of a political conflict, which involves the gradual preparation of the parties to the beginning of a direct settlement.

Key words: political analysis, political communication, political conflict, settlement, domestic political conflict, international conflicts.

Введение. В структуре политического конфликта выделяют субъектов политики, которые состоят из различных социально-политических сил (кто вступает в политические отношения) и объект, которыми являются некие ресурсы, в виде властных полномочий, политического статуса, политического влияния и т.д.

Предметом конфликта обычно называют объект притязаний конфликтующих сторон.

Все политические конфликты можно разделить по предмету конфликта на основные виды:

- общенациональные (предмет конфликта – высшая власть в обществе),
- локальные (предмет конфликта – дележ власти между регионами и центром, между ведомствами, между политическими партиями и ведомствами и т.д.),
- институциональные (предмет конфликта – система политических институтов и организаций, речь идет о стремлении определенных групп утвердиться в этой системе),
- функциональные (предмет конфликта – нормативный политический порядок, который соблюдается или не соблюдается. В противном случае возникает конфликтная ситуация, в ходе которой высказываются претензии).

Материалы, методы, результаты и обсуждения. Пространственное измерение, масштабы и сферы распространения политического конфликта позволяют говорить о:

- глобальных конфликтах, распространяющих свое влияние на страны и народы;

- региональных, затрагивающих интересы определенных регионов;
- международных политических конфликтах,
- внутригосударственных политических конфликтах.

Выделяют три вида политических конфликтов – конфликты интересов политических субъектов, конфликты идентификации, конфликты ценностей. Возможен конфликт между отдельными социальными группами и/или населением, если последние выражают свое недовольство правительству или парламенту в связи с ненадлежащим исполнением последними своих функциональных обязанностей. Так же недостаток объема политического функционирования может побудить конфликтующие стороны к враждебным действиям по отношению друг к другу.

В зависимости от состава участников современные политические конфликты делятся на несколько видов:

- политические конфликты внутри государства – внутригосударственные. Субъекты – институционально оформленные ветви власти, политические партии, оппозиция и т.д.
- политические конфликты между государствами и/или международными организациями, группировками – так называемые политические конфликты международного характера. Субъекты – государства и их союзы, коалиции, международные организации, союзы, группировки и т.д.

Поэтому политические конфликты – это чаще конфликты групп интересов, причем групп различных уровней: государства, нации, классы, профессиональные группы и т.д.

Главной детерминантой политического конфликта внутригосударственного характера всегда является борьба за власть, которая всегда сопровождала развитие человеческого общества. Как предполагают исследователи, «государственная власть и рычаги государственного управления всегда являлись ключевой позицией, вокруг которой разворачивается политическая борьба, победа в которой сулит возможности перекраивания всей государственной политики: порой в интересах как всего общества, но нередко и в круте интересов, противоречащих чаяниям большинства» [3, 268]. Тем не менее, до сих пор в своей ежедневной деятельности люди обращены к миру политики, которую они пытаются преобразовать, изменить, на которую они пытаются повлиять. Находясь в контакте как члены общества или государства, индивиды строят систему взаимоотношений и взаимовлияний в мире политики, а политика, в свою очередь, сопровождает выстраивание пирамиды уровней управления, вершина которой является политической властью.

Отражение накала борьбы за власть и властных противоречий позволяет вывести основные виды внутригосударственных политических конфликтов.

Во-первых, это крупные внутригосударственные политические конфликты, которые носят наиболее ожесточенный характер, так как затрагивают интересы крупных классов.

Ко второму виду внутригосударственных политических конфликтов отнесем конфликты между политическими партиями и/или общественно-политическими движениями. Обычно с развитием демократических отношений развивается и более обостренная борьба по вопросам о направлениях развития общества, когда политическая борьба и политические конфликты сопровождают деятельность партий и движений. Движущими силами подобного рода конфликтов могут выступать несовпадение индивидуальных и общественных интересов, несовпадение намерений и властных устремлений отдельных личностей, социальных общностей и/или партий.

К третьему виду внутригосударственных политических конфликтов отнесем конфликты между официально не оформленными в разные объединения, но, тем не менее, активно участвующими в борьбе за власть, группировками. Подобные группировки заявляют о своих интересах в моменты, когда проходят выборы, когда проявляются различные противоречия на общегосударственном уровне, вплоть до проявлений экстремизма и терроризма, которые «подрывают устойчивость политической системы общества, стабильность политического курса» [2, 3].

Относительно конфликтов международного характера отметим, что они стали более интенсивными, так как претерпели изменения применяемые методы и средства в отношении противной стороны. Речь идет о том, что зачастую не только вооруженное насилие предопределяет остроту и опасность современных политических конфликтов. Появился новый «набор» воздействия на вражескую сторону при конфликте с применением новейших методов разведки, новейших методов информационного, бактериологического, литосферного и других видов высокотехнологичного воздействия.

Далее надо отметить, что имеет частое распространение типологизация международных конфликтов по характеру противоречий. В таком русле они делятся на:

- экономико-политические,
- военно-стратегические,
- социально-политические,
- этнополитические,
- религиозно-политические,
- геополитические,
- идеологические и т.д.

Не менее часто, говоря про международные конфликты, специалисты применяют типологизацию, основанную на пространственно-временном масштабе, выделяя при этом локальные, региональные и глобальные конфликты.

В международных политических конфликтах без использования военных средств, в качестве мирных средств могут быть использованы такие, как: экономическое эмбарго, вмешательство в уровень дипломатического представительства, где практикуется его снижение, или торговые ограничения.

Отметим другую специфику политических конфликтов международного характера: их субъектами выступают государства или коалиции, нации, международные организации. Международные политические конфликты вообще неотделимы от международных отношений, все их формы есть проявление последних.

Широкие слои общества всегда были заинтересованы в том, чтобы политические конфликты имели меньший накал и проходили с меньшими потерями со стороны населения. С этой целью разработаны определенные механизмы сдержек и противовесов, одним из первых которого является разделение ветвей власти. Современные политические конфликты, при условии их разрастания, грозят существованию системы, стиранию важнейших «системных» ценностей с авансцены политики, нарушают групповые и общественные интересы, потенциально содержат в себе угрозу государственным (общенациональным) интересам.

Большую роль в развитии конфликта играют интеллектуальные слои общества, которые в состоянии осмыслить исконные интересы (к сожалению, не только групповые, порой и личные), а также более последовательно их выражают. Обычно действие интеллектуалов опасно во время нагнетания истерии по поводу отделения от титульной нации, во время сепаратистских движений. Обычно основная масса населения не политизирована и остается таковой, если не вмешаются разжигатели политического беспокойства со стороны националистов. Интеллектуальные слои общества не свободны от преднамеренного или непреднамеренного заблуждения, что грозит расшатыванием политической системы и разжиганием конфронтации в обществе. Распространение чуждых для основного населения нений и идеологических ориентиров, основанных на псевдоинтересах, чревато возникновением конфликтных ситуаций, грозящих серьезными последствиями. Повторимся, что особенно зримо это проявляется в религиозной или национальной сфере, так как именно эти струны в душе человека наиболее ранимы и отзывчивы на призывы разного эмоционального свойства. Поэтому к мнимым конфликтам отнесем конфликты, основанные на исторических обидах, базирующиеся на мнимых национальных реваншах, когда воскрешаются действиями интеллектуалов действительные и мнимые национальные обиды, которые старательно соотносятся с историческим опытом, поднимаются мотивы исконной вражды и т.д.

Поэтому необходимо еще раз обратиться к теме большой роли так называемых этнических и религиозных предпринимателей. Имеются в виду политические лидеры, наживающие политический капитал на акцентировании противоречий между этносами или между религиозными течениями [7]. Так, разработанный ими сценарий может быть примитивным и изготовленный по лекалам погромных кличей и ориентированной исключительно на люмпенов. Но может быть вариант, когда изготовленная ими программа рассчитана на молодежь, которая обычно отзывчива на призывы о справедливости и восстановления поправленных прав и т.д. Как правило, подобные программы рассчитаны не только на бедные и озлобленные слои населения. Так же они рассчитаны и на эзотерический уровень – так называемая программа для вождей и на публичный уровень – программа, рассчитанная на средний класс, для широких масс.

Третья стадия стремится завершить процесс группового манипулирования, когда конфликтная ситуация уже не контролируется властью, которая вынуждена применять силовые меры, которые в свою очередь, еще больше накаляют обстановку. Таким образом, деятельность исполнительной власти по поводу разворачивания своей негативной деятельности представителями «этнических и религиозных предпринимателей» нами считается весьма важной в плане недопущения получения политического веса некоторыми политическими депутатами, деятелями, писателями, историками и т.п., - субъектами, которые стремятся обозначиться в политике весьма сомнительным способом – актуализацией этничной или религиозной принадлежности. С этой целью

предлагается более активно противодействовать подобным проявлениям, подвергать подобные выступления или публикации некоторой цензуре, обозначать неприемлемость подобного рода поведения, подвергать их остракизму и т.д.

Результаты исследования. Немаловажный фактор заключается в тезисе, что конфликт легче предупредить, нежели тратить усилия на его урегулирование или разрешение. Как предполагают исследователи, политические конфликты – это главный источник нестабильности в мире [1, 99].

Поэтому для того, чтобы политический конфликт не стал неожиданностью, необходим ряд важных факторов:

- добровольная готовность разносторонних субъектов политического процесса соблюдать существующую систему правовых норм;

- те правовые нормы, что существуют в государстве, должны соответствовать эффективному предотвращению политических неурядиц и конфликтов. Это означает, что они должны содержать в себе эффективное начало в нормативно-правовой системе государства. Для того на законодательном уровне должны быть заложены основные правовые нормы, которые позволят, в случае необходимости, пресечь деятельность, скажем, тех же самых «политических предпринимателей», помогут не только при урегулировании конфликтов или их разрешении, но и помогут их предотвращать;

- не менее важен постоянный мониторинг на предмет выявления потенциально конфликтных зон, территорий, участков. Важно знать намерения сторон зреющего конфликта, быть готовыми к вмешательству с целью недопущения конфликта.

В зоне потенциального конфликта необходимо иметь лабораторию, которая будет занята тем, что будет:

- выявлять причины и мотивы конфликта, его объективную и субъективную сторону;

- выявлять реальных участников потенциального конфликта, которые имеют свой интерес в разгорании конфликта;

- определять конфликтную установку субъектов конфликта. например, их намерения, цели, ожидания от эскалации конфликта;

- давать экспертную оценку состоянию объективных внешних условий, в которых развивается конфликт.

Это могут быть объективные условия, которые будут способствовать институционализации конфликта или «внешние» факторы, например, со стороны разработчиков «цветных революций» и т.д.

Обычно в урегулировании и разрешении политического конфликта применяется ряд последовательных процедур, которые со временем отработаны и дают положительные результаты. Во-первых, это институционализация конфликта. Институционализация конфликта – важный этап процедуры урегулирования, так как именно на этом этапе определяются общие правила для конфликтующих сторон и общие принципы разрешения конфликта.

Во-вторых, крайне необходимо добиться легитимизации конфликта, т.е. найти понимание у конфликтующих сторон, что необходимо соблюдать принятые нормы и правила в интересах всех.

В-третьих, нужна процедура структурирования конфликтующих сторон. Речь идет о выявлении дополнительных субъектов конфликта в качестве заинтересованных в конфликте, а также выявлении количественного и качественного состава участников.

В-четвертых, это процедура редукции, что означает перевод конфликта на другой уровень, что поможет снизить его накал и постепенно ослабить.

Например, особенностью политического конфликта, который разгорелся в Украине, является его взаимосвязь с внутривнутриполитическим конфликтом: переход внутривнутриполитического конфликта в межгосударственный. Достижение перемирия в политическом конфликте в Украине и обращение к посредникам являются не самоцелью, а предварительными условиями для налаживания переговорного процесса между конфликтующими сторонами. Таким образом, переговоры политических лидеров Украины с российской стороной при вспомогательстве нейтральной стороны являются главным способом разрешения политического конфликта даже в условиях открытого противостояния сторон. Необходимо добиться, чтобы отношения между участниками конфликта институционализировались на новом уровне, приобрели упорядоченную и более предсказуемую форму. Как справедливо замечает О.Б. Иванов, «Пытаться подавить социально-политические конфликты волевым способом, как это неоднократно случалось уже и в российской, и в мировой истории, – занятие контрпродуктивное» [5, 36].

Поэтому необходима совместная выработка норм и правил взаимодействия, что не исключает проявления в их отношениях разногласий и противоречий, но характер их выражения, способ достижения целей будут обуславливаться уже нормативными рамками.

По предположению О.В. Блохиной, поиск технологий регулирования политических конфликтов опирается на решение ряда универсальных задач: [2, 239].

- воспрепятствовать возникновению конфликта, предупредить его возрастание на ранних стадиях эскалации политических конфликтов;
- вывести все скрытые, латентные конфликты в открытую форму с целью избежать внезапного развития неконтролируемых процессов;
- минимизировать степень социального возбуждения, вызываемого политическим конфликтом, не допустить его распространения на другие сферы общества;
- учесть многочисленные внутренние и внешние факторы: степень открытости политической системы, уровень сплоченности конфликтующих групп, их силу, характер вовлеченности населения в конфликт, эмоциональные аспекты поведения лидеров и их сторонников, а также культурно-исторические, социально-экономические, этно-национальные и другие особенности общества.

Известный российский политолог М.М. Лебедева отмечает важный принцип урегулирования конфликта: принцип постепенности, который вбирает в себя такую основополагающую компоненту, как выявление точек соприкосновения [6, 120-122]. Что касается завершения политического конфликта, то тут существует множество способов. Среди них можно назвать:

- устранение объекта конфликта, что устранил и сам конфликт;
- замена одного, более актуального объекта другим, менее актуальным;
- разделение объекта конфликта между сторонами, что приведет к бессмысленности конфликта за отсутствием целостного объекта;
- устранение одной из сторон конфликта, что возможно при желании этой стороны;
- трансформация позиций одной или нескольких сторон;
- трансформация характеристик объекта конфликта;
- получение новых сведений об объекте конфликта, который уничтожает притязания или наложение на него дополнительных условий;
- приход участников конфликта к единому решению или желание подключить услуги «арбитра» с обоюдным соглашением подчиниться любому его решению и т.д.

Конечно, все рассматриваемые нами принципы и способы урегулирования конфликта подходят для демократического общества, так как тоталитаризм и авторитаризм отменяют все возможные цивилизованные способы разрешения политических конфликтов. В демократическом обществе, как мы уже говорили, возможны горизонтальные и вертикальные политические конфликты. В случае горизонтального конфликта, субъектами которого выступают политические институты и организации, конфликт является проявлением действий, например, исполнительной или законодательной власти. Институционализация свойственна подобному ракурсу проявления противоречий, соответственно, эти проявления решаются на законодательном уровне оговоренными правилами политической борьбы. Это может быть, в первую очередь, Конституция страны, затем идут законы и подзаконные акты, нормативные правила. Если же на уровне существующих правовых норм прийти к единому мнению не удалось, тогда используются обращение в конституционный суд страны, роспуск парламента или отставка правительства, возможен вариант назначения досрочных парламентских выборов, практикуется так же организация и проведение референдума по спорным вопросам.

Большую сложность для урегулирования имеют вертикальные режимные политические конфликты. Как мы уже говорили, субъектами с одной стороны выступают народные массы, а с другой – государственные институты и организации, выражающие интересы избранной части населения государства. Дальнейшая эскалация подобного конфликта обычно приводит к развязыванию гражданской войны, что и было продемонстрировано после октябрьской революции в России в начале двадцатого века. В ситуации режимных политических конфликтов оппозиционная сторона никогда не придерживается существующих правил политической борьбы, предпочитая победу любой ценой. Поэтому в случае вертикального режимного политического конфликта его невозможно урегулировать путем переговоров. Вызвавшие его причины лежат в плоскости глубоких структурных неурядиц. Это тот вариант, когда властные структуры должны пойти на кардинальный пересмотр существующего политического режима.

Заключение. В целом при урегулировании политического конфликта внутригосударственного характера важны следующие этапы:

- устранение объекта конфликта или замена одного, более актуального объекта другим, менее актуальным;
- разделение объекта конфликта между сторонами, что приведет к бессмысленности конфликта за отсутствием целостного объекта;
- устранение одной из сторон конфликта, что возможно при желании этой стороны;
- трансформация позиций одной или нескольких сторон;
- трансформация характеристик объекта конфликта;
- получение новых сведений об объекте конфликта, который уничтожает притязания или наложение на него дополнительных условий;
- приход участников конфликта к единому решению или желание подключить услуги «арбитра» с обоюдным соглашением подчиниться любому его решению и т.д.

