

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 №1 (33), 2021

Выходит 4 раза в год

ISSN2307-910X

Ставрополь – Пятигорск
2021

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, г. Костанай, Республика Казахстан); Уткин В.А. , доктор медицинских наук, профессор (НИИ Курортологии, Пятигорск); Весслов 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); Балега 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); Брацихин А.А. , доктор технических наук, профессор; 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); 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); 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); Маннини Саверио , профессор, Миланский университет (Италия, Милан); Садовый В.В. , доктор технических наук, профессор (Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, Ставрополь); 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); 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); Чернобаев 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.
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 включенный перечень рецензируемых изданий (ВАК) (№1866); в БД «Российский индекс научного цитирования».
Адрес:	юридический: 355029, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2 фактический: 357500, г. Пятигорск, ул. 40 лет Октября, 56
Телефон:	(879-3) 33-34-21, 8-928-351-93-25
E-mail:	oronir@pfnfu.ru
ISSN	2307-910X

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2020

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	Levitskaya A.A. , Candidate of Philological Sciences, Professor, Rector of NCFU, chairman; Likhovid A. A. , Doctor of Geographical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor, Vice-rector for research and strategic development, Vice-Chairman; Shebzukhova T. A. , Doctor of History, Professor, Deputy Chairman; Evdokimov I. A. , Doctor of Technical Sciences, Professor; Vartumyan A.A. , Doctor of Political Sciences, Professor; Pershin I.M. , 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 History, 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; Baranov A.V. , Doctor of Political Sciences, Professor; Bondar T.P. , MD, Professor; Bondarenko N.G. , Ph.D., Professor; 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); Konovalov 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); Dr. Cynthia Pizarro , Anthropology Professor, Member of the National Council for Scientific and Technical Research of Argentina (University of Buenos Aires); 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); Teplyi 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
The executive secretary	Orobinskaya V.N. , Candidate of Technical Sciences.
Certificate media registration	PI № FS 77-51370 dated October 10 th 2012
The Index	United catalogue. THE RUSSIAN PRESS. Newspapers and magazines: 94010 The journal is included in the new list of peer-reviewed publications (VAK) (No. 1854); 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@pfnfufu.ru
ISSN	2307-910X 2020

© FGAOU VO "North-Caucasus Federal University",

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Информатика, вычислительная техника и управление

А.В. Маликов

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ BIG DATA	8
---	---

П.А. Ляхов, А.С. Ионисян, В.В. Масаева, М. В. Валуева

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ВИДЕО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ	15
---	----

М.А. Ясная, А.В. Блинов, А.А. Блинова, А.В. Кобина, А.А. Гвозденко, Д.Г. Маглакелидзе

ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ НА СТАБИЛЬНОСТЬ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ СЕЛЕНА	22
---	----

Д. М. Ремизов, А. А. Гвозденко, А. В. Блинов, В. В. Раффа, А. Б. Голик

Д. Г. Маглакелидзе, А.А. Блинова

КОМПЬЮТЕРНОЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ	29
---	----

И.А. Калмыков, И.Д. Ефременков, Д.В. Юрданов, М.И. Калмыков,

Е.А. Волошин, И.А. Проворнов

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ МОДУЛЯРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО КОДА ДЛЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ СПУТНИКА	35
---	----

Г. И. Линец, Р. А. Воронкин, С. В. Говорова

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ САМОПОДОБНОГО ПОТОКА ПАКЕТОВ С СОХРАНЕНИЕМ ЗНАЧЕНИЯ МЕДИАНЫ	42
--	----

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Н.С. Николаев, В.Н. Корниенко, М.Я. Бурлев

ЭЛЕКТРОННО-ИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	50
---	----

Е.А. Тимановский

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В СПИРАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОЙ МЕШАЛКЕ	58
--	----

В.А. Лебедев, А.Х.-Х. Нугманов, И.Ю. Алексанян, Н.Д. Айсунгуров,

А.А. Нугманова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЯКОТИ АРБУЗА В АСПЕКТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДЕФРОСТАЦИИ ЕЕ БЛОКОВ	64
---	----