В заключение согласимся с М.М. Лебедевой, что при урегулировании политического конфликта важен принцип постепенности [6, 122], который предполагает постепенную подготовку сторон к началу непосредственного урегулирования. Этот принцип вбирает в себя такие компоненты, как выявление точек соприкосновения, выявление точек взаимных интересов и т.д., что должно способствовать снижению агрессивности и напряженности в отношениях, формированию взаимного доверия посредством диалога по проблемам, и только после этих процедур возможно приступить к согласованию завершительного решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов М.Н., Петрищев Е.В. Дестабилизация политического процесса в развивающихся государствах: выявление предпосылок политического конфликта // Вестник государственного и муниципального управления // 2017. №2 (25). С. 99-103.
2. Блохина О.В. Политические конфликты современности: теория и практика // Вестник Университета. 2014. №6. С. 238-242.
3. Боташева А.К. Терроризм в современном политическом пространстве: истоки становления нелегитимного насилия и формирование международной антитеррористической системы: 2-е издание, переработанное и дополненное. Ставрополь: Ставролит, 2013 276 с.
4. Боташева А.К. Государственная политика как составляющая политической системы: концептуально-понятийное поле исследования // Современная наука и инновации. 2016. №4 (16). С. 268-271.
5. Иванов О. Б. Политические интересы в социально-политических конфликтах современной России // Власть, 2017. Том. 25. № 7. С. 27-38.
6. Лебедева М.М. Политическое урегулирование конфликтов: Подходы, решения, технологии. М.: Аспект Пресс, 1999. 271 с.
7. Попов А.А. Причины возникновения и диалектика развития межнациональных конфликтов. // Идентичность и конфликт в постсоветских государствах. - М., 1997. 230 с.

REFERENCES

1. Belousov M.N., Petrishchev E.V. Destabilizaciya politicheskogo processa v razvivayushchihsya gosudarstvah: vyyavlenie predposylok politicheskogo konflikta // Vestnik gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya // 2017. №2 (25). S. 99-103.
2. Blohina O.V. Politicheskie konflikty sovremennosti: teoriya i praktika // Vestnik Universiteta. 2014. №6. S. 238-242.
3. Botasheva A.K. Terrorizm v sovremennom politicheskom prostranstve: istoki stanovleniya nelegitimnogo nasiliya i formirovanie mezhdunarodnoj antiterroristicheskoy sistemy: 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. Stavropol': Stavrolit, 2013 276 s.
4. Botasheva A.K. Gosudarstvennaya politika kak sostavlyayushchaya politicheskoy sistemy: konceptual'no-ponyatijnoe pole issledovaniya // Sovremennaya nauka i innovacii. 2016. №4 (16). S. 268-271.
5. Ivanov O. B. Politicheskie interesy v social'no-politicheskikh konfliktah sovremennoj Rossii // Vlast', 2017. Tom. 25. № 7. C. 27-38.
6. Lebedeva M.M. Politicheskoe uregulirovanie konfliktov: Podhody, resheniya, tekhnologii. M.: Aspekt Press, 1999. 271 s.
7. Popov A.A. Prichiny vozniknoveniya i dialektika razvitiya mezhnacional'nyh konfliktov. // Identichnost' i konflikt v postsovetских gosudarstvah. - M., 1997. 230 s.

ОБ АВТОРАХ

Панин Виктор Николаевич, доктор политических наук, профессор, зав. кафедрой международных отношений, политологии и мировой экономики ИМО Пятигорского государственного университета; тел.: 89282675773; E-mail: paninv1@yandex.ru

Panin Victor Nikolaevich, doctor of political science, Professor, head of the Department of international relations, political science and world economy, IMO Pyatigorsk state University; Phone: 89282675773; E-mail: paninv1@yandex.ru

Константинова Анна Сергеевна, кандидат филологических наук, доцент кафедры медиакоммуникаций, журналистики и связей с общественностью Пятигорского государственного университета; тел.: 89283777906; E-mail: konst_2002@rambler.ru

Konstantinova Anna Sergeevna, candidate of philological Sciences, associate Professor of media communication, journalism and public relations Department of Pyatigorsk state University; Phone: 89283777906; E-mail: konst_2002@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

Ю. Э. Бергман [Yu. Y. Bergman]

УДК 32.31

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ И СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОПОЛИТИКЕ

THE THE MAIN AREAS OF INTEREST AND STRATEGIC IMPORTANCE OF THE CASPIAN REGION IN MODERN GEOPOLITICS

Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия, e-mail: jorra@ya.ru

Аннотация. Целью исследования является изучение стратегической значимости Каспийского региона в современной геополитике. Задачами исследования выступали: рассмотрение форм взаимоотношений стран Каспийского региона; процесс становления экономического благополучия и экологической безопасности региона; анализ геополитической ситуации в регионе; прогноз дальнейшего развития Каспийского региона. При написании данной работы был использован эмпирический метод исследования в виде изучения разнообразных источников информации и анализе полученных сведений. Результат проделанной работы заключается в возможности использования материалов данного исследования при дальнейшем изучении геополитической ситуации в Каспийском регионе.

Ключевые слова: глобализация, геополитика, внутрирегиональная политика, либерально-экономическая модель развития, Шанхайская организация содружества, транспортный поток «Север-Юг», распад СССР, Каспийский регион, региональный транспортно-логистический центр, нерегionalные государства, приграничная зона.

Abstract: the aim of the study is to study the strategic importance of the Caspian region in modern geopolitics. The objectives of the study were: consideration of the forms of relations between the countries of the Caspian region; the process of formation of economic well-being and environmental security of the region; analysis of the geopolitical situation in the region; forecast of further development of the Caspian region. When writing this work, the empirical method of research was used in the form of studying various sources of information and analyzing the information obtained. The result of this work is the possibility of using the materials of this study in the further study of the geopolitical situation in the Caspian region.

Key words: globalization, geopolitics, intraregional policy, liberal-economic economic model of development, Shanghai Commonwealth organization, North-South transport flow, collapse of the USSR, Caspian region, regional transport and logistics center, non-regional States, border zone.

Введение. Масштабное вовлечение всех регионов в современную стадию перехода к абсолютной глобализации влияет не только на их развитие, в силу своего резкого характера, но и жестко воздействует на политику и экономику данных регионов, тем самым ухудшает возникшую ситуацию всего происходящего в каждом регионе.

Такой процесс, как правило, приводит к конфликтам интересов, тем самым позволяя иным государствам оказывать влияние на внутрирегиональную политику, что крайне негативно отражается на отношениях государств регионов, ведь не считая экологическую катастрофу, можно предположить сокрушение позиции региональных игроков в социальных, культурных, геополитических отношениях.

Вторая половина прошлого столетия ознаменовалась развитием международного сотрудничества, значительным уменьшением ресурсных войн и дипломатичностью в действиях государств. Прошло чуть более 28 лет после распада СССР, и евразийский континент вновь стал ядром главных геоэкономических и геополитических процессов, благодаря чему меняется система взаимоотношений между странами и макрорегионами [6; с. 137].

Предыдущая форма развития взаимоотношений была главенствующей в течение всего прошлого столетия, основанием которой выступала либерально-экономическая модель развития, включающая в себя некий абстрактный эффект глобализации [6; с. 138].

Череда экономических, политических и экологических кризисов, начавшаяся в 2008 году и продолжающаяся по сей день, подтверждают тот факт, что данная либерально-экономическая модель исчерпала себя как эффективный процесс геополитики.

Евразия, несмотря на все события 1990-х годов, вышла на траекторию уверенного экономического роста и имеет позитивный потенциал качественного политического взаимодействия в рамках широкомасштабного

объединительного процесса. Данный процесс включает в себя такие площадки как Шанхайская организация сотрудничества, Евразийский экономический союз, и грандиозный китайский проект образования всеобъемлющего экономического пояса Шелкового пути [3; с. 249].

Другим важным положением, определяющим экономическое благополучие и экологическую безопасность региона, выступает возможность иметь своё принципиально развитие, и выстраивать новые цепочки связи. Помимо вышеописанных инициатив, имеет ускоренную тенденцию развития запуск транспортного коридора «Север-Юг», который является базовым проектом создания Шелкового пути, поэтому сегодня в рамках этого проекта формируется стратегическое партнерство большинства стран Каспийского региона.

Каспийский регион уже много лет является важным геополитическим объектом, требующим внимания сопредельных государств в проведении переговоров. В первую очередь это можно связать с активной добычей нефти и газа на его территории. Далее следует ускоренные естественные и техногенные перемены экологического состояния моря. И последний фактор – специфичная геополитическая ситуация в Каспийском регионе [4; с. 756].

Исходя из общих международных соглашений, все страны Каспийского региона должны согласовывать друг с другом свою внутреннюю политику по региону, поскольку унификация данной политики окажет максимально положительный эффект.

Каспийский регион, имея разветвленную сеть морских, сухопутных и трубопроводных маршрутов, находится в процессе становления главным транспортно-коммуникационным участком на большей части Евразии. В связи с этим, данный регион очень важен для создания регионального транспортно-логистического центра.

Однако регион не является ядром глобализации, он всё ещё находится в периферии, хоть и имеет водоем, позволяющий всем прибрежным государствам внутри региона укрепить свои экономические позиции. Несмотря на это, Каспийский регион в полной мере проник в процесс глобализации. Наличие таких проблем как многонациональность, поликонфессиональность, экологические проблемы, военно-стратегические вопросы и подверженность конфликтам выделяют регион как самостоятельную геополитическую единицу, с присущей ей, как и всем остальным регионам, эксклюзивной спецификой проблем. По этой причине страны региона предпринимают меры, направленные на обеспечение общей безопасности.

Система таких взаимоотношений выстроилась после распада СССР, когда вместо одного прикаспийского государства, возникло четыре (Россия, Казахстан, Туркменистан, Азербайджан), а до этого имело место двухстороннее сотрудничество между СССР и Ираном. Распад привёл к образованию новых суверенных государств, а также повлёк за собой к новым политическим и экономическим реалиям, в связи с чем полностью изменился характер политико-географических процессов в этом регионе.

В частности, Каспийский регион на протяжении последних лет переживает период интеграции в глобальные международные процессы. Затяжная и тяжелая глобализация объясняется не только распадом СССР и появлением новых региональных игроков, но и желанием нерегionalных стран участвовать, контролировать и управлять всеми аспектами жизнедеятельности региона, в том числе энергетическими, транспортными, культурными, экологическими, и военно-стратегическими. Ситуация крайне осложнена конфликтом интересов нерегionalных государств.

Участие в той или иной форме широкого круга напрямую незаинтересованных сторон выступает камнем преткновения в обсуждении и решении проблем региона. В первую очередь, стоит выделить США и Европейский союз, имеющие в регионе свои стратегические интересы, которые так или иначе, затрагивают конечное урегулирование проблемы.

Масштабная деятельность указанных акторов направлена в первую очередь на добычу углеводородных ресурсов. Прикаспийские государства в данных жестких политических баталиях пытаются отстаивать свои интересы, получить максимальную выгоду от недр и водных биологических ресурсов Каспийского моря, тем самым получив экономическую подпитку для бюджета своего государства.

Проблема, связанная с экономической безопасностью Каспийского бассейна также не упускается Западом. Речь идет о внедрении природоохранных проектов, благодаря которым лоббируются интересы США, Всемирным банком, и стран Европейского Союза. Под благовидным предлогом заботы о природе Каспия иностранные державы без труда проникают в регион и настойчиво пытаются закрепиться там надолго.

Расширение участников региона в первую очередь со стороны стран Запада имеет определённый для них успех. Масштабная деятельность указанных акторов направлена в первую очередь на добычу углеводородных ресурсов. США и страны Запада имеют прекрасный шанс очередной раз повлиять на мировую экономику, захватив в этом регионе контроль над потоком углеводородов в регионе, включая и транспортировку энергоре-

сурсов, что на сегодняшний день являет собой весьма значимую финансовую составляющую мирового рынка. В связи с этим, им не упускается возможность разными способами усилить имеющиеся позиции в Средней Азии, тем самым оказывать давление на структуру социально-экономической политики региона [1; с. 590].

Фактор безопасности со всеми вытекающими из него обстоятельствами остается главным раздражителем политического спокойствия в регионе. На данный момент нет оснований утверждать, что Каспийское пространство представляет собой полноценный взаимосвязанный организованный регион.

Чтобы наладить развитие инфраструктуры в сфере производства судостроения, транспортного машиностроения и деятельности портов следует всерьёз заняться межгосударственным взаимодействием и региональной интеграцией всего региона, что в последующем выведет Каспийский регион на новый уровень.

Другим немаловажным условием, которое поспособствует экономическому благополучию и экологической безопасности региона, представляет запланированная поэтапная прокладка сети магистральных трубопроводов по дну Каспийского моря, что само по себе привлечёт к участию всех соседей к совместной работе, а также станет одним из важнейших достижений региона.

В дальнейшем налаженные направления сотрудничества можно будет дополнительно внедрить в создание системы координации соответствующей деятельности в оказании помощи объектам морского транспорта и их экипажам в чрезвычайных обстоятельствах.

Прикаспийские государства в данных жестких политических условиях врознь пытаются отстаивать свои интересы, получить максимальную выгоду от недр и водных биологических ресурсов Каспийского моря, тем самым получив экономическую подпитку для бюджета своего государства.

Каспийский регион уже много лет является важным геополитическим объектом, требующим внимания сопредельных государств в проведении переговоров. В первую очередь это можно связать с активной добычей нефти и газа на его территории. Далее следует ускоренные естественные и техногенные перемены экологического состояния моря. И последний фактор – специфичная геополитическая ситуация в Каспийском регионе.

Прибрежные страны Каспийского бассейна в лице России, Казахстана, Туркменистана, Ирана и Азербайджана являются незаменимыми участниками данного процесса. Следует учесть тот факт, что взаимосвязанность этих пяти государств намного сложнее и крепче, нежели может показаться со стороны. Ведь помимо общей вековой истории для четырёх из них и наличия внутреннего моря, каждый из них по-своему задействован в процессе формирования абсолютно нового мегапространства для евразийского континента.

Для России Каспийский регион всегда имел стратегически важное значение. Лидирующие позиции страны в регионе продиктованы историческим и культурным наследием, которое повлияло одинаково на обоих. Несмотря на сложность геополитической ситуации в регионе, он подконтролен только российской стороне. Это было и в царской России и в СССР, и в наше время, что позволяет создать рычаги влияния, и указать на значение Каспия для России, как на установленный крепкий плацдарм для развития деловых и культурных отношений с Востоком.

Подтверждение тому пример взаимоотношений России и Казахстана. Эти два государства были и остаются близкими стратегическими партнерами, что впоследствии помогло им стать странами-основателями Евразийского экономического союза. Их совместная работа заключается в благоустройстве и создании безопасности в Евразии, а также в развитии экономической интеграции, которая была начата ещё в 1996 году [5; с. 182].

В стремлении образовать специальную зону для свободной торговли в ЕАЭС двух вышеуказанных стран, имеется поддержка со стороны Исламской Республики Иран. Помимо этого, Иран стал наблюдателем в Шанхайской организации сотрудничества, в скором времени высока вероятность увидеть Исламскую Республику Иран в качестве полноценного члена ШОС. Стоит учитывать тот факт, что после вступления в ШОС Индии и Пакистана эта организация уже объединяет в себя практически половину населения Земли.

Сложившееся геополитическое положение должно сподвигнуть данные государства на сотрудничество и учет интересов друг друга.

Несмотря на это, геополитическая значимость региона привела к жесткой конкуренции влияния на Каспий. В связи с этим Каспийский регион относят к «дуге уязвимости», территория которой распространилась на Средиземное и Черное моря, Кавказ и Среднюю Азию [2; с. 37].

До недавнего времени страны прикаспийской пятерки не были готовы к решению наболевших вопросов без участия крупных международных игроков, таких как США, Китай, ЕС. Однако обеспечение безопасности региона требует самостоятельного решения ряда проблем, которые затрагивают жизненно важные интересы

как региона в целом, так и каждой страны в отдельности. Указанное условие, несомненно, повлияет и на сближение прикаспийских государств, которые не одно десятилетие сотрудничают между собой.

Большинство политиков сходятся во мнении, что выбранный каждой из вышеперечисленных стран курс геополитики, с большой вероятностью, повлияет на политическое, экономическое и иное благополучие как на акторов всего региона, так и на всё мировое сообщество [3; с. 117].

На данный момент ситуация в регионе остается нестабильной. Хотя каждая из стран страдает от серьезных внутренних проблем, но и на компромисс и плодотворный диалог по реальному разделу дна Каспийского бассейна пока не идёт. В связи с этим проблема обеспечения коллективной энергетической безопасности в Каспийском регионе – это комплексная полноценная задача, решение которой зависит от множества факторов и условий сотрудничества всех прикаспийских стран.

Исходя из этого, прикаспийские государства в жестких политических баталиях, должны отстоять свои интересы и заложить крепкий фундамент для продвижения идеи коллективной безопасности, что, несомненно, обрекает данные государства также на сотрудничество и учет интересов друг друга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарашова С. О некоторых геополитических аспектах стратегии США в Каспийском регионе // КАВКАЗ & ГЛОБАЛИЗАЦИЯ. Том 4. 2015.
2. Жильцов С.С., Зонн И.С. Каспийский регион. Политика, экономика, сотрудничество. М.: Аспект Пресс, 2017.
3. Мамешина Н.С. К вопросу о геополитических и геоэкономических перспективах развития стран прикаспийского бассейна / Н.С. Мамешина // Географы в годы войны и мира: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг. и 170-летию Русского географического общества в рамках XI Большого географического фестиваля. М.: Издательство «Перо», 2015.
4. Нурша А. Проблема правового статуса Каспийского моря во внешней политике прикаспийских государств. // Вестник КазГУ. Серия международные отношения и международное право. Алматы, 2018, № 1.
5. Россия в отношениях со странами Каспия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dal.by/news/4/21-12-17-3/>
6. Саямов Ю. Н. О международных отношениях и глобальных процессах// Глобальные процессы и новые форматы многостороннего сотрудничества. Сборник научных трудов участников IV Международной научной конференции. 2016.

ОБ АВТОРЕ

Бергман Юрий Эдуардович, аспирант, Астраханский государственный университет
ул. Татищева 20а, г. Астрахань, Российская Федерация, 414056. E-mail: jorra@ya.ru
Bergman Yuri, graduate student, Astrakhan State University 20a Tatischev Street,
Astrakhan Russia 414056, E-mail: jorra@ya.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

К. Э. Месропян [K. E. Mesropyan]

УДК 332.142

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В СИСТЕМЕ ЦЕЛЕЙ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ (на материалах стратегии
социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года)**

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC INDICATORS IN THE SYSTEM
OF OBJECTIVES OF REGIONAL POLICY (based on the materials of the strategy
of socio-economic development of the Rostov region till 2030)**

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук,
Россия, г. Ростов-на-Дону, , e-mail: carine@list.ru

Аннотация. В статье обсуждаются цели экологически ориентированного экономического развития регионов и методологическая основа в виде аналитической модели, используемой в отечественных междисциплинарных исследованиях. Приводится базовый перечень статистических и расчетных данных в дополнение к основным наборам показателей стратегии социально-экономического развития Ростовской области.

Материалы и методы, результаты. Предлагается дополнение целей экологической политики стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года показателями связи «валовой региональный продукт – нагрузка на окружающую среду». Задачей методического сопровождения системы планирования является структурирование оценки результативности эколого-экономической региональной политики. Рассмотрен инструментарий для формирования и анализа расчетных показателей на материалах сборников статистических данных. Представлены показатели распространенности экологических инноваций в Ростовской области. На основе аналитической модели «ДС-Д-С-В-Р», отражающей связи элементов окружающей среды и экономики, предлагаются показатели для системы стратегического планирования, опирающейся на экологизацию хозяйственной деятельности. В качестве механизмов повышения эффективности и конкурентоспособности региональной экономики предлагаются следующие способы экологизации планирования: а) структурирование целей региональной политики для внедрения контроля модернизации производств; б) усиление контроля в решении экологических проблем, а именно контроля снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Заключение. Необходимыми условиями для динамичного экологически ориентированного экономического развития регионов выступают механизмы стимулирования производства инновационных продуктов и контроля соблюдения принципов устойчивого развития. Для анализа эколого-экономического развития регионов необходима оценка эффективности возможных способов снижения давления на окружающую среду.

Ключевые слова: региональная политика, стратегическое планирование, экологические инновации, нагрузка на окружающую среду, Ростовская область.

Abstract. The article discusses the goals of environmentally-oriented economic development of the regions and the methodological basis in the form of an analytical model used in domestic interdisciplinary research. A basic list of statistical and calculated data is provided in addition to the main sets of indicators of the strategy for socio-economic development of the Rostov region.

Materials and methods, results. It is proposed to supplement the objectives of the environmental policy of the strategy for socio-economic development of the Rostov Region until 2030 with the communication indicators “gross regional product - environmental load” to structure the mechanism for implementing the scenario laid down in regional development and evaluate the effectiveness of the regional policy to ensure the region’s environmental safety. The tools for the formation and analysis of calculated indicators on the materials of statistical data collections are considered. The prevalence of environmental innovations in the Rostov region is presented. Based on the analytical model “D-P-S-I-R”, which reflects the relationship between environmental elements and the economy, indicators are proposed for a strategic planning system based on the greening of economic activity. The following ways of greening the planning are proposed as mechanisms for increasing the efficiency and competitiveness of the regional economy: a) structuring the objectives of regional policy for introducing control over modernization of production; b) strengthening control in solving environmental problems, namely, monitoring the reduction of anthropogenic pressure on the environment.

Conclusion. The necessary conditions for the dynamic environmentally-oriented economic development of the regions are mechanisms to stimulate the production of innovative products and monitor compliance with the principles of sustainable development. To analyze the ecological and economic development of the regions, it is necessary to assess the effectiveness of possible ways to reduce pressure on the environment.

Key words: regional policy, strategic planning, environmental innovation, environmental load, Rostov region.

Введение. Современные региональные стратегии требуют привлечения управленческого ресурса с применением передовых методов и технологий планирования, управления и администрирования. Сбалансированная эколого-экономическая политика выступает критически важным фактором успешности достижения целей устойчивого развития – повышение ожидаемой продолжительности жизни человека при рождении, снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. В научном сообществе подчеркивается высокое значение анализа взаимовлияния природных факторов и социально-экономического развития. В научно-практической литературе представлены методологические аспекты изучения и управления эколого-экономическим развитием [1], при этом для выработки научных рекомендаций используются новейшие мировые концептуальные и индикаторные разработки [2]. Также подчеркивается необходимость рассматривать модернизацию производства, направленную на охрану окружающей среды и здоровья человека, как один из ключевых механизмов интенсификации устойчивого развития.

Материалы и методы, результаты. Методология оценки экологически ориентированного экономического роста опирается на расчет оценок экологической и ресурсной эффективности, проведение анализа особенностей природопользования [2], также изучаются влияние состояния окружающей среды на здоровье человека, экономические возможности такого роста и необходимые политические инструменты. Экологическая и ресурсная эффективность является комплексным индикатором, объединяющим набор показателей эколого-экономического развития регионов. Термин «экологическая эффективность» закреплён на практике в связи с исполнением организациями международного стандарта «системы экологического менеджмента по управлению окружающей средой и оцениванию экологической эффективности» ISO 14001 и 14031, представленного на русском языке в ГОСТ Р ИСО 14031-2016 [3]. В системе стратегического планирования Российской Федерации данный стандарт потенциально играет ключевую роль в целях повышения результативности управления процессами взаимодействия подсистем: экологической, социальной и экономической. Поточная модель операционной деятельности организаций, представленная в данном стандарте, позволяет определить перечень показателей, необходимых для анализа экологической эффективности.

В стратегических документах перед российскими регионами поставлены задачи повышения конкурентоспособности, энергоэффективности, достижения уровня экономического роста, определенного прогнозами регионального социально-экономического развития с соблюдением принципов устойчивого развития в рамках единой государственной политики. Ростовская область входит в десятку регионов-лидеров по уровню конкурентоспособности, согласно рейтингу AV RCI-2019, составленному консорциумом «Леонтьевский центр – AV-Group», и наряду с Краснодарским краем представляет «южный полюс роста» [4]. Основными конкурентами за ресурсы для региона являются Москва, Московская область, Республика Татарстан, Свердловская область, Ханты-Мансийский АО, Красноярский край и Краснодарский край. Ростовская область в числе основных своих преимуществ имеет природные ресурсы, пространственные и инфраструктурные характеристики. Для сохранения позиций по уровню конкурентоспособности в долгосрочной перспективе южному лидеру необходимо привлекать инвестиции и трудовые ресурсы, что предполагает усиление государственной поддержки и контроля реализации региональной политики, в том числе в области экологически ориентированного экономического роста. Стратегия социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года содержит раздел «Экология: система целей и механизм реализации», в котором приводится набор структурных и динамических целей [5]. На статистических материалах Ростовской области обсудим возможности дополнения системы целеполагания стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года показателями экологически ориентированного экономического развития с помощью аналитической модели «движущие силы – давление – состояние – воздействие – реагирование» (ДС-Д-С-В-Р) [6,7].

Структурные цели экологической политики Ростовской области определены в общей формулировке, отражая направление экономического развития в сторону снижения нагрузки на окружающую среду, обеспечение экологической безопасности, формирования мониторинга и экологически ответственного мировоззрения. Достижению вышеобозначенных целей способствует модернизация технологий производств товаров и услуг, направленная на повышение экологической безопасности хозяйственной деятельности. Одним из показателей движения к реализации структурных экологических целей стратегии Ростовской области является доля организаций, осуществлявших инновации, которые обеспечивают повышение экологической безопасности в процессе производства товаров, работ, услуг в общем числе организаций, осуществляющих экологические инновации.

Экологические инновации – это инновации, которые ведут к экологически эффективным технологиям [8]. Динамику распространенности экологических инноваций в Ростовской области за период 2014-2016 гг.

предлагается проанализировать на основе показателя «доля организаций, осуществляющих экологические инновации по направлениям в числе всех организаций, осуществляющих экологические инновации (далее для удобства по тексту употребляется термин «организации-инноваторы»).

В целом инновационная активность Ростовской области имеет высокую динамику в период с 2011 по 2016 годы, так, в 2016 году по объему инновационной продукции область занимает 10-е место по стране, а по удельному весу организаций, осуществляющих технологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций, регион занимает 23-е место по стране (таблица 1).

В 2016 году большинство организаций-инноваторов Ростовской области (73,3%) направляют усилия на снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. По показателю «снижение загрязнения окружающей среды (атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума)» за период 2014-2016 гг. доля организаций, осуществляющих экологические инновации, увеличивается на 5,9%. В то же время динамика процессов по показателю «сокращение выброса в атмосферу диоксида углерода» показывает снижение: доля организаций, осуществляющих экологические инновации, уменьшается с 61,5 % до 46,7 %.

Таблица 1

Динамика ключевых показателей инновационного развития Ростовской области в 2011- 2016 гг. [5]

Наименование параметра	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год
1	2	3	4	5	6	7
Объем инновационных товаров, работ, услуг (млрд рублей)						
Ростовская область	25,2	40,5	56,2	68,6	108,5	133,8
Доля РО в РФ (процентов)	1,19	1,41	1,60	1,92	2,82	3,07
Место РО в РФ	18-е	14-е	13-е	12-е	9-е	10-е
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций (процентов)						
Ростовская область	5,8	8,1	7,2	8,8	9,2	7,8
Российская Федерация	8,9	9,1	8,9	8,8	8,3	7,3
Место РО в РФ	58-е	38-е	44-е	31-е	24-е	23-е

По показателю «сокращение материальных затрат на производство единицы товаров, работ, услуг» за период 2014-2016 гг. рост доли организаций, осуществляющих экологические инновации, составляет 11,5 %. В 2016 году две трети организаций-инноваторов Ростовской области совершенствуют технологии, уменьшая долю материальных затрат на производство продукции и услуг. Также 40 % организаций-инноваторов осуществляют замену сырья и материалов на безопасные или менее опасные.

По показателю «сокращение энергозатрат на производство единицы товаров, работ, услуг» за период 2014-2016 гг. рост доли организаций, осуществляющих экологические инновации, составляет также 11,5 %, и в 2016 году две трети организаций-инноваторов организаций Ростовской области повышают энергоэффективность своих технологий.

По показателю «осуществление вторичной переработки (рециркуляции) отходов производства, воды или материалов по данным 2016 года 33,3 % организаций-инноваторов организаций Ростовской области совершенствуют технологии производств, увеличивая вторичную переработку отходов.

Анализ статистических данных Ростовской области показал, что региональная экономическая политика рассматриваемого периода в целом за анализируемый период достигла цели роста инновационной активности организаций, преимущественно демонстрируя рост по показателю «экологические инновации».

В стратегии также сформулированы динамические цели экологической политики Ростовской области: 1) снижение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды в бассейне реки Дон, 2) увеличение покрытой лесом площади, 3) увеличение удельного веса площади особо охраняемых природных территорий в общей площади Ростовской области.

Для составления информационно-аналитических материалов, рекомендуемых в целях экологизации стратегических планов, предлагается опираться на опыт структурирования целей эколого-экономического развития в исследовании, проводимом на материалах стратегического планирования Республики Коми [6], а также на результаты исследования природопользования в Республике Армения [10].

На основе аналитической модели «ДС-Д-С-В-Р», отражающей связи элементов окружающей среды и экономики, предлагаются показатели для системы стратегического планирования, опирающейся на экологизацию хозяйственной деятельности. Показатели модели объединены в тематические группы в соответствие с бло-

ками модели: «движущие силы (ДС) – давление (Д) – состояние (С) – воздействие (В) – реагирование (Р)» (таблица 2).

Таблица 2

Базовый перечень показателей аналитической модели «ДС-Д-С-В-Р» (составлена автором)

№ п/п	Группы статистических показателей	Наименование расчетных показателей
Движущие силы		
1	Население региона	Рост численности населения
2	Объем промышленного производства	Добыча полезных ископаемых
3	Сельское хозяйство	Количество внесенных удобрений и пестицидов
Давление (нагрузка на окружающую среду)		
1	ВРП и объемы использования воды в производстве	Водоемкость ВРП
2	ВРП и объемы загрязнения сточных вод	Грязеемкость ВРП
3	Объем продукции и объемы энергопотребления в производстве	Энергоемкость производств
Состояние		
1	Возобновляемые водные ресурсы	Среднегодовой речной сток
2	Биологическое потребление кислорода	В долях ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения
Воздействие		
1	Качество воды	Соответствие проб воды санитарным нормам
2	Качество питьевой воды	
3	Заболееваемость населения	Количество зарегистрированных больных
Реагирование		
1	Инвестиции в охрану окружающей среды	Инвестиции в охрану окружающей среды к ВРП
2	Энергосбережение	Объем затрат по отношению к объему экономии

Антропогенное воздействие, или нагрузка, на окружающую среду определяется в блоке «движущие силы». К числу основных ожидаемых эффектов экономической политики, обозначенных в стратегии, относятся: естественный прирост населения, привлечение и уменьшение оттока квалифицированных трудовых ресурсов, рост объемов продукции и услуг, повышение доли высокотехнологичной продукции в общем объеме производства. Отследить выполнение целей по перечисленным задачам позволит анализ по блокам «движущие силы» и «реагирование».

Для получения оценок воздействия на окружающую среду с помощью данной модели могут быть применены расчетные показатели блока «давления», связывающие показатель экономического роста – валовой региональный продукт (ВРП) с показателями нагрузки на окружающую среду. В следующих блоках модели, «состояние» и «воздействие», методами экологического мониторинга определяется текущее состояние основных элементов окружающей среды (почв, воды, воздуха, биоресурсов) и значения оценок воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Представленный перечень показателей является ориентировочным, поскольку для содержательного определения каждого блока требуется проведение специального анализа [6]. В результате проведенного исследования рекомендовано структурирование набора целей эколого-экономического развития с дальнейшей адаптацией существующей системы стратегического планирования к задаче оценки результативности региональной политики.

Заключение. Предлагается дополнение целей пространственной политики стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года показателями связи «валовой региональный продукт – нагрузка на окружающую среду» для структурирования механизма реализации заложенного в региональном развитии сценария и оценки результативности региональной политики по обеспечению экологической безопасности региона. Рассмотрен инструментарий для формирования и анализа расчетных показателей на материалах сборников статистических данных [9].

В качестве механизмов повышения эффективности и конкурентоспособности региональной экономики предлагаются следующие способы экологизации планирования: а) структурирование целей региональной поли-

тики для внедрения контроля модернизации производств; б) усиление контроля в решении экологических проблем, а именно контроля снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду. Экологические инновации в регионах могут рассматриваться как основные движущие силы снижения давления на окружающую среду, снижения энергопотребления, роста производительности труда. Таким образом, необходимыми условиями для динамичного экологически ориентированного экономического развития регионов выступают: во-первых, механизмы стимулирования производства инновационных продуктов, во-вторых, механизмы контроля соблюдения принципов устойчивого развития. Для анализа эколого-экономического развития регионов необходима оценка эффективности возможных способов снижения давления на окружающую среду.

Исследование выполнено в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта АААА-А19-119011190184-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Поташева О. В. Структура экономики российских регионов и состояние окружающей среды // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. №. 11-1. С. 54-63.
2. Экосистемные услуги России. Прототип национального доклада. Т.1. Услуги наземных экосистем. Ред.сост. Е.Н. Букварева, Д.Г. Замолодчиков/ С.Н. Бобылев, Е.Н. Букварева, В.И. Грабовский и др. Издательство Центра охраны дикой природы Москва, 2016.
3. Государственный стандарт ГОСТ Р ИСО 17031-2016. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456035021> (дата обращения: 24.09.2019).
4. Индекс конкурентоспособности регионов России 2019 AV RCI- 2019 beta. – Режим доступа: http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2019/11/AV_RCI_2019_beta.pdf (дата обращения: 06.11.2019).
5. Официальный портал Правительства Ростовской области. Постановление от 26.12.2018 г. № 864 «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2030 года» – Режим доступа: <http://old.donland.ru/Data/Sites/1/DonlandDocuments/mid134977/doc28439/6114201812290004.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).
6. Зомонова Э.М., Зандакова А.Б. Методы анализа в концептуальной структуре DPSIR // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование (политология, экономика, право). 2011. №3. Том 4. С.52-61.
7. Фомина В. Ф., Фомин А. В. Эколого-экономическое развитие Республики Коми в аспекте «зеленого» роста // СЕВЕР И РЫНОК: формирование экономического порядка. 2018. № 1 (57). С. 85-98.
8. Косякова И.В., Капмар В.В. Экологические инновации на промышленных предприятиях как фактор достижения сбалансированного развития общества // Фундаментальные исследования. 2017. № 9-2. С. 455-459.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат.сб. Росстат. М., 2018. 1162 с.
10. Селютин В.В., Месропян К.Э., Арутюнян Р.М., Габриелян Б.К. Проблемы интегрированного управления экосистемой и водосборной территорией озера Севан: модельные подходы // Наука юга России (Вестник Южного научного центра). 2017. Т. 13, №3. С. 58-70.