Д.О. Ерёмченко, Ю.В. Османова

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ИНУЛИНА В ПОРОШКЕ ИЗ ЦИКОРИЯ И ТОПИНАМБУРА	71
--	----

И.А. Зачесова, С.В. Колобов

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОТЛЕТ ОЛЕНЬИХ ОСОБЫХ И КОТЛЕТ, ВЫРАБОТАННЫХ ПО ТРАДИЦИОННОЙ РЕЦЕПТУРЕ И ТЕХНОЛОГИИ	78
--	----

Н.А. Ермошин, Я.С. Романчикова

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К НАУЧНОМУ ОБОСНОВАНИЮ МОДИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	83
--	----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С.А. Романчиков, И.П. Юхник РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ	90
О.Н. Блиникова, Н.Н. Пачина, А.Р. Пачин МОЛОДЕЖНАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ТУРИЗМА	95
Извекова Е.В. , Большакова Л.С., Ладнова О.Л. , Ашихина Л.А., Меркулова Е.Г. Кузина А.В ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА, НА ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ	98
М.П. Байысбаева, Б.А. Изтаев, М.А. Якияева, З.Н. Молдақұлова, А.К., Изембаева, Г.К.Искакова ПУТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗДРОЖЖЕВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	103
ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Г.Р. Змановский , О.В. Мясоутов МЕТОД РАНГОВ И НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА АКТИВНОСТЬ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ	107
Т.В. Шкайдерова, О.В. Ярмук, А.С. Цепкова, А.Г. Маранчак ИДЕНТИЧНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА: ПРОИСХОДИТ ЛИ СМЕНА ЭТНИЧЕСКИХ ГРАНИЦ? (ЧАСТЬ I)	114
И. Л. Бирюков СПОРТИВНАЯ ДУХОВНОСТЬ В РЕСАКРАЛИЗАЦИИ ФЕНОМЕНА ПОЛИТИЧЕСКОГО SPORTS SPIRITUALITY IN RESACRALIZATION PHENOMENON OF POLITICAL	121
Ю.А. Говенко, А.П. Мазуренко, Э.С. Таболова, А.Р. Шерудило КРИМИНАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ КАК СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА	126
К.В. Аршин МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI СТОЛЕТИЯ: ОТ КРИЗИСА К НОВАЦИЯМ	133
ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ	
А.В. Арисов, О.В. Чугунова ПРИМЕНЕНИЕ НЕТЕПЛОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ	140
Е.Ф. Кринко НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ИСТОРИИ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ НА ЮГЕ РОССИИ	144
И.Н. Карапетова, М. К. Харина ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	149
Н.С. Лимарева, Л.В. Донченко, В.Б. Малахов ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОНЦЕНТРАТОВ ПЛОДОВО- ЯГОДНЫХ НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	155
Требования к оформлению рукописей.	160

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES

Information, computing and management

A. V. Malikov

ANALYSIS AND SOLUTION OF INDIVIDUAL COMBINATORIAL PROBLEMS IN BIG DATA SYSTEMS	8
--	---

P.A. Lyakhov, A.S. Ionisyan, V.V. Masaeva, M.V. Valueva

HARDWARE IMPLEMENTATION OF VIDEO PROCESSING DEVICE USING RESIDUE NUMBER SYSTEM	15
--	----

M. A.Yasnaya, A. V. Blinov, A. A. Blinova, A. V. Kobina, Al. A. Gvozdenko, D.G. Maglakelidze

NEURAL NETWORK SIMULATION FOR STUDYING THE INFLUENCE OF DISPERSION PHASE CONDITIONS ON THE STABILITY OF SELENIUM COLLOIDAL SYSTEMS	22
--	----

D.M., Remizov, A.A. Gvozdenko, A.V. Blinov, V.V. Raffa, A.B. Golik, D.G.Maglakelidze, A.A. Blinova

QUANTUM-CHEMICAL SIMULATION OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES STABILIZATION	29
---	----

I.A. Kalmykov, [I.D. Efremenko, D.V. Yurdanov, M.I. Kalmykov, E.A. Voloshin, I.A. Provornov