REFERENCES

1. Druzhinin P. V., Shkiperova G. T., Potasheva O. V. Struktura jekonomiki rossijskih regionov i sostojanie okružhajushhej sredy // Vestnik Altajskoj akademii jekonomiki i prava. 2019. №. 11-1. S. 54-63.
2. Jekosistemnye uslugi Rossii. Prototip nacional'nogo doklada. T.1. Uslugi nazemnyh jekosistem. Red.sost. E.N. Bukvareva, D.G. Zamolodchikov/ S.N. Bobylev, E.N. Bukvareva, V.I. Grabovskij i dr. Izdatel'stvo Centra ohrany dikoj prirody Moskva, 2016.
3. Gosudarstvennyj standart GOST R ISO 17031-2016. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456035021> (data obrashhenija: 24.09.2019).
4. Indeks konkurentosposobnosti regionov Rossii 2019 AV RCI- 2019 beta. – Rezhim dostupa: http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2019/11/AV_RCI_2019_beta.pdf (data obrashhenija: 06.11.2019).
5. Oficial'nyj portal Pravitel'stva Rostovskoj oblasti. Postanovlenie ot 26.12.2018 g. № 864 «Ob utverzhdenii strategii social'no-jekonomicheskogo razvitija Rostovskoj oblasti do 2030 goda» – Rezhim dostupa: <http://old.donland.ru/Data/Sites/1/DonlandDocuments/mid134977/doc28439/6114201812290004.pdf> (data obrashhenija: 01.09.2019).
6. Zomonova Je.M., Zandakova A.B. Metody analiza v konceptual'noj strukture DPSIR // Problemnyj analiz i gosudarstvenno-upravljencheskoe proektirovanie (politologija, jekonomika, pravo). 2011. №3. Tom 4. S.52-61.
7. Fomina V. F., Fomin A. V. Jekologo-jekonomicheskoe razvitie Respubliki Komi v aspekte «zelenogo» rosta // SEVER I RYNOK: formirovanie jekonomicheskogo porjadka. 2018. № 1 (57). S. 85-98.
8. Kosjakova I.V., Kapmar V.V. Jekologicheskie innovacii na promyshlennyh predpriyatijah kak faktor dostizhenija sbalansirovannogo razvitija obshhestva // Fundamental'nye issledovanija. 2017. № 9-2. S. 455-459.
9. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2018: Stat.sb. Rosstat. M., 2018. 1162 s.
10. Seljutin V.V., Mesropjan K.Je., Arutjunjan R.M., Gabrijeljan B.K. Problemy integrirovannogo upravlenija jekosistemoj i vodosornoj territoriej ozera Sevan: model'nye podhody // Nauka juga Rossii (Vestnik Juzhnogo nauchnogo centra). 2017. T. 13, №3. C. 58-70.

ОБ АВТОРЕ

Месропян Каринэ Эдуардовна, кандидат экономических наук, научный сотрудник Федерального исследовательского центра Южный научный центр Российской академии наук, 344006, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, carine@list.ru, 89185079018

Mesropyan Karine Eduardovna, Candidate of Economy, Research Fellow at the Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 344006, Rostov region, Rostov-on-Don, carine@list.ru, 89185079018

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ

А. А. Москвитин [A. A. Moskvitin]

К. Ф. Самохвалов [K. F. Samokhvalov]

А. Б. Чебоксаров А.Б. [A.B. Cheboksarov]

УДК: 519:517

ДВА ПОДХОДА В ИНФОРМАТИКЕ

TWO APPROACHES IN COMPUTER SCIENCE

ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт»,
филиал в г.Ессентуки, Россия, e-mail: Cheboksarov1956@mail.ru

Аннотация. Настоящая работа посвящена весьма актуальной для занимающихся информатикой теме: различным подходам к процессу постановки и решения задач на компьютере. В работе рассматриваются два подхода: 1) в так называемом исчислении задач, и 2) при работе с полем осмысленных задач. Рассматриваются достоинства и недостатки этих подходов, их практическая значимость.

Материалы и методы, результаты и обсуждения. Разграничение двух подходов связано с понятностью задачи для тех, кто ее ставит и решает, т.е. с разнесением ответственности между заказчиком (пользователем) и исполнителем (программистом). Например, пусть имеются осмысленные в некоторой аксиоматической системе T элементарные задачи A и B . Из них сконструирована новая задача $A \rightarrow B$. Спрашивается «Из чего следует, что эта вновь сконструированная задача будет являться столь же осмысленной (в той же самой аксиоматической системе T), сколь осмысленны (в системе T) задачи A и B ?» Ведь совсем неочевидно, что сконструированная задача из двух осмысленных задач: (А) «Шарик катится по поверхности» и (В) «Шарик падает с высоты» следует, что очевидна задача вида $(A \rightarrow B)$, т.е. «Из того, что шарик катится по поверхности следует, что шарик падает с высоты».

Другое дело, если мы сразу же сформулируем осмысленную в теории T (в нашем примере) задачу вида $(A \rightarrow B)$, т.е. «Если шарик катится по поверхности стола, то он с него упадет, как только докатится до края стола».

Заключение. По результатам обсуждения, делаем вывод, что практической значимостью обладают лишь T -задачи, все остальные случаи (T -полузадачи и T -томления) могут рассматриваться лишь как предпосылки возможных дальнейших исследований поставленных проблем информатики.

Ключевые слова: осмысленная задача, исчисление задач, поле осмысленных задач.

Abstract. This work is devoted to a very topical topic for computer scientists: various approaches to the process of setting and solving computer problems. Two approaches are considered in the work: 1) in the so-called calculus of tasks, and 2) when working with the field of meaningful tasks. The advantages and disadvantages of these approaches, their practical significance are considered.

Materials and methods, results and discussions. The distinction between the two approaches is connected with the comprehensibility of the problem for those who pose and solve it, i.e. with assignment of responsibility between the customer (user) and the executor (programmer). For example, there are several elements that are meaningful in some axiomatic system T , A and B . A new problem $A \rightarrow B$ is constructed from them. The question is "From which it follows that this newly constructed problem will be as meaningful (in the same axiomatic system T), how meaningful (in system T) are problems A and B ?" It is not at all obvious that the constructed task consists of two meaningful tasks: (A) "The ball rolls on the surface" and (B) "The ball falls from a height" it follows that the problem of the form $(A \rightarrow B)$ is obvious, i.e. "From the fact that the ball rolls on the surface, it follows that the ball falls from a height."

Another thing is if we immediately formulate a problem of the form $(A \rightarrow B)$ that is meaningful in the theory of T (in our example), i.e. "If the ball rolls on the surface of the table, then it will fall from it as soon as it reaches the edge of the table."

Conclusion. Based on the results of the discussion, we conclude that only T -tasks have practical significance, all other cases (T -semi-tasks and T -languor) can be considered only as prerequisites for further research on the problems of computer science

Key words: meaningful problem, calculus of problems, field of meaningful problems.

Currently, two points of view can be distinguished on the process of setting and solving problems on a computer. One is based on the concept of calculus of problems [3], the other on the field of meaningful tasks [9].

Consider the case of work in the calculus of problems (Fig. 1). It is believed that there is some initial set of elementary problems, from which more complex problems are constructed in a special way. It is assumed that each ele-

mentary task is meaningful and the property of meaningfulness of elementary tasks is automatically transferred to the resulting task. However, it should be noted that this assumption is not trivial: the preservation of meaningfulness in the transition from meaningful elementary tasks to a newly constructed task depends on the meaning invested by the developer in these tasks. Usually, within the framework of the approach under consideration, an analysis of the meaningfulness of tasks is not done, and therefore this assumption is not verified, but instead they try to preserve some other properties of tasks when constructing new tasks. These other properties, in different cases, are different, but in any case it is not clear how they are associated with meaningfulness. This is the first major drawback of this approach.

The second drawback is that the question is not posed at all: "Why do we need to construct more and more new tasks from existing tasks, even if they were meaningful?" One may wonder; "What are we striving for - to answer some meaningful questions, or to ask more and more new questions all the time !?" The calculus of tasks - this is the task of more and more new questions.

A different approach is proposed, which consists in the following (Fig. 2). A fixed set of meaningful tasks (meaningful within a given topic - the ontology of the subject area) is singled out and instead of constructing all new and new tasks from these tasks, we study the relationships (properties, operations, relations) between the original tasks. The initial set of tasks with highlighted relationships between them is a field of meaningful (understandable) tasks. Hereinafter, the task will be considered meaningful (understandable) if and only if there is something that allows you to unambiguously separate the process of solving the problem from the process of its non-solution (and not the answer from the non-answer).

Obviously, this approach is devoid of the shortcomings of the first, but it is unusual. Indeed, now the user himself is fully responsible for the formulation and solution of the problem, and all other participants in this process only help him by creating the necessary tools within their competencies: mathematicians are responsible for the specification of the problem; programmers - create the missing tool; system engineers - modify the technical environment, etc.

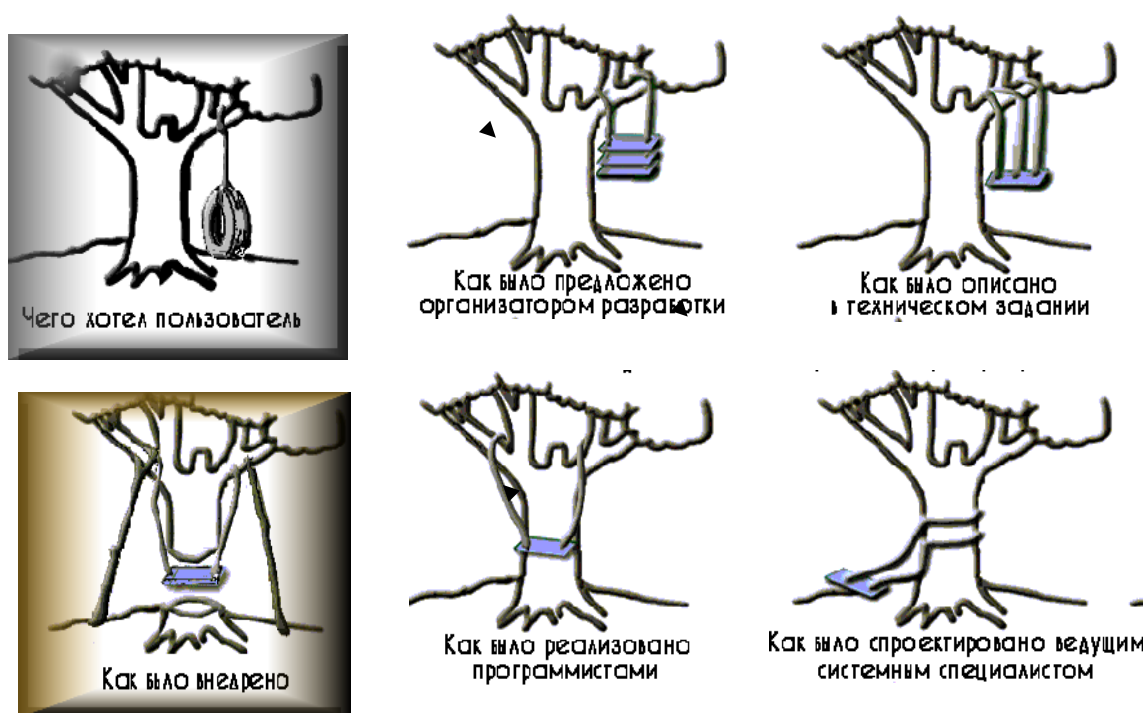


Рис. 1а. Работа в исчислении задач / Fig. 1a. Work in calculus of tasks

The experience of creating software shows that although it seems that the work should be carried out in calculating tasks, the customer is ultimately only interested in solving his problem, and not constructing more and more new tasks (programs) from the one that he formulated at the beginning of the description. How software is created that often solves its problem to the user doesn't matter - the main thing is that the program must have the necessary properties and produce the result, and this is the main catch of this approach. Indeed, if different specialists take part in the software development, it is impossible to guarantee the safety of all the properties of the original user's task (each of the developers understands the task in his own way and his view may differ significantly from the essence of the original task).

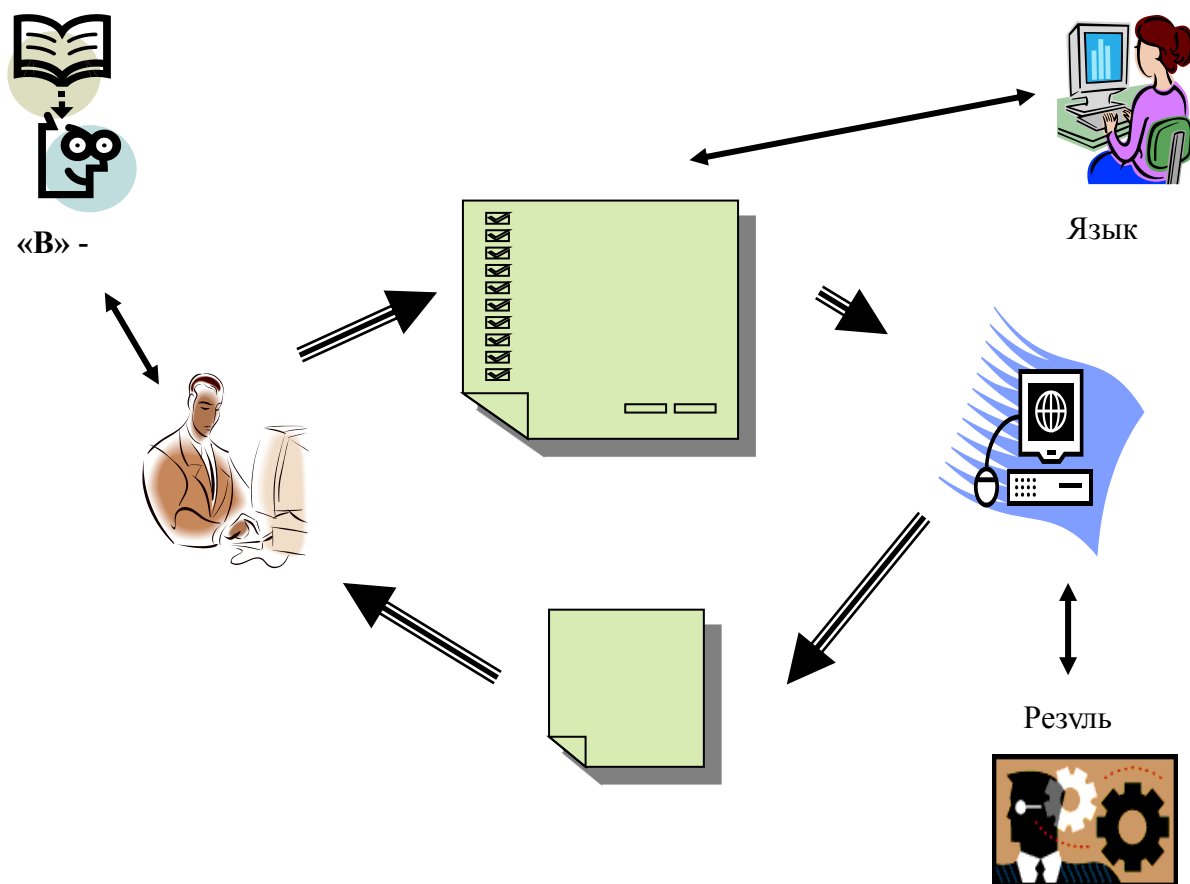


Рис. 16. Работа в поле осмысленных задач / Fig. 1b. Work in the field of meaningful tasks

The purpose of this work is to describe in more detail the second approach (work in the field of meaningful tasks), free from the shortcomings of work in calculating problems.

At a certain stage, a person has some anxiety and wants to satisfy him. It is clear that such a wish is convincing for him. At the same time, it is clear that not every desire that is convincing for a person can be satisfied. If it can be satisfied, then we are dealing with a task. In other words, the task is an unsatisfied sense of anxiety.

The question is: "When can this feeling of anxiety be satisfied, under what conditions?" This is the first thing the ENAs will have to deal with. The second remark concerns the answer to the question: "Is it possible to do this and justify the correctness of such an approach?" We will try to answer both questions.

Let's start with the last question: "Is it possible to reason correctly in these terms?" The answer is yes, namely. Let the numbering of texts (tasks) be fixed [2], and let, in addition, the Gödel numbering of expressions of some first-order language L embracing the language of arithmetic be fixed. Let also T be an arbitrary formal theory in the language L . Let, further, $t(\emptyset j \emptyset, x)$ be a term in L such that the arithmetic value $t(\emptyset j \emptyset, n)$ is the Gödel number of the sentence obtained from the formula $j(x)$ by substituting the digit n instead of x . And finally, let $\text{Pr}T$ be any standard provability predicate for T .

Definition 1. An ordered pair $j = (T, j)$, where j is an arbitrary formula in L containing exactly one free variable, is called a formally meaningful problem (in the L language) if and only if T and j satisfy the following conditions ("Conditions of conceptualization"): 1) T is consistent; 2) $T \vdash \neg x (\text{Pr}T (t(\emptyset j \emptyset, x)) \text{Pr}T (t(\emptyset j \emptyset, x)))$; 3) $T \vdash \neg x (\text{Pr}T (t(\emptyset j \emptyset, x)) j(x))$; 4) $T \vdash \neg x (\text{Pr}T (t(\emptyset j \emptyset, x)) \text{fi} j(x))$. We assume that arbitrary theories T_1 and T_2 are equal (we write $T_1 = T_2$) if they are equal as sets of theorems, and arbitrary formulas j and y are equal (we write $j = y$) if j and y graphically coincide. Therefore, the following observation follows from Definition 1: if j is a formally meaningful problem, moreover, $j = (T_1, j)$, and y is a formally meaningful problem, where $y = (T_2, y)$, then $j = y$ if and only if $T_1 = T_2$ and $j = y$.

Definition 2. If $j = (T, j)$ is a formally meaningful problem, then T is called j a problem system, j is a formulation for j .

Definition 3. If $j = (T, j)$ is a formally meaningful problem, then a natural number n is called a solution (or non-solution) (for) j if and only if $j(n)$ takes place.

These remarks are valid for at least two classes of formula problems: on constructions and on proofs [10]. Further calculations are given in the work.

The answer to the first question: “When we deal with tasks that are meaningful for us and what is it?” - will require more detailed explanations. In this case, we have a different approach to the formulation and solution of problems, namely, we are now dealing with a field of meaningful problems of a certain subject area, for example, in physics. Now task $(A \boxtimes B)$ is not a construction of two tasks A and B, but a relation established on elementary tasks A and B, which indicates to us that when making premise A, conclusion B will be fulfilled. Moreover, the meaningfulness of task $(A \text{ задачи } B)$ we have no doubt. Further, we can decompose the original task into subtasks A and B, the meaningfulness of which, in a fixed field of tasks, we too will no longer be in doubt.

In the first case (when working with the calculus of tasks), it is believed that the task of the customer (user) can be set only taking into account those features of its formulation that were obtained as a result of its completion by other specialists (for example, programmers). At the same time, the problem of **comprehensibility** of the task thus obtained is ignored. In the best case, when switching from the initial formulation of the problem to the final one, they try to preserve at least some features of the original problem (in principle, the more of these features, the better). At the same time, the **responsibility for making decisions** related to the statement of the problem is already transferred to the “shoulders” of the participant who last participated in this process (specifiers, system engineers, programmers, testers and other participants in this process). As a result, the task set in this way, as a rule, does not correspond (fully and / or partially) to the original task of the customer, and, therefore, its solution (and especially the developed software) may turn out to be meaningless for the customer. Hence, all the disagreements between customers and contractors (between users and programmers).

When working with the field of meaningful tasks, the problem of the relationship between the customer and the contractor is completely removed, since now the customer himself bears the full responsibility for the formulation and solution of his task. The executors (specifiers, programmers and other specialists) play an auxiliary role in this - providing the customer with a convenient and adequate tool for solving his task on the computer. At the same time, control over the actions of programmers affects only the syntactic level and does not apply to the semantic and pragmatic levels. When working with the task field, we will proceed from the following assumption - there are a number of meaningful tasks in this subject area (the field of meaningful tasks) and you only need to compare the original task with one of the tasks of the specified task field. How to do this is described in [7].

The following questions may arise: “What determines the intelligibility of the task for the user (customer)”, and “How to fix this intelligibility?” The answers to these questions are given below.

We will assume that the task is understandable to the specialist in his subject area (customer, user), if he is able to recognize any result presented to his attention by a solution or non-solution (we note not answer or non-answer) of his task [4].

In the case of the calculus of tasks (still preserved when solving problems on a computer), the **meaningfulness** of the task is either not confirmed in the process of converting the original task (i.e., when developing software), or the meaningfulness of each subsequent task transformation (by the next specialist) is transferred to the shoulders of the one who (voluntarily or involuntarily) changes the original task (i.e., on specifiers, project managers, programmers, etc.). As a result of this, it becomes unclear: “what problem will be solved, the one that the customer had in mind, or the one that the next participant in this process (software development) is dealing with?” The possible answer is this - the task that was determined last, but by no means the original task of the user, is solved.

The second case (non-traditional) of solving a problem on a computer is based on the following paradigm. Let a task field be defined for a certain subject area that is understandable to a user who is a specialist in this subject area, but who is not a programmer. All that is required of him is to relate his description of the problem to one of the tasks of a given field of meaningful tasks and choose the statement of the problem that is most acceptable from his point of view. If this can be done, and the problem belongs to the class of problems of proof or construction, then its solution is obtained almost automatically, as a definite conclusion in some axiomatic system T constructed by the user himself (or a mathematician according to the described task made by the user himself, see [7]).

If in the first case it is assumed that the **programmer** (note, not the user) should **know** the **semantics** of the calculus that the user works with (i.e., understand the user's task) and only then can he make responsible decisions at each of the following stages, from setting to solving a problem on a computer. In fact, in practice this is far from the case. The maximum that can be expected from a programmer is how it is more convenient (for him) to display the task in a lan-

guage that is “understandable” to both the programmer and the computer (ie, in the programming language) and not be bothered by the semantics of the user’s subject area at all . It follows that in practice a low-skilled (in computer science) customer is completely dependent on a highly skilled programmer.

Of course, if the user has sufficiently extensive knowledge in mathematics (for example, he can operate with the concepts of dynamic logic [2]), then the range of tasks that he understands can expand significantly.

The second approach fully corresponds to this, when it is assumed that the meaning of the problem is understandable to the customer (user) and he can represent the problem in the form of recursive subsets of the set $D(T)$ of conclusions d in the given formal calculus T . This calculation is set directly by the customer himself, proceeding from his own considerations and knowledge of what problem he solves.

In this case, knowledge of the subject area of interest to the customer, and, consequently, the semantics of the given calculus T , which is related to programming, is considered not obligatory, although they do not exclude this.

For example, the customer expects from the executor (programmer) a program that meets his needs, for example, the ability to calculate some specific formula. In order for this expectation to make sense for the customer himself, he must at least have an idea of such concepts as “program”, “formula”, know which calculation result will be correct and which will not, so that it is possible to make a statement like “this program is able to calculate this formula”, or vice versa, is not able to calculate this formula.

Here it is appropriate to make a small digression regarding the features of solving the problem on a computer.

The first feature relates to the fact that the problem to be solved on a computer should be considered in a discrete space (and not in infinity, as is the case in mathematics). Therefore, this fact should be taken into account in the formulation and solution of the problem. It is known that for solving a problem on a computer, it is necessary to develop an algorithm (a finite sequence of actions that goes in discrete time from the initial data to the result and has a number of properties see [6]), implemented on a computer, and this is not always possible to do in conditions of the finiteness of the calculations. For example, the algorithm for calculating the circumference by counting the perimeters of the inscribed regular polygons appeals to the concept of infinity of the calculation process. Therefore, it is necessary to resort to various restrictions (primarily, approximate calculations). A computer is a computing device that executes commands, and each command is discrete in nature.

The second feature concerns the fact that it is necessary “somehow to fix the fact that the task is clear to us and that we can proceed to solve it on the computer?” Here it is necessary to take into account that the software development process itself requires significant costs (time, material, financial, etc.) and errors in the formulation of the task are especially expensive.

We will assume that the task is understandable to someone who is going to solve it on a computer only if, together with formally fixed source data and a conclusion, he can develop a (formally) algorithm implemented on a computer; and also highlight the restrictions guaranteeing the receipt of the required solution (including with a given degree of accuracy); and exceptional situations i.e. such situations arising in the process of calculations on a computer that will never allow you to get the desired result. We will call this three the *criteria for the meaningfulness* of solving a problem on a computer.

In case of failure to fulfill any of these conditions, the customer’s expectation becomes uncertain for him in terms of time and results. As a result, the relationship between the customer and the contractor is meaningless, and the task will not be solved.

A solution to this problem is possible by creating a special calculus in which the syntactic objects of the new language are such concepts as “program”, “formula”, expressions such as “this program P is created to calculate formula F ”, and the apparatus of which is convincing for the customer carry out the necessary justifications.

Obviously, to develop such a calculus is very difficult, but not futile. A similar calculus was created by Yu.L. Ershov [2] for formula problems is also known as DL (dynamic logic).

Using dynamic logic, the customer can formulate and consider for himself a meaningful task of the type: get a program from a programmer that has the property to calculate some given formula.

Moreover, the task executor does not need anything beyond the scope of the DL syntax in the case when the customer provides communication with the programmer in the language of task specifications proposed by us [4]. Just as an initial calculus T it is necessary to use elements of dynamic logic.

Another way to solve the problem does not require the programmer to know the semantics of the original calculus T (that is, not to know the ontology of the customer’s subject area), and, importantly, relieve the customer of possi-

ble criticism of the contractor, therefore, situations are possible where a low-skilled (in computer science) customer is effectively exploiting highly qualified programmer.

The first approach was considered in sufficient detail in [4] and we do not dwell on it, and to highlight the features of another way to solve the problem, we will carry out a comparison procedure with two alternative ones (T -semi-task and T -languor). The prefix T means that the discussion is carried out in the theory of T .

Let's consider three possibilities. First, the task is meaningful, i.e. the criterion of meaningfulness allows one to unambiguously separate all solutions to a problem from all its solutions. Under these conditions, you can safely proceed to solve the problem on the computer. The second - the criterion of meaningfulness allows you to unambiguously separate only the solution of the problem and not say anything about its non-solution. Therefore, the task is subject to additional determination by the qualifier (mathematician) and only after that it will be possible to proceed to its solution on the computer. We describe this situation as work with semi-tasks. The third case reflects the situation when the criterion of meaningfulness unambiguously defines all the solutions to the problem, but says nothing about its solution. We will call this case languor. In this case, the solution to the problem on the computer must be forgotten.

The above situations were considered in detail in [8], here we only clarify (formally substantiate) some of the most important facts of the approach to work with the field of meaningful problems.

Recall that by a problem we mean a recursive subset of an effectively decidable set U [1]. And the set of all meaningful (i.e., understandable) tasks is the set of all such subsets. To describe all such subsets is to ask for some numbering of these subsets. If the numbering is computable $F(n, x)$, then two outcomes are possible - the first - not all subsets of U are numbered; or all are numbered, but then the numbering is not computable. We will opt for efficiency by sacrificing universality of numbering.

Let the task now be presented to the user not in the form of recursive subsets of the set $D(T)$ of conclusions d in the formal calculus defined by the customer T , but more globally, in the form of recursively enumerable subsets of the set $D(T)$. This is where two possible alternatives arise.

In the first case, the user certainly has the opportunity to determine any solution to any task proposed to him, but to determine any solution to it is difficult. We will identify such situations with T -semi-tasks (i.e., not completely meaningful tasks). Then, for any formal calculus T , there exists (under quite obvious agreements on coding conclusions from $D(T)$ by numbers) a countable numbering of all T half-tasks. For definiteness, we will call it the post numbering π .

In this case, for $\forall n \in \mathbb{N}$ the expression πn denotes the T -semi-task φ , the post number of which is the number n , that is, $\varphi = \pi n$. The number n will be called the formulation of the T -semi-task T -semi-task φ . It is not difficult to understand that any T -semi-task has infinitely many formulations.

Speaking about the semi-tasks and the language of the specifications of the semi-tasks, the following should be noted [8]. We will call the language $L1$ the language of specifications for semi-tasks, and the algebraic system M_T - its T -semantics. Here, the language $L1$ is a first-order language [8] with the equality of the signature Ω , which includes two unary predicate symbols R and Q , as well as six binary predicate symbols $R_\wedge, Q_\wedge, R_\vee, Q_\vee, R_\rightarrow, Q_\rightarrow$ and, as individual constants, all digits $0, 1, \dots, n, \dots$ for natural numbers: $\Omega = (R, Q, R_\wedge, Q_\wedge, R_\vee, Q_\vee, R_\rightarrow, Q_\rightarrow; 0, 1, \dots, n, \dots)$.

The algebraic system $M_T = (N; R, Q, R_\wedge, Q_\wedge, R_\vee, Q_\vee, R_\rightarrow, Q_\rightarrow; 0, 1, \dots, n, \dots)$ of the signature Ω is defined by the set of natural numbers N ; individuals $0, 1, \dots, n, \dots$ are natural numbers; and by the numbers $R, Q, R_\wedge, Q_\wedge, R_\vee, Q_\vee, R_\rightarrow, Q_\rightarrow$, given on N as follows:

- 1) $x \in R$ only if it is possible to indicate a specific solution to the T -semi-task with post number x ;
- 2) $x \in Q$ only in the case when $\pi x \neq \emptyset$;
- 3) a pair $(x, y) \in R_\wedge$ only if there is a specific solution T -semi-task with post number x and a specific solution of a T -semi-task with post number y ;
- 4) a pair $(x, y) \in Q_\wedge$ only if $\pi x \neq \emptyset$ и $\pi y \neq \emptyset$;
- 5) a pair $(x, y) \in R_\vee$ only if it is possible to indicate either a specific solution to the T -semi-task with post number x , or a specific solution to the T -semi-task with post number y ;
- 6) the pair $(x, y) \in Q_\vee$ only in the case when $\pi x \neq \emptyset$ или $\pi y \neq \emptyset$;
- 7) a pair $(x, y) \in R_\rightarrow$ only if there exists an algorithm such that each solution of the T -semi-task with post number x processes into some solution of the T -semi-task with post number y ;
- 8) a pair $(x, y) \in Q_\rightarrow$ only if $\pi x = \emptyset$ или $\pi y \neq \emptyset$.

We will call:

- the ratio R is the constructive semi-tasking solvability, and the ratio Q is the classical semi-tasking solvability;

- the ratio $R_{\wedge}$ is a constructive semi-tasking conjunction, and the ratio $Q_{\wedge}$ is a classical semitasking conjunction;
- the ratio $R_{\vee}$ is a constructive semi-tasking disjunction, and the ratio $Q_{\vee}$ is a classical semi-tasking disjunction;
- the ratio $R_{\rightarrow}$ is a constructive semi-task implication, or semi-task reducibility, and the ratio $Q_{\rightarrow}$ is a classical semi-task implication.

The necessity of introducing the language $L1$ is explained by the fact that in it the customer can correctly pose any questions he is interested in regarding any T -semi-tasks if any interest in them is given by the indicated relations $R, Q, R_{\wedge}, Q_{\wedge}, R_{\vee}, Q_{\vee}, R_{\rightarrow}, Q_{\rightarrow}$.

That is, we believe that questions of interest to the customer regarding the T -semi-tasks are limited to particular cases of the following general question: "What elementary sentences of the language $L1$ are true on the M_T system?"

From a practical point of view, the above relations determine all the properties and connections between the T -semi-tasks, which are of interest to the customer, and if in some specific cases these properties and connections are not enough, it is possible to expand the language $L1$ and its semantics. Thus, in most of the tasks necessary for the customer, it is possible to impoverish the $L1$ language painlessly for the final result, removing the symbols of relations duplicating each other from its signature. For example, you can remove all Q -characters, leaving all R -characters, or, conversely, remove all R -characters, leaving all Q -characters, or remove part of Q -characters and part of R -characters. Both options for depletion are absolutely equivalent.

In the second case, tasks are understood by users not as recursive subsets of the set $D(T)$ of conclusions d in a given formal calculus T , but just as additions to recursively enumerable subsets of the set $D(T)$. As a result, the user in the language of task specifications is guaranteed the recognition of any non-solution of any problem of interest to him, but the possibility of recognition by him of any solution to this problem is not guaranteed (the case of T -languor is considered).

In this case, for each formal calculus T there is (under the obvious agreement on the coding of conclusions from $D(T)$ by numbers) a computable numbering of all T -languors. For the sake of definiteness, let it be again the posting numbering π .

Then, for any positive integer n , the symbol πn will denote the T -languor ψ , whose post number is the number n . Moreover, for any T -languor ψ there exists a natural number n such that $\psi = \pi n$. If $\psi = \pi n$, then n will be called the formulation of the T -languor ψ . Obviously, any T -languor has infinitely many formulations.

For an accurate description of working with T -languor, we introduce the $L2$ language, which allows us to formally describe those situations where the user can not say anything about the solution of the problem, but knows all its non-solutions. We call the language $L2$ the language of specifications for languor, and the algebraic system N_T — as its T -semantics.

Let $L2$ be a first-order language with equality of signature Σ , contains two unary predicate symbols P and S , six binary predicate symbols $P_{\wedge}, S_{\wedge}, P_{\vee}, S_{\vee}, P_{\rightarrow}, S_{\rightarrow}$ and, as individual constants, all digits $0, 1, \dots, n, \dots$ for natural numbers: $\Sigma = (P, S; P_{\wedge}, S_{\wedge}, P_{\vee}, S_{\vee}, P_{\rightarrow}, S_{\rightarrow}; 0, 1, \dots, n, \dots)$.

The algebraic system $N_T = (N; P, S; P_{\wedge}, S_{\wedge}, P_{\vee}, S_{\vee}, P_{\rightarrow}, S_{\rightarrow}; 0, 1, \dots, n, \dots)$ of signature Σ , has support N — the set of natural numbers (constants $0, 1, \dots, n, \dots$ — are natural numbers); the relations $P, S, P_{\wedge}, S_{\wedge}, P_{\vee}, S_{\vee}, P_{\rightarrow}, S_{\rightarrow}$ are the numerical relations given on N as follows:

1) $x \in P$ if and only if it is possible to indicate a conclusion d to T such that $d \notin \pi x$, i.e. when it is possible to indicate a specific solution of T -languor with the post number x ;

2) $x \in S$ if and only if $\pi x \neq D(T)$;

3) a pair $(x, y) \in P_{\wedge}$ if and only if it is possible to indicate a conclusion d_1 in T such that $d_1 \notin \pi x$, and a conclusion d_2 in T such that $d_2 \notin \pi y$, i.e. when it is possible to indicate a specific solution of T -languor with a fasting number x and a specific solution of T -languor with a post number y ;

4) a pair $(x, y) \in S_{\wedge}$ if and only if $\pi x \neq D(T)$ и $\pi y \neq D(T)$;

5) a pair $(x, y) \in P_{\vee}$ if and only if it is possible to indicate either a terminal d_1 in T such that $d_1 \notin \pi x$, or a terminal d_2 in T such that $d_2 \notin \pi y$, i.e. when it is possible to indicate either a specific solution of T -languor with a fasting number x or a specific solution of T -languor with a fasting number y ;

6) a pair $(x, y) \in S_{\vee}$ if and only if $\pi x \neq D(T)$ или $\pi y \neq D(T)$;

7) a pair $(x, y) \in P_{\rightarrow}$ if and only if an algorithm exists such that every T -languor solution with post number x processes a T -languor solution with post number y ;

8) a pair $(x, y) \in S \rightarrow$ if and only if $\pi x = D(T)$ или $\pi y \neq D(T)$.