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CONSTRUCTING A MODULAR COMPOSITE CODE FOR A NOISE-PROOF SATELLITE AUTHENTICATION SYSTEM	35
---	----

G. I. Linets, R. A. Voronkin, S. V.Govorova

FUNCTIONAL TRANSFORMATION OF A SELF-SIMILAR PACKET FLOW USING THE MEDIAN VALUE	42
--	----

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

N. S. Nikolaev, V. N. Kornienko, M. Ya. Burlev

ELECTRON-ION TECHNOLOGY: ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ITS APPLICATION IN THE FOOD INDUSTRY	50
--	----

E.A.Timanovsky

INVESTIGATION OF THE STRESS STATE IN A SPIRAL-BELT AGITATOR	58
---	----

V.A. Lebedev, A.H.-H Nugmanov, I.Yu.Aleksanyan, N.D. Aisungurov, A.A.Nugmanova

DETERMINATION OF THE VALUES OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WATERMON PULP IN THE ASPECT OF DESIGNING EQUIPMENT FOR DEFROSTATION OF ITS BLOCKS	64
---	----

D.O. Eryomenko, Y.V. Osmanova

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DRYING ON THE CONTENT OF INULIN IN CHICORY AND JERUSALEM ARTICHOKE POWDER	71
--	----

I.A. Zachesova, S.V. Kolobov

COMPARATIVE EVALUATION OF CONSUMER PROPERTIES OF SPECIAL DEER CUTLETS AND CUTLETS DEVELOPED ACCORDING TO THE TRADITIONAL RECIPE AND TECHNOLOGY	77
--	----

N. A. Yermoshin S. Romanchikova

A CONCEPTUAL APPROACH TO THE SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF THE MODIFICATION OF TECHNICAL MEANS AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION	82
---	----

SHORT REPORT

S. A. Romanchikov, I. P. Yukhnik EXPANDING THE USE CASE GRAIN PROCESSING PRODUCTS IN BAKERY PRODUCTS	90
O.N. Blinnikova , N. N. Pachina, A. R. Pachin YOUTH POLICY IN THE FIELD OF TOURISM	95
E.V. Izvekova, L.S. Bolshakova, O.L.Ladnova, L.A. Ashikhina, E.G. Merkulova, A.V. Kuzina THE STUDY OF THE IMPACT OF TRAINING DESCRIPTION IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS THAT TRAIN MIDDLE-LEVEL SPECIALISTS ON THE NUTRITIONAL BEHAVIOR OF THE STUDENTS	98
M. P.Baisbaeva, B. A. Iztaev, M. A.Yakiyaeva, Z. N. Moldakulova, A. K. Izembayeva, G. K. Iskakova THE WAYS TO EXPAND THE RANGE OF YEAST-FREE BAKERY PRODUCTS	103
POLITICAL SCIENCES	
G. R. Zmanovsky, O. V. Myasoutov THE METHOD OF RANKS AND DIRECT ASSESSMENT OF FACTORS AFFECTING THE ACTIVITY OF STUDENTS	107
T. V. Siderova, O. V. Yarmak, A. S. Tsepkova, A. G. Marunchak IDENTITY OF THE INHABITANTS OF THE CRIMEAN PENINSULA: IS THERE A CHANGE OF ETHNIC BORDERS? (PART I)	114
I. L. Biryukov SPORTS SPIRITUALITY IN RESACRALIZATION PHENOMENON OF POLITICAL	121
Y.A. Govenko, A.P. Mazurenko, E.S. Tabolova, A.R. Sherudilo CRIMINALIZATION OF YOUTH AS A SOCIO-POLITICAL PROBLEM	126
K. V. Arshin MIGRATION POLICY OF RUSSIA AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY: FROM CRISIS TO INNOVATION	133
DISCUSSION PAPERS	
A.V. Arisov, O. V. Chugunova APPLICATION OF NON-THERMAL PHYSICAL METHODS OF DISINFECTION OF GRAIN RAW MATERIALS	140
E. F. Krinko NEW APPROACHES TO THE STUDY OF TOPICAL ISSUES OF THE HISTORY OF THE GREAT PATRIOTIC WAR IN SOUTH OF RUSSIA	144
I. N. Karapetova, M.K. Kharina DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE IN HIGHER EDUCATION	149
N.S. Limareva, L.V. Donchenko EVALUATION OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF FUNCTIONAL FRUIT AND BERRY BEVERAGE CONCENTRATES	155
Requirements for preparation of manuscripts.	160