In the case of T -languor it is no longer possible to say that $P = S$, $P_{\wedge} = S_{\wedge}$, $P_{\vee} = S_{\vee}$, $P_{\rightarrow} = S_{\rightarrow}$. In advance, it can only be said that $P \subseteq S$, $P_{\wedge} \subseteq S_{\wedge}$, $P_{\vee} \subseteq S_{\vee}$, $P_{\rightarrow} \subseteq S_{\rightarrow}$. The constructive properties of T -languor and the constructive relationship between T -languor are, so to speak, "more fundamental" than their classic partners.

From this it can be assumed that when in 1932 Kolmogorov suggested that the intuitionist propositional calculus be interpreted as the "calculus of tasks", without explaining what he understood by "tasks", then perhaps he meant something more like " T -languor" than on " T -semi- tasks" or " T -tasks" [2].

If we talk about T -languor, it can be noted that the L_2 language can no longer be impoverished without any damage, choosing at the request of one of the two options for depletion indicated above. If we talk about the impoverishment of the L_2 language, then in this case only the first of the mentioned options is valid.

When *choosing acceptable options* for the depletion of the L_2 language (as well as for the L_1 language), one is selected that is focused specifically on constructive relations in semantics. Since constructive relations are more fundamental than classical ones, then in those cases when they are equal to classical ones, they should not prefer classical ones so as not to introduce unnecessary disagreement in terminology.

Thus, the reason for choosing between two possible alternatives is one, but important: half-tasks and longings are worries that are not fully understood.

The approach under consideration is equivalent to any of these two alternatives if we assume that instead of the posting numbering π they include suitable computable, but not universal numberings of *recursive* subsets of the set $D(T)$, and formulas with external quantifiers are removed from this approach.

However, consideration of this approach requires consideration of three *levels of generality* [see 8]. The first *level of generality*: T is an arbitrary formal calculus. The second level of generality: T is an arbitrary formal calculus, in such an arbitrary language in which there are (or for which are defined) closed formulas and formulas with free variables, closed terms and terms with free variables, and also the substitution of closed terms into formulas with free variables. Third level of generality: T - an arbitrary formal calculus in an arbitrary first-order language with equality.

In conclusion, it should be noted that only T problems are of practical importance, all other cases (T -semi-tasks and T -languor) can be considered only as prerequisites for further research on the problems posed by solving problems on computers.

As the reader probably already guessed, all of the above constructions relate to two classes of problems: proof problems (and this, for example, all decision problems) and construction problems that differ from proof problems in that they are formulated in the same theory, and the solution is in another.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров С.С., Ершов Ю.Л., Самохвалов К.Ф. Введение в логику и методологию науки. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 1994. – 256 с.
2. Ершова Ю.Л. Динамическая логика над допустимыми множествами. ДАН СССР, 1983. Т. 273 N 5. С. 1045-1048
3. Интуиционистская логика / В. Е. Плиско, В. Х. Хаханян. – М.: Изд-во при мех.-мат. ф-те МГУ, 2009. – 159 с.
4. Казаков К.В., Москвитин А.А., Самохвалов К.Ф. Проект разработки языков спецификации задач, ориентированных на пользователя // Модели когнитивных процессов. – Новосибирск, 1997. – Вып. 158: Вычислительные системы. – С. 63-94.
5. Kolmogoroff A. Zur Deutung der intuitionistischen Logik. - Heiting, Die formalin Regeln der intuitionistischen Logik, Sitzel. Pens. Anad. (1930), I, S. 42; II. S. 57; III.S.158.
6. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 2-е издание, 1986. – 368 с.
7. Москвитин А.А. Задачный подход в информатике. – Новосибирск, НГУ, 2000. – 200 с.
8. Москвитин А.А. Технология построения языков спецификаций классов задач, ориентированных на пользователей – Докторская диссертация, 2004.
9. Москвитин А.А. Решение задач на компьютерах. Спецификация задачи. – СПб.: Лань, 2018. – 228 с.
10. Самохвалова В.К., Самохвалов К.Ф. Об одной классификации задач с философской точки зрения // Методологические аспекты когнитивных процессов, 2002. – Вып. 170: Вычислительные системы. – С. 75-82.

REFERENCES

1. Goncharov S.S., Ershov Yu.L., Samokhvalov K.F. Introduction to the logic and methodology of science. - Novosibirsk: Institute of Mathematics SB RAS, 1994. - 256 p.
2. Ershova Yu.L. Dynamical logic over subcountable sets. DAN USSR, 1983.Vol. 273 N 5.P. 1045-1048

3. Intuitionistic logic / V. E. Plisko, V. Kh. Khakhanyan. - M.: Publishing House at the Mechan.-Mat. Moscow State University, 2009. -- 159 p.
4. Kazakov K.V., Moskvitin A.A., Samokhvalov K.F. Project for developing user-defined task specification languages // Models of cognitive processes. - Novosibirsk, 1997. - Vol. 158: Computing systems. - S. 63-94.
5. Kolmogoroff A. Zur Deutung der intuitionistischen Logik. - Heiting, Die formalin Regeln der intuitionistischen Logik, Sitzel. Pens. Anad. (1930), I, S. 42; II. S. 57; III.S.158.
6. Maltsev A.I. Algorithms and recursive functions. - M.: Science, 2nd edition, 1986. - 368 p.
7. Moskvitin A.A. Task approach in computer science. - Novosibirsk, NSU, 2000. -- 200 s.
8. Moskvitin A.A. The technology for constructing language specifications for classes of user-oriented tasks - Doctoral dissertation, 2004.
9. Moskvitin A.A. Solving problems on computers. Task specification. - SPb.: Doe, 2018. -- 228 p.
10. Samokhvalova V.K., Samokhvalov K.F. About one classification of tasks from the philosophical point of view // Methodological aspects of cognitive processes, 2002. - Vol. 170: Computing systems. - S. 75-82.

ОБ АВТОРАХ

Москвитин Анатолий Алексеевич, доктор физико-математических наук, доцент, кафедра математики, информатики, Филиал СГПИ в г. Ессентуки, E-mail: moskvit47@mail.ru

Moskvitin Anatoly Alekseevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of mathematics, Informatics, branch of SSPI in Essentuki, E-mail: moskvit47@mail.ru

Самохвалов Клементий Фёдорович, доктор философских наук, ведущий научный сотрудник, институт математики, СОРАН

Samokhvalov Klimenty Fedorovich, Doctor of Philosophy, Leading researcher, Institute of mathematics, SB RAS

Чебоксаров Александр Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра математики, информатики, Филиал СГПИ в г. Ессентуки. E-mail: Cheboksarov1956@mail.ru

Cheboksarov Alexander Borisovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of mathematics, Informatics, Branch of SSPI in Essentuki. E-mail: Cheboksarov1956@mail.ru

К. Н. Нициевская [K. N. Nitsievskaya]

УДК 664.859

РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОУСНОЙ ПРОДУКЦИИ**DEVELOPMENT OF A SCALE FOR EVALUATION OF ORGANOLEPTIC INDICATORS OF SAUCE PRODUCTS**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН) / Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFNCA RAN)

²ЧОУ ВО Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК) / PEI HE Siberian University of Consumer Cooperatives (SibUPK)

Аннотация. В статье приведена органолептическая оценка образцов основы для соусов с использованием растительного сырья. Основные компоненты рецептурного состава представлены плодами рябины красной и семенами амаранта. Данный продукт предназначен для предприятий общественного питания, для создания в дальнейшем уникального соусного букета. Особенности технологии получения экспериментальных образцов основы для соусов является принцип гидромеханического воздействия, позволяющий создать продукт однородным по структуре, с улучшенными сенсорными характеристиками. Поиск оптимальных выделенных технологических факторов (температура обработки сырья, °C; массовая доля влаги, %; содержание семян амаранта, %) произведен с помощью методики Тагути. Суть данной методики сводится к выделению управляемых технологических факторов с уровнями вариации каждого параметра, затем с применением ортогональных матриц, в которых из проранжированных опытов, определяются только три опыта для проведения эксперимента, данная постановка эксперимента позволяет сократить количество опытов. Предлагается профильная оценка с использованием снижения баллов за счет возможных несоответствий качества основы для соусов. Проведена апробация разработанной методики на экспериментальных образцах соусной продукции с использованием плодов рябины красной и семян амаранта. Получены профилограммы обнаруженных дефектов по показателям «внешний вид и консистенция», «цвет», «запах и вкус». При усреднении данных дегустационной оценки, можно выявить за что каждый из образцов получил снижение среднего балла по показателям и общей оценки в целом.

Ключевые слова: соус, плоды рябины красной, семена амаранта, метод Тагути, органолептическая оценка.

Abstracts. The article presents the organoleptic evaluation of samples of the basis for sauces using vegetable raw materials. The main components of the formulation are represented by red Rowan fruit and amaranth seeds. This product is suitable for catering companies, for the creation of further sauces unique bouquet. Features of the technology of obtaining experimental samples of the basis for sauces is the principle of hydro-mechanical action, allowing to create a product homogeneous in structure, with improved sensory characteristics. The search for the optimal selected technological factors (raw material processing temperature, °C; mass fraction of moisture, %; content of amaranth seeds, %) was made using the Taguchi technique. The essence of this technique is reduced to the allocation of controlled technological factors with the levels of variation of each parameter, then using orthogonal matrices in which

Key words: sauce, fruits of mountain ash red, amaranth seeds, Taguchi method, organoleptic evaluation.

Введение. В настоящее время одним из приоритетных направлений в области здорового питания населения является разработка новых рецептур и технологий продуктов функционального назначения с использованием растительного сырья, в том числе соусов и дрессингов. Соусы и дрессинги на основе пектинсодержащего сырья обогащают блюда биологически активными веществами, придают им привлекательный внешний вид, улучшают вкус, аромат и разнообразят их ассортимент [1].

Использование аппарата с эффектом кавитации позволяет быстро по современной технологии получать продукт из растительного сырья. При этом в процессе гомогенизации и пастеризации растительного сырья, они сохраняют свои нативные свойства, одновременно продукт отличается повышенной хранимостпособностью (в условиях неконтролируемых положительных температурных режимов).

Продукт обладает высокой питательной ценностью, благодаря использованию щадящих технологических режимов обработки, сохраняющих нативных свойств исходного растительного сырья. Основа для соусов

из плодов рябины обыкновенной и семян амаранта, приготовленная по современной ресурсосберегающей технологии, представляет собой седиментационноустойчивый (устойчивый к расслоению) гомогенный пластичный продукт, соответствующий показателям безопасности использования для потребителя.

Основа для соусов предназначена для непосредственного употребления в пищу либо как основа для составления комбинированных соусов к мясным, рыбным и овощным блюдам, а также использования в кондитерской промышленности. Хранение полуфабриката осуществляется при температуре окружающей среды не выше плюс $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Материалы им методы исследований. Исследования пищевой продукции показали, что микробиологически безопасный продукт можно получить при использовании температурных режимов в интервале от 60 до 80°C . В таблице 1 приведены управляемые параметры технологического процесса получения основы для соусов.

Таблица 1

Управляемые параметры

Обозначение	Технологические факторы	Уровни		
		1	2	3
A	температура обработки сырья, $^\circ\text{C}$	60	70	80
B	массовая доля влаги, %	45	50	55
C	содержание семян амаранта, %	5	10	15

Количество опытов для данного эксперимента можно рассчитать по формуле (1)[2]:

$$N = A^3 * n \quad (1)$$

где A – количество трехуровневых факторов; n – количество повторностей.

Количество опытов для данного эксперимента $N = 3^3 * 3 = 81$.

Так как проведение такого количества опытов затратно, то путем случайной выборки можно получить 9 опытов.

Особенностью планирования эксперимента по Г. Тагути является использование сбалансированных ортогональных матриц. Выбор ортогональной матрицы зависит от количества используемых параметров и числа уровней, на которые они разделяются при планировании экспериментов. Число опытов m в ортогональной матрице должно быть кратным количеству используемых уровней. В нашем случае m должно быть кратно 3.

Методика органолептической оценки основы для соусов:

а) внешний вид, консистенция и цвет - визуально, путем наружного осмотра при этом образцы выкладывали в тару белого цвета, использовали стеклянную палочку методом надавливания или растирания массы;

б) вкус и запах - тактильно и обонятельно, при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$, определяли наличие специфических характеристик, а также посторонних привкусов и запахов;

Коэффициенты весомости для органолептических показателей комбинированных продуктов (k)

1 внешний вид и консистенция 0,4

2 цвет 0,2

3 вкус и запах 0,4

При отсутствии несоответствий при проведении дегустационной оценки ($B=5$), коэффициент весомости умножают на 5. В случае установления несоответствия коэффициент весомости умножают на наименьший (худший) балл ($B_{\min}$), если несоответствий несколько. Оценку уровня качества с учетом коэффициента весомости ($Q_{\text{качества}}$) каждого органолептического показателя в баллах вычисляют по формуле [3]:

$$Q_{\text{качества}} = \sum (k \cdot B_{\min}),$$

где k - коэффициент весомости каждого органолептического показателя; B - оценка каждого показателя, балл.

Общая оценка уровня качества рассчитывалась как среднее арифметическое значение оценок всех дегустаторов, с точностью до первого знака после запятой. Для повышения точности конечного результата, сильно различающиеся оценки следует исключить, считая их промахами. Из оставшегося количества оценок повторно рассчитывают среднеарифметическое значение, которое является окончательной балльной оценкой анализируемой пробы.

При этом установлена категория качества продукции [3]:

«отличная» – от 4,1 до 5,0;

«хорошая» – от 3,1 до 4,0;

«удовлетворительная» – от 2,1 до 3,0;

«неудовлетворительная» – от 1,0 до 2,0;

«не соответствующая (не возможно оценить)» – менее 0,9

Анализ данных дегустации с органолептической оценкой по предлагаемой балльной шкале с учетом коэффициентов весомости включает в себя ранжирование по уровням качества: «стандартная» (категория качества «отличная», «хорошая», «удовлетворительная») и «нестандартная продукция, не подлежит реализации» (категория качества «неудовлетворительная» и «не соответствующая»).

При оценке образца менее 2,0 балла у 50% экспертов, снимается с дегустации.

Анализ статей [4-16] указывает на основные принципы проведения дегустационной оценки. Описательная характеристика возможных несоответствий качества основы для соусов разрабатывалась согласно стандартизированной терминологии по ГОСТ ISO 5492-2014 [4] представлена в таблице 2.

Таблица 2

Описательная характеристика возможных несоответствий качества основы для соусов

№ п/п	Внешний вид и консистенция	Цвет	Запах и вкус	Оценка			
1	Текучая	Неоднородность оттенков	Слабый	4	3	2	1
2	Плотная	Потемнение поверхностного слоя	Отсутствие послевкуся	4	3	2	1
3	Крупитчатая	Несвойственный	Горький	4	3	2	1
4	Слоистая	Послойность	Вяжущий	4	3	2	1
5	Комковатость, наличие неразрушенных компонентов	-	Зерновой	4	3	2	1
6	Выделение несвязанной воды	--	-	4	3	2	1

Результаты исследований

При планировании эксперимента используется такая же ортогональная матрица L 9. Дробный факторный план с ортогональной матрицей, состоящей из 9 экспериментов, приведен в таблице 3. Строки матрицы представляют опыты, а столбцы – факторы.

Таблица 3

Экспертные оценки

№ опыта	Эксперты			Среднее значение экспертных оценок ($\bar{X}$)	Изменчивость выходного параметра (Δ)	Т-критерий
	№ 1	№ 2	№ 3			
1	1	2	1	1,33	0,58	0,36
2	8	9	8	8,33	0,58	1,16
3	2	1	2	1,67	0,58	0,46
4	3	3	4	3,33	0,58	0,76
5	4	4	3	3,67	0,58	0,80
6	5	6	6	5,67	0,58	0,99
7	7	5	7	6,33	1,15	0,74
8	9	9	8	8,67	0,58	1,18
9	6	7	5	6,00	1,00	0,78

Экспертами выбраны кодированные образцы № 2, 6 и 8. Образец №2 подразумевает использование температурного режима 70°C содержание водной фракции 45%, содержание семян амаранта 15%. Образец №6 использование температурного режима 80°C содержание водной фракции 45%, содержание семян амаранта 10%. Образец №8 использование температурного режима 70°C, содержание водной фракции 50%, содержание семян амаранта 10%.

Использование метода Г. Тагути позволило выявить оптимальные сочетания уровней технологических факторов, поэтому при проведении органолептических исследований использовались три сочетания основных ингредиентов: образец №1 (массовая доля семян амаранта 5%, массовая доля воды 55 %); образец №2 (массовая доля семян амаранта 10%, массовая доля воды 50 %) и образец №3 (массовая доля семян амаранта 15%, массовая доля воды 45%).

Результаты органолептической оценки представлены в таблице 4.

Таблица 4

Органолептическая оценка показателей (с коэффициентом весомости), балл ($P \geq 0,95$)

Наименование показателя	Характеристика изделий		
	№ 1	№ 2	№ 3
Внешний вид и консистенция	$0,80 \pm 0,02$	$1,60 \pm 0,04$	$1,60 \pm 0,02$
Цвет	$0,40 \pm 0,04$	$0,80 \pm 0,02$	$0,60 \pm 0,03$
Запах и вкус	$0,80 \pm 0,10$	$1,60 \pm 0,05$	$1,60 \pm 0,04$
Итого	$2,00 \pm 0,05$	$4,00 \pm 0,03$	$3,80 \pm 0,03$

Снижение баллов обусловлено сниженным содержанием водной фракции и ростом водосвязывающей способности ингредиентов соуса за счет увеличения массовой доли семян амаранта в образцах.

Снижение баллов по отдельным показателям представлено на профилограммах (рисунок 1).



Внешний вид и консистенция

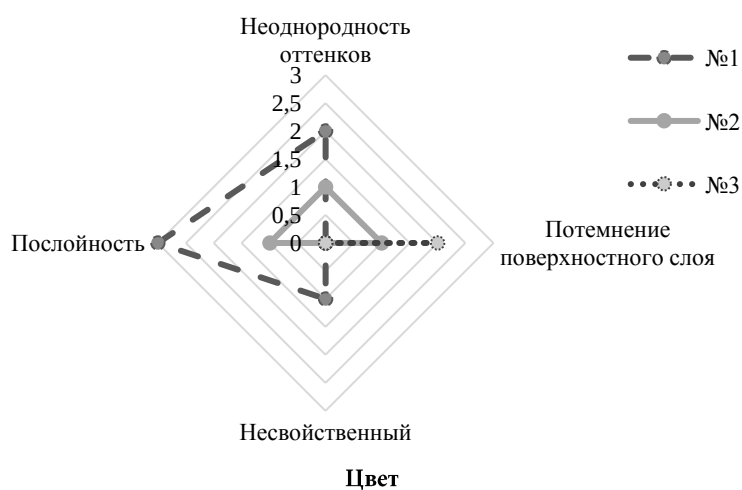




Рис. 1. Профилограммы выявленных несоответствий основы для соусов ($P \geq 0,95$)

В образце №1 определено снижение содержания баллов по «внешнему виду и консистенции» за счет высокого содержания влаги и выявлены несоответствия - «выделение несвязанной воды» ($1,00 \pm 0,02$ балла), «текучая» консистенция ($3,00 \pm 0,01$ балла). По показателю «цвет» отмечена «неоднородность» ($2,00 \pm 0,03$ балла) и «послойность оттенков» ($3,00 \pm 0,01$ балла). Сочетание ингредиентов образца №1 привело к снижению «запаха и вкуса» по несоответствиям - «отсутствие послевкусия» ($3,00 \pm 0,03$ балла), «вяжущий» ($3,00 \pm 0,01$ балла), «горький» ($3,00 \pm 0,01$ балла). В образце №2 по «внешнему виду и консистенции» выявлено снижение по несоответствию «текучая» ($1,00 \pm 0,03$ балла). По показателю «цвет» - «неоднородность оттенков» ($1,00 \pm 0,03$ балла) и «потемнение верхнего слоя» ($1,00 \pm 0,02$ балла). По показателю «запах и вкус» отмечено снижение флейвора по всем показателям. В образце №3 по «внешнему виду и консистенции» снижение за счет незначительного возникновения «плотности» ($1,00 \pm 0,02$ балла) и «крупитчатости» ($1,00 \pm 0,04$ балла). По показателю «цвет» отмечено «потемнение верхнего слоя» ($2,00 \pm 0,03$ балла). По показателю «запах и вкус» дегустаторами определены несоответствия - «слабый» ($1,00 \pm 0,02$ балла), возникновение «зернового» ($1,00 \pm 0,03$ балла), что указывает на пороговое значение добавления семян амаранта в данный продукт.

Таким образом, по органолептическим показателям лучшим оказался образец № 2 содержащий 10% семян амаранта и 50% воды.

Выводы/закключение. Проведенные исследования позволили получить данные для совершенствования технологии седиментационно-устойчивого гомогенного пластичного пищевого продукта из плодов рябины обыкновенной и семян амаранта с сохранением биологически активных веществ (БАВ) исходного сырья, без использования консервирующих и стабилизирующих веществ, благодаря использованию МАВ на плоды рябины обыкновенной и семена амаранта при температуре $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ в МАГе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мацейчик, И.В. Разработка новых рецептур и технологий продуктов функционального назначения на основе пектинсодержащего сырья / И.В. Мацейчик, Е.С. Добрыдина // Вестник КрасГАУ. - 2009. - № 4. - С. - 208 – 213.
2. Протасьев, В.Б. Улучшение качества по методам Генити Тагути / В.Б. Протасьев, Е.С. Петренко // Известия ТулГУ. Технические науки. - 2011. - Вып. 5. - Ч. 3. - С. 432-436
3. Заворохина, Н. В. Сенсорный анализ продовольственных товаров на предприятиях пищевой промышленности, торговли и общественного питания / Н. В. Заворохина, О. В. Голуб, В. М. Позняковский. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 144 с.
4. ГОСТ ISO 5492-2014 Органолептический анализ. Словарь. - М.: Стандартинформ, 2015. - 51 с.
5. M. C. Meilgaard, G. V. Civille, and B. T. Carr, Sensory Evaluation Techniques, 4th Ed., Boca Raton, New Florida: CRC Press LLC, 2007, ch. 9, PP. 141-171 (методы сенсорной оценки)
6. Bloom, David J Sensory discrimination testing methodology selection based on beverage complexity. - 2015. -165 p
7. Varela, P. and Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. Food Research International, 48 (2), 893–908.
8. Frost M.B., Giacalone D., Rasmussen K.K. Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods. - 2015. -540 p
9. Nguyen Q.D., Le M.T., Nguyen H.D. Role of sensory evaluation in quality control: a textual point of view // From senses to quality: what can sensory evaluation bring to quality control // Proceedings of the SPISE 2014 meeting. - Ho Chi Minh City, Vietnam, July 25–27, 2014. PP 56-60

10. Dębska, B. and B. Guzowska-Świder (2011). "Decision trees in selection of featured determined food quality." / *Analytica chimica acta* 705(1): 261-271.
11. Didier Majou Sensory evaluation: guide of good practice. - Imprimerie de l'Indre, 2001. – 128 p
12. Mason, R. L. and S.M., Nottingham Food 3007 and Food 7012, Sensory Evaluation Manual. The University of Queensland. - 2008. - 102 p
13. Piqueras Fiszman, Betina More than meets the mouth: Assessing the impact of the extrinsic factors on the multisensory perception of food products. - Universitat Politècnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería - Departament de Projectes d'Enginyeria. -2012. – 190 pp
14. Dehlholm C. Descriptive sensory evaluations Comparison and applicability of novel rapid methodologies. - Printed by SL grafik, Frederiksberg C, Denmark, 2012 . – 154 pp.
15. Morten C. Meilgaard, B. Thomas Carr, Gail Vance Civile Sensory Evaluation Techniques, Fourth Edition. - CRC Press, 2007.- 128 pp
16. Civile Gail Vance, Carr B. Thomas Sensory Evaluation Techniques. - CRC Press, 2016. – 600 pp

ОБ АВТОРЕ

Нициевская Ксения Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), ЧОУ ВО Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК), SPIN-код: 5986-0739, e-mail: aksuta88@bk.ru

Nitsievskaya Ksenia Nikolaevna, candidate of technical Sciences, associate Professor, Siberian Federal scientific center of agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (SFNCA RAN), PEI HE Siberian University of Consumer Cooperatives (SibUCC),), SPIN-код: 5986-0739, e-mail: aksuta88@bk.ru

Дата поступления в редакцию: 11.09.2019

После рецензирования: 11.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019

С. В. Суринова [S. V. Surinova]
Г. Н. Рыкун [G. N. Rykun]

УДК 338.2

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РАБОТОДАТЕЛЯ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПЕРСОНАЛОМ ОТЕЛЯ ПРИНЦИПОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОСТЕЙ

INFLUENCE OF THE SOCIAL EMPLOYER POLICY ON THE IMPLEMENTATION OF THE HOTEL SERVICE PRINCIPLES BY THE STAFF

Аннотация. В данной статье автор исследует вопрос сервисного обслуживания гостей через призму «собственник – персонал – гость». Мы рассматриваем вопрос влияния отношения работодателя к персоналу на уровень клиентоориентированности и оказания высокого сервиса.

Ключевые слова: клиентоориентированность, персонал, сервис, социальная политика.

Annotation. In this article the author investigates a matter of guest service in terms of the relationships between the hotel owner, staff and guests. We reveal the question how the employers' attitude toward the staff has an effect to the client focus and high service level.

Key words: client focus, staff, service, social policy.

В системе гостеприимства, как и во многих других бизнес – направлениях доминирует мнение, что Клиент – это всё. Конечно, данный факт, особенно в сфере услуг бесспорен. Может быть, для предприятия сотрудники все же важнее? Именно они делают всю работу, именно сотрудники обслуживают клиентов, без них вообще не будет клиентов, а, значит, и бизнеса в общем.

Целью исследования, реализуемого в данной статье, является изучение взаимосвязи между качеством обслуживания и уровнем удовлетворенности работников на примере одного из гостиничных комплексов города Сочи.

Но прежде рассмотрим указанную проблематику выстраивания политики руководства по отношению к персоналу на примере компаний, уже зарекомендовавших себя в мировой гостиничной индустрии. Rixos¹ – это сравнительно молодая турецкая сеть люксовых отелей "All Inclusive - All Exclusive", основанная Mr. Fettah Tamince в 2000 году в Анталии, туристической столицы Турции. В концептуальных замыслах руководства сети было создать отели, включающие в себя идеальное расположение в экологически чистых, красивых местах, интересные архитектурные и дизайнерские задумки, принцип «все включено» для прекрасного времяпрепровождения самых требовательных гостей. В настоящее время отели расположены в таких странах, как Турция, ОАЭ, Египет, Хорватия, Швейцария, Казахстан. В России бренд представлен Rixos Krasnaya Polyana Sochi.

Отели Rixos – многократные обладатели престижных международных наград в сфере туризма, предлагают превосходный сервис и широкий выбор досуга и услуг. Элегантные номера, красивейшие сады, изысканные рестораны, SPA-центры и вовлеченный персонал отелей сети Rixos – вот предмет гордости их владельцев. В данной сети встроена четкая система работы с персоналом.

Rixos предлагает возможности профессионального и кадрового самосовершенствования своих сотрудников с помощью ряда программ обучения и развития. Мероприятия по обучению и развитию планируются и осуществляются в соответствии с миссией, видением и стратегиями сети. Так, в интервью одного из СМИ, Генеральный менеджер отеля Rixos в Казахстане Тансел Терджан рассказал о системе обучения и мотивации работников: «Во всем мире многие компании работают под диктаторским режимом, под нажимом, под постоянным прессом. Но нам повезло, что в туризме более мягкая, свободная система, так как мы даем сервис от человека к человеку. Нам очень важно, чтобы день начинался с персонального контакта с сотрудником, с пожелания доброго дня, даже прикосновение дарит человеку понимание принадлежности к общей системе. Я считаю, что вот такие человеческие взаимоотношения на работе, мотивируют лучше всего. В год два раза мы устраиваем

¹ <http://www.rixoscareer.com/>

корпоративные вечера. Кроме этого, мы ежегодно выбираем лучшего сотрудника, и дарим ему путевку на отдых за границей. Также отправляем наших сотрудников на обучение в одну из наших гостиниц за рубежом. Если наши сотрудники налаживают контакт с гостем и продают больше услуг, они, естественно, получают бонусы. А лучших сотрудников мы отправляем работать в наши отели за рубежом»².

Прекрасный пример выстраивания работы с персоналом демонстрирует крупнейший мировой оператор The Rezidor Hotel Group³ (бренды Park Inn и Radisson представлены в Сочи), реализуя программу «Yes I Can!» – это обещание каждому гостю обслужить его со 100%-ной гарантией качества.

При приеме на работу в Rezidor стараются выбирать претендентов на должность, руководствуясь принципом «Выбираем отношение, а не человека», правомерно считая, что научить человека быть искренне любезным, обходительным, жизнелюбивым (именно эти качества в Rezidor считают отличительными чертами своего сервиса) практически невозможно. Но именно из таких ощущений, как настроение, впечатление и удовольствие, возникающих в результате взаимоотношений персонала с гостями, и складывается общее впечатление об отеле и желание в него возвращаться. Все обучающие программы в Rezidor призваны создать положительный настрой к работе. Персонал должен разделять мнение, что он продает особенный продукт – не гостиничные номера, а возможности, эмоции, настроение, берет на себя решение многих проблем и реализацию ожиданий. Программа обучения сотрудников отелей «Yes I Can!» была разработана в 1995 году владельцами бренда Radisson во главе с Rezidor Hotel Group, а позже несколько раз модернизирована. Она включает в себя три блока: Make It Right («Делай это правильно»), Correct The Mistakes («Исправление ошибок») и Astonishment & Satisfaction («Удивление и удовольствие»). Первый блок призван убедить сотрудников в необходимости тщательной работы каждый день, это позволяет значительно уменьшить количество недочетов в их деятельности. Второй блок рассчитан на то, чтобы научить сотрудников преодолевать трудности, которых сложно избежать. Если они все же случаются, персонал знает, как исправить любую ситуацию. Третий блок посвящен тому, как приятно самому работнику поразить своих гостей первоклассным сервисом и сделать их пребывание в отеле запоминающимся. Обучение программе «Yes I Can!» является обязательным для всех. После ее прохождения сотруднику выдается специальный значок «Yes I Can!», который он обязан носить рядом с бейджиком со своим именем. Лояльность своих сотрудников Rezidor поощряет: через пять лет работы в компании данный значок заменяется на золотой аналог с маленьким бриллиантом, а каждые последующие 5 лет к этому бриллианту добавляется еще один. Кроме того, существует большая корпоративная программа для работников данной сети.

Рассмотрим, как влияют отношения работодателя к персоналу на уровень клиентоориентированности и оказания высокого сервиса на российских предприятиях, не относящихся к мировым гостиничным цепям. Автором совместно с работниками службы управления персоналом одного из гостиничных комплексов г. Сочи был разработан электронный тест и проведено анкетирование работников данного комплекса с целью получения мнения о корпоративной и социальной политике в учреждении, а также в целях измерения уровня удовлетворенности условиями труда в учреждении.

Анкетирование прошло в четырех крупных подразделениях комплекса. Опрос в электронном виде прошли 468 человек, что составляет 57% от общего числа работников и является ликвидной цифрой для анализа. В опросе участвовали работники, занимающие как руководящие, так и линейные должности.

Среди вопросов, интересующих инициаторов исследования, были вопросы, относящиеся к выявлению мнения работников о существующей системе материального и нематериального стимулирования, кадровой политике, льготам для работников, возможности обучения. Ряд вопросов был направлен на понимание мнения работников о проводимых в учреждении корпоративных мероприятиях и о социальной политике.

В результате исследования были сделаны следующие выводы.

77% опрошенных указывают, что им нравится работать в данном месте, только 6% людей не чувствуют, что являются частью команды, причем большая часть из этой цифры относится к недавно принятым работникам, находящимся в периоде адаптации. Достаточно высокий процент степени удовлетворенности уровнем оплаты труда.

Существующая система льгот и социальных гарантий удовлетворяет работников, за исключением 7% от общего числа опрошенных. Однако, в качестве дополнительного стимула для своей работы 86 % респондентов указали материальные стимулы. Помимо льгот и гарантий, предусмотренных законодательством РФ, в учре-

² <https://inbusiness.kz/ru/news>

³ <https://www.radissonhotelgroup.com/careers>

ждении действует система скидок для работников на услуги учреждения, предоставляются путевки на отдых и лечение на объекты в г. Сочи и филиале.

Особое внимание хотелось бы обратить на желание работников повышать квалификацию, что свидетельствует об интересе к той сфере деятельности, которой занимается персонал. На вопрос «Что для Вас было бы важным получить в качестве материального и нематериального поощрения от работодателя?» 38% работников указали обучение, повышение квалификации, стажировки, что, несомненно является показателем заинтересованности работников в развитии своего профессионализма. При этом, отдел развития персонала службы управления персоналом на регулярной основе проводит тренинги, внутри подразделений обязательны узкоспециализированные занятия.

Анкетирование показало, что работники заинтересованы в проведении корпоративных мероприятий, хотят участвовать в спортивных и развлекательных активностях, предлагаемых службой управления персоналом, предлагают еще больше совместно проводить досуг. Стоит отметить, что служба управления персоналом активно реализует корпоративную политику в учреждении. Ежегодно проводится ряд мероприятий, направленных на сплочение коллектива. Учитывая спортивную направленность учреждения, каждый год насыщено спортивными мероприятиями для работников: традиционные летние Спартакиады, приуроченные к главному празднику в учреждении — Дню физкультурника, «Гонка героев», комплекс ГТО, личные первенства. Проводятся конкурсы профессионального мастерства. Среди развлекательных мероприятий — традиционные совместные празднования Нового года, 23 февраля и 8 марта, детские утренники ко Дню защиты детей, праздник Нептуна и другие.