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCE

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

УДК 004.65

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.1

А.В. Маликов [A. V. Malikov]

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОРНЫХ
ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ BIG DATAANALYSIS AND SOLUTION OF INDIVIDUAL
COMBINATORIAL PROBLEMS IN BIG DATA SYSTEMSФГБАУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия/ North Caucasus
Federal University, Stavropol, Russi, e-mail: amalikov@ncfu.ru

Аннотация: В работе рассмотрено несколько комбинаторных и оптимизационных задач в системах BigData, в том числе рассчитана вычислительная сложность поиска функциональных зависимостей в предметной области и построения схемы данных, рассчитано число комбинаций восстановления путей обхода схемы данных, рассчитано максимальное число индексов B+tree. Алгоритмы решения указанных задач оцениваются неполиномиальными функциями сложности и на практике обычно используют эвристические методы их оптимизации. Построена аналитическая зависимость ускорения выполнения параллельных операций обработки данных от числа процессоров, которая может быть использована в задачах оптимального конфигурирования параллельных планов выполнения запросов к базе данных. Представлена математическая модель расчета числа процессоров и достигаемого уровня ускорения на основе анализа статистики данных на этапах компиляции и прогона запросов.

Ключевые слова: BigData, алгоритмы, вычислительная сложность, метаданные, B+tree индексы, операция соединения, распараллеливание.

Abstract: The paper considers several combinatorial and optimization problems in Big Data systems, including the computational complexity of finding functional dependencies in the subject area and constructing a data schema, the number of combinations for recovering traversing paths on data schema is calculated, the maximum number of B + tree indexes is calculated. Algorithms for solving these problems are estimated by non-polynomial complexity functions and, in practice, heuristic methods of their optimization are usually used. An analytical function of the acceleration of parallel data processing operations on the number of processors is constructed which can be used in the tasks of optimal configuration of parallel execution plans of queries to the database. A mathematical model for calculating the number of processors and the level of acceleration based on the analysis of data statistics at the stages of compilation and running of queries is presented.

Key words: Big Data, algorithms, computational complexity, metadata, B+tree indexes, join operation, parallelization.

Introduction

Processing of large data associated with significant load on hardware is, and has high requirements for RAM capacity, performance calculator input-output speed of data storage devices, bandwidth data channels. Such loads can be critical even in computationally simple tasks, which correspond to a polynomial of the first degree. For example, a heap scan or a clustered table scan puts a load on the I / O channel and the calculator. Parallelization and AdvancedScanning are one of the most effective solutions for scanning problems [1]. If parallelization allows you to create several streams of receiving data from disk, then AdvancedScanning allows you to return data to several client applications at once in one cyclic scanning procedure. If process A requests a scan for a data object that is currently being scanned for process B, then the scan result will be returned for both processes at once, starting from the current page of memory. After that, the initial memory pages of the data object will be scanned again and returned to process A. Without AdvancedScanning, each process would have to fight for buffer space and cause contention for disk use, and the same pages would be read once for each process, instead of only joint reading [1].

There is a class of BigData systems whose data source is BulkInsert procedures. In such situations, you usually have to work with dirty data, the integrity of which is problematic to assess before it is placed in the databases. Special approaches and algorithms for preliminary analysis of data quality and integrity are required, the computational complexity of which is presented in [2].

Many algorithms for processing big data have problems associated with combinatorial complexity [3]. Examples of such algorithms [4]: procedures for database design and selection of optimal metadata schemes, search for optimal paths to join tables, determination of the optimal combination of indexes and their choice when building query plans, determination of the optimal hardware configuration in parallelization problems, etc. To estimate the complexity of solving such problems, it is necessary to calculate the computational complexity of the algorithms.

Computational complexity is a function of how the amount of work performed by some algorithm depends on the size of the input data. Workload is usually measured in abstract terms of time and space called computational resources. Time is determined by the number of elementary steps required to solve a problem, while space is determined by the amount of memory or space on the data carrier.

Calculation of the computational complexity of the tasks of designing a data schema and recovering separated data storage objects

When designing a data storage structure, several interrelated storage objects are usually allocated according to the structural part of the selected data model. Collections are used in document systems, classes in object-oriented systems, and tables in relational systems. Consider the problem of designing the structure of a relational database [5]. The two most common design methods are:

1. ER- modeling based on the analysis of semantic data links in the subject area.

2. Data normalization as a formal step-by-step algorithm for transferring relational relations from normal low-order forms to normal higher-order forms.

When designing a database structure, a pair of inverse relational algebra operations is selected, for example, selection - union, projection - joins. The last pair has actually become a design standard, has a good mathematical theoretical foundation and support in modern DBMS.

Designing a relational schema is done in 2 stages:

1. Identification and construction of a set of functional dependencies (including transitive, multivalued, connection dependencies) between subsets of domain attributes.

2. Step-by-step application of the Hez and Feijin theorems to translate relational relations into higher-order normal forms using the relational projection operation.

This procedure is a lossless decomposition. If the last normal form of design is the third normal form, then the structure of the database will be a tree, or a forest of trees, otherwise the resulting structure will be a directed network.

The main difficulty of the above procedure is to find a set of dependencies (step 1), since incorrect construction of the initial set entails errors in the design of the database structure and the need for subsequent refactoring of the relational schema. In a situation where database software has a large number of installations, refactoring becomes much more complicated.

Let's calculate the computational complexity of constructing a set of functional dependencies. The initial data is the degree of the ratio in the first normal form, equal to n . To check for a functional dependency, it is required to extract all possible subsets of attributes as a determinant, and extract all subsets from the remaining attributes as a dependent part:

$$\begin{aligned}\Theta_1 = & C_n^0 \cdot C_n^0 + C_n^0 \cdot C_n^1 + \dots + C_n^0 \cdot C_n^n + \\ & + C_n^1 \cdot C_{n-1}^0 + C_n^1 \cdot C_{n-1}^1 + \dots + C_n^1 \cdot C_{n-1}^{n-1} + \\ & + C_n^2 \cdot C_{n-2}^0 + C_n^2 \cdot C_{n-2}^1 + \dots + C_n^2 \cdot C_{n-2}^{n-2} + \dots\end{aligned}\quad (1)$$

Consider the sum of the top row, add the rest by analogy:

$$\begin{aligned}A_0 = & \frac{n!}{0! \cdot n!} \cdot \frac{n!}{0! \cdot n!} + \frac{n!}{0! \cdot n!} \cdot \frac{n!}{1! \cdot (n-1)!} + \frac{n!}{0! \cdot n!} \cdot \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} + \dots + \frac{n!}{0! \cdot n!} \cdot \frac{n!}{n! \cdot 0!} = \\ = & \frac{n!}{0! \cdot n!} + \frac{n!}{1! \cdot (n-1)!} + \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} + \frac{n!}{n! \cdot 0!} = 1 \cdot 2^n \\ A_1 = & n \cdot 2^{n-1} \\ \dots \\ A_x = & \frac{n!}{x! \cdot (n-x)!} \cdot 2^{n-x}\end{aligned}\quad (2)$$

Let's carry out the following transformations with series based A_x :

$$\begin{aligned}\Theta_1 = & \frac{n!}{0! \cdot n!} \cdot 2^n + \frac{n!}{1! \cdot (n-1)!} \cdot 2^{n-1} + \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} \cdot 2^{n-2} + \dots = \\ = & C_n^0 \cdot 2^n \cdot 1^0 + C_n^1 \cdot 2^{n-1} \cdot 1^1 + C_n^2 \cdot 2^{n-2} \cdot 1^2 + \dots = \\ = & (2+1)^n = 3^n\end{aligned}\quad (3)$$

To restore data, the join operation is the reverse of the projection operation. Because Since the design of a relational schema is a lossless decomposition, for data recovery it is necessary to traverse the subgraph of the relational schema by building a traversal tape (Figure 1).

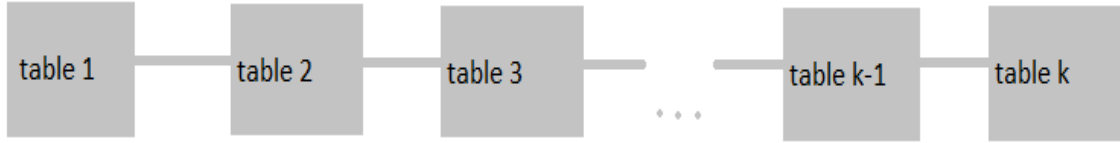


Figure 1. Representation of the traversal path of a subgraph of a relational schema in the form of a tape of k tables

When writing a query, you can enumerate the order of joining tables in different ways: starting with an arbitrary table and moving to neighboring ones until the chain of joins covers the required tape. The DBMS solves a similar problem at the stage of optimizing a query and building a plan for its execution, while the choice of the order of table joins may differ from the order specified in the query. Because to traverse the tape, we can choose any table as a starting point and move to one of two sides, then the computational complexity of constructing a tape for traversing a relational schema from k joined tables is:

$$\Theta_2 = 2^{k-1} \quad (4)$$

Calculating the maximum number of B-tree indexes

The task of constructing a tape of traversing tables is NP-difficult, therefore, various heuristics are used to solve it. For different alternative query plans, the DBMS calculates a cost function, with which it tries to find a pseudo-optimal strategy. One of the basic heuristics is to narrow the search as early as possible in the query plan by calculating filter selectivity and maintaining index objects and database statistics. The main strategies for reducing the size of the data search area from computationally simple to complex [4]:

- Determining the bounds of index ranges based on filtering predicates.
- Identify unnecessary rows of data in an index without referring to the original table.
- Identify unnecessary rows when accessing the source table. This is the most difficult method of filtering, but

it also allows you to narrow the scope of data search, because limits the data range for subsequent table joins.

Indexes are ubiquitous in big data systems. Using indexes can be useful for solving the following tasks:

1. Filtering data.
2. Sorting data.
3. Joining tables.

In two-tier database systems, the most commonly used type of index is B + tree. In a relational database, BALTs can be used as clustered and non-clustered indexes, the main difference between which is the organization of the leaf level - in a clustered index, the leaves are the pages of the indexed table itself.

A balanced tree can be built on any combination of the attributes of the source table, and the order of the attributes is important. If the table contains attributes A and B, then the composite indexes for (A, B) and (B, A) are different. The limitation on the number of attributes is only their total size in comparison with the size of the memory page, for example, in MS SQL Server it is impossible to build an index if the indexed attributes occupy more than 900 bytes. It is easy to see that more indexes can be built for a table of n attributes, which corresponds to all combinations of attributes in the situation of building composite balanced trees for all n attributes. In general, the maximum number of balanced trees that can be built for a table with n attributes, including using the table as a heap, is:

$$\begin{aligned} \Theta_3 &= C_n^n \cdot n! + C_n^{n-1} \cdot (n-1)! + \dots + C_n^2 \cdot 2! + C_n^1 \cdot 1! + C_n^0 \cdot 0! = \\ &= \frac{n!}{n!0!} \cdot n! + \frac{n!}{(n-1)!1!} \cdot (n-1)! + \dots + \frac{n!}{2!(n-2)!} \cdot 2! + \frac{n!}{1!(n-1)!} \cdot 1! + \frac{n!}{0!n!} \cdot 0! = \\ &= \frac{n!}{0!} + \frac{n!}{1!} + \