Таблица 1

Результаты анкетирования работников анализируемого комплекса

Вопросы / варианты ответов	Подразделение №1 (117+14 чел.) Всего работников: 231	Подразделение №2 (186 чел.) Всего работников: 268	Подразделение №3 (84 чел.) Всего работников: 226	Подразделение №4 (67 чел.) Всего работников: 104	Всего прошло анкетирование (468 чел.) Всего работников: 827
1. Укажите Ваш возраст (вопрос 2) (вопрос №1 – «Укажите Ваше подразделение» в данной таблице не актуален)					
1. 36-55	70	87	42	33	232 (49,5%)
2. 21-35	34	64	30	28	156 (33,3%)
3. 56 +	26	33	12	6	77 (16,4%)
4. До 20	1	2	-	-	3 (0,64%)
Укажите Ваш пол (вопрос 3)					
1. Мужской	60	94	74	25	253 (54%)
2. Женский	71	92	10	42	215 (45,9%)
Укажите Ваше образование (вопрос 4)					
1. Высшее	58	75	51	56	240 (51,2%)
2. Среднее специальное	44	73	22	3	142 (30,3%)
3. Среднее общее	22	26	6	5	59 (12,6%)
4. Неоконченное высшее	7	13	5	-	25 (5,3%)
5. Степень МСА, MBA	-	1	-	2	3 (0,6%)
6. Ученая степень	-	-	-	1	1 (0,2%)
Как давно Вы работаете в Учреждении (вопрос 5)					
1. От 2-4 лет	45	84	69	42	240 (51,2%)
2. От 5-10 лет	46	60	13	7	126 (27%)
3. От 3-12 мес.	30	26	2	13	71 (15,1%)
4. Более 10 лет	9	7	-	3	19 (4,0%)
5. Менее 3-х месяцев	1	-	-	2	
Оцените по 5-бальной шкале степень важности для Вас следующих характеристик (вопрос 6)					
1. Конструктивное отношение с непосредственным	11	130	60	57	258 (55,1%)

Вопросы / варианты ответов	Подразделение №1 (117+14 чел.) Всего работников: 231	Подразделение №2 (186 чел.) Всего работников: 268	Подразделение №3 (84 чел.) Всего работников:226	Подразделение №4 (67 чел.) Всего работников:104	Всего прошло анкетирование (468 чел.) Всего работников: 827
руководителем					
2. Четко поставленная задача со стороны руководства	11	121	66	57	255 (54.4%)
3. Выполнение обязательств учреждения перед сотрудниками	9	114	67	50	240 (51.2%)
4. Дружеские отношения коллег	9	116	59	47	231 (49.3%)
5. Высокая заработная плата	9	100	56	55	220 (47.0%)
Вы получаете достаточно информации о всех льготах и гарантиях, предоставляемых Учреждением (вопрос 7)					
1. да	70	113	50	51	284 (60,6%)
3. нет	61	73	34	16	184 (39,3%)
Насколько Вы довольны льготами, которые предлагаются работникам (вопрос 8)					
1. Скорее доволен	29	70	35	30	164 (35,0%)
2. Мне о них не известно	54	62	27	10	153 (32,6%)
3. Доволен	38	43	18	18	117 (25%)
4. Недоволен	10	11	4	9	34 (7,2%)
Вы считаете, что за свою работу Вы достаточно оценены (вопрос 9)					
1.Скорее да	48	79	40	24	191 (40,8%)
2.Скорее нет	27	51	17	20	115 (24,5%)
3.Да	39	37	20	17	113 (24,1%)
4.Нет	17	19	7	6	49 (10,4%)
Как Вы считаете, Вы могли бы занять в Учреждении должность выше, чем сейчас (вопрос 10)					
1.Да	71	97	65	46	279 (59,6%)
2.Нет	60	89	19	21	189 (40,3%)
Вам нравится работать в комплексе (вопрос 11)					
1.Да	118	139	64	40	361 (77,1%)
2.Скорее да	13	39	20	24	96 (20,5)
3.Скорее нет	-	7	-	3	10 (2,1%)
4.Нет	-	1	-	-	1 (0,2%)
Как бы Вы оценили свою принадлежность к коллективу (вопрос 12)					
1. Чувствую себя частью коллектива	87	108	57	45	297 (63.4%)
2. Участвую в некоторых видах деятельности	14	10	15	12	51 (10.0%)
3. Не чувствую, что являюсь членом команды	5	18	1	5	29 (6.1%)
4. Участвую в большинстве мероприятий	9	2	11	6	28 (5.9%)
Что для Вас было бы важным получить в качестве материального и нематериального поощрения от работодателя (вопрос 13)					
1.Денежная премия, мат. помощь, увеличение з/п	102	173	72	60	407 (86.9%)

Вопросы / варианты ответов	Подразделение №1 (117+14 чел.) Всего работников: 231	Подразделение №2 (186 чел.) Всего работников: 268	Подразделение №3 (84 чел.) Всего работников:226	Подразделение №4 (67 чел.) Всего работников:104	Всего прошло анкетирование (468 чел.) Всего работников: 827
2.Льготное пользование услугами учреждения, сертификаты на услуги учреждения, бесплатное мед. обследование и лечение	65	99	36	35	235 (50.2%)
3.Путевки Учреждения	73	94	27	23	217(46,3%)
4.Обучение, повышение квалификации, стажировки,	36	64	42	38	180 (38.4%)
5.Карьерный рост	36	55	47	37	175 (37.3%)
6.Билеты на спортивные и культурные мероприятия	20	77	32	37	166 (35.4%)
7.Корпоративный отдых	50	54	24	19	147(31,4%)
8.Решение жилищного вопроса	21	64	43	14	142(30.3%)
9 Льготное, бесплатное питание	23	61	16	17	117 (25.0%)
10.Транспортная доставка	18	58	15	6	97 (20.7%)
11.Добровольное медицинское страхование, от несчастных случаев	12	24	17	24	77 (16.4%)
12.Доска почета, признание коллег	12	52	4	6	74(15.8%)
13.Ходатайство учреждения в трудоустройстве детей в сад, школу	8	41	11	4	64(13.6%)
14.Подарки	2	36	3	4	45 (9,6%)
15.Профсоюз	5	20	9	3	37 (7.9%)
16.Конкурс профессионального мастерства	7	11	-	1	19 (4.0%)
17.Улучшение условий труда, униформа, инвентарь	-	5	-	-	5 (1.0%)
Участвуете ли Вы в спортивных мероприятиях Учреждения (вопрос 14)					
1. Спартакиада	74	67	32	24	197 (42,0%)
2. ГТО		26	21	7	54 (11.5%)
3. Личные первенства	16	20	9	7	52 (11,1%)
4. Гонка Героев	-	5	5	4	14 (0.2%)
5. Не участвую по причине возраста	7	9	-	-	9 (1,9%)

Вопросы / варианты ответов	Подразделение №1 (117+14 чел.) Всего работников: 231	Подразделение №2 (186 чел.) Всего работников: 268	Подразделение №3 (84 чел.) Всего работников:226	Подразделение №4 (67 чел.) Всего работников:104	Всего прошло анкетирование (468 чел.) Всего работников: 827
Участвуете ли Вы в развлекательных мероприятиях Учреждения (вопрос 15)					
1. День физкультурника	73	72	40	43	228 (48,7%)
2. Новый год	51	48	49	38	186 (39,7%)
3. 23 февраля/ 8 марта	43	60	42	36	181 (38,6%)
4. Профи года	26	22	30	15	93 (19,8%)
Напишите, почему Вы участвуете или не участвуете в спортивных и развлекательных мероприятиях (вопрос 16)					
1.Нет времени	11	46	21	18	96 (20,5%)
2.Участвую, потому что коллективные мероприятия объединяют коллектив	32	23	19	16	90 (19,2%)
3.Не знаю	17	11	17	11	56 (12%)
4.Мне нравится	15	16	6	8	45 (9,6%)
5.Люблю спорт	12	18	4	4	38 (8,1%)
6.Не участвую по состоянию здоровья	11	15	2	4	32 (6,8%)
7.Участвую во всех мероприятиях	13	9	7	3	32 (6,8%)
8.Нет желания	7	13	1	1	22 (4,7%)
9.Работаю недавно	3	11	-	1	15 (3,2%)
10.Не приглашают	2	5	3	1	11 (2,3%)
11.Не участвую по возрасту	6	5	1	1	13 (2,7%)
12.Нравится как проводятся мероприятия	1	4	3	2	10 (2,1%)
13.Не интересно	1	3	-	1	5 (1,0%)
14.Призовой фонд	-	1	-	-	1 (0,2%)
Был ли для Вас комфортным период испытательного срока при трудоустройстве в Учреждении (вопрос 17)					
1.Да	127	173	78	59	437 (93,3%)
2.Нет	4	13	6	8	31 (6,6%)
Был ли у Вас наставник (куратор от подразделения) в период первых месяцев работы в Учреждении (вопрос 18)					
1.Да	99	140	51	44	334 (71,3%)
2.Нет	32	46	33	23	134 (28,6%)
Укажите что бы Вы хотели изменить на Вашем текущем месте работы (отметьте не более 3 ответов) (вопрос 19)					
1. Уровень оплаты труда	104	143	66	48	361 (77,1%)
2. Условия труда	43	48	12	17	120 (25,6%)
3. Трудовую нагрузку	43	53	4	15	115 (24,5%)
4. Отношение между коллегами в коллективе	24	36	23	24	107 (22,8%)
5. График работы	12	20	20	26	78 (16,6%)
Ваши предложения в части корпоративной и социальной политики в учреждении (вопрос 20) – прочее, не указанное ранее					
1. Совместный корпоративный досуг	26	25	17	12	80 (17,0%)
2. Путевки в детские лагеря	9	4	-	6	19 (4,0%)

Одним из факторов отставания развития гостиничного бизнеса в России, наш взгляд, является незрелый менталитет работников и потребителей сферы обслуживания. Необходимо культивировать новое понимание сервиса, основанного на получении удовлетворения от качественно оказанной клиенту услуги. Для того, чтобы оказывать качественные услуги клиентам, нужно добиться высокой мотивации сотрудников внутри компании. Наши сотрудники иногда выполняют различные задачи из дома во вне рабочее время или во время своего отпуска для клиентов, которых они любят. Доказано, что взаимодействие между отделами, подразделениями и сотрудниками разных служб (внутренними клиентами) напрямую влияет на весь бизнес. Повышение качества сервиса происходит с помощью выстраивания бизнес-процессов и системы социально-направленной политики в сфере управления персоналом. Помимо указанных аспектов на выстраивание исключительного сервиса влияют следующие факты:

- сотрудники четко понимают, что от них требуется с точки зрения сервиса (каков стиль обслуживания в компании, как работнику ему соответствовать, как вести себя в нестандартных и сложных ситуациях);
- персонал знает, что делать и как делать;
- в компании установлено, как работать с замечаниями и пожеланиями клиентов;
- сотрудники знают, от чего зависит лояльность клиента;
- налажен процесс обучения персонала;
- другие отделы постоянно помогают службе сервиса работать быстрее и качественнее.

Таким образом, мы делаем вывод, что уважительное отношение к сотрудникам — необходимое условие клиентоориентированности. Предлагая программы лояльности не только гостям, но и сотрудникам, погружая и вовлекая в историю, планы и перспективы компании, работодатель обеспечивает себе гарантии более качественной работы со стороны персонала, улучшая экономические показатели своего бизнеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченко Л. К. Управление персоналом в организации: учеб. пособие для всех форм обучения / Л.К. Аверченко; РАНХиГС, Сиб. инт упр. – Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2015. – 203 с.
2. Данилина М. В. Корпоративная культура гостиничного предприятия: социологический анализ // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 4396–4400. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/55144.htm>.
3. Вайнцвейг Ари. Безупречный сервис. Чтобы каждый клиент чувствовал себя королем / пер. С англ. – М.: Издательство «Добрая книга», 2006. – 152 с.
4. Гапоненко А. Л. Стратегическое управление: учебник / А.Л. Гапоненко, А.П. Панкрухин. – 5-е изд., стер. – М.: Омега, 2011. – 464 с.
5. Зайцева Н. А. Управление персоналом в гостиницах: Учеб. пособие. – М.: ФОРУМ, 2012. – 209 с.
6. Райли Майкл. Управление персоналом в гостеприимстве. Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 191 с. (Серия «Зарубежный учебник»).
7. <https://hr-portal.ru/>
8. <http://www.rixoscareer.com/>
9. <https://www.radissonhotelgroup.com/careers>

ОБ АВТОРАХ

Суринова С. В., магистрант 3 курса Школы Кавказского гостеприимства, группы ГСД – м-3- 171 ИСТид (филиал) СКФУ в г. Пятигорске e-mail: ssurinova@gmail.com

Surinova S., 3rd course master' student of Caucasian Hospitality School ISTID (branch) NCFU in Pyatigorsk, e-mail: ssurinova@gmail.com

Рыкун Галина Николаевна, доктор исторических наук, профессор, профессор кафедры туризма и гостиничного дела филиала Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, E-mail: galina.rykun@gmail.com; тел.: +7 (9624) 422054

Rykun Galina Nikolaevna, Doctor of historical sciences, professor, professor of the department of tourism and hotel management, a branch of the North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk, E-mail: galina.rykun@gmail.com; tel.: +7 (9624) 422054

Дата поступления в редакцию: 08.06.2019

После рецензирования: 09.10.2019

Дата принятия к публикации: 01.11.2019



Требования к оформлению и сдаче рукописей

в редакцию журнала

«СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

И ИННОВАЦИИ»

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-51370

от 10 октября 2012г.

ISSN: 2307-910X

Редакция журнала сотрудничает с авторами – преподавателями вузов, научными работниками, аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней

Журнал публикует материалы в разделах:

Технические науки: классические исследования и инновации

Информатика, вычислительная техника и управление

Технология продовольственных продуктов

Дискуссионные статьи.

Краткие сообщения

Политические науки

Политология

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления с учётом рубрикации номера.

1. Для оптимизации редакционно-издательской подготовки редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1.1. В печатном варианте:

Отпечатанный экземпляр рукописи

Объем статьи: 6–12 страниц (оригинальная статья), 15–20 стр. (обзорная статья), 2–3 стр. краткое сообщение. Требования к компьютерному набору: формат А4; кегль 12; шрифт TimesNewRoman; межстрочный интервал 1,15; нумерация страниц внизу по центру; поля все 2 см; абзацный отступ 1,25 см.

Сведения об авторе (на русском и английском языках)

Сведения должны включать следующую информацию: ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место и адрес работы, адрес электронной почты и телефоны для связи.

1.2. На электронном носителе в отдельных файлах (CD-DVD диск или флеш-карта): Электронный вариант рукописи в текстовом редакторе Word (название файла: «Фамилия_И.О._статья»); Сведения об авторе (название файла: «Фамилия_И.О._сведения об авторе»).

1.3. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей). Подписывается научным руководителем собственноручно.

1.4. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой (рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор).

1.5. Экспертное заключение (для технических наук). Во всех институтах созданы экспертные комиссии, которые подписывают экспертные заключения о возможности опубликования статьи в открытой печати.

2. Статья должна содержать следующие элементы оформления:

индекс УДК (на русском и английском языках);

фамилию, имя, отчество автора (авторов) (имя и отчество полностью) (на русском и английском языках);

название; (на русском и английском языках);

место работы автора (авторов) (в скобках в именительном падеже) (на русском и английском языках);

краткую аннотацию содержания рукописи (3–4 строчки, не должны повторять название) (на русском и английском языках);

список ключевых слов или словосочетаний (5–7) (на русском и английском языках);

в конце статьи реферат на английском языке;

3. Оформление рисунков, формул и таблиц:

Рисунки и таблицы вставляются в текст в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

3.1. Оформление рисунков (графиков, диаграмм):

все надписи на рисунках должны читаться;

рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники); цветные и полутонные рисунки исключаются;

рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) и выполняются в графическом редакторе **10 кеглем** (шрифтом).

3.2. Оформление формул: формулы выполняются в программе редактор формул **MathType; 12 шрифтом**, выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

3.3. Оформление таблиц: таблицы должны иметь название. **Таблицы** нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) и выполняются **10 кеглем (шрифтом)**, междустрочное расстояние – одинарное.

4. Библиографический список. Размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые ссылается автор, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТР 7.0.5-2008).

5. Авторское визирование:

автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы;

автор на последней странице пишет: «Объем статьи составляет ... (указать количество страниц)», ставит дату и подпись.

Адрес редакции:

г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56 Статьи с комплектом документов в журнал «Современная наука и инновации» сдавать: г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56, каб. № 45 ОПО НИР, ответственному секретарю журнала: Оробинской Валерии Николаевне.

Контактные телефоны:

(8793)33-34-21

8-928-351-93-25

e-mail:

nauka-pf@yandex.ru,

orobinskaya.val@yandex.ru

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ИННОВАЦИИ

Научный журнал

Выпуск №4(28), 2019

Научное редактирование, проверка статей на антиплагиат рубрики

«Технические науки» – В. Н. Оробинская

Перевод аннотаций, ключевых слов, рефератов на английский язык – Е. В. Галдин

Корректировка текста – Д. А. Вартумян

Подписано в печать 30.12.2019.

Формат 200х280. Усл. печ. л. 29,06 Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Отпечатано с готового оригинал-макета, представленного авторами, в типографии ФГАОУ ВО
«Северо-Кавказский федеральный университет» филиала СКФУ в г. Пятигорске
357500, Ставропольский край, г. Пятигорск,
ул. Октябрьская / пр. 40 лет Октября, 38/90.
Тел. 8(8793) 97-32-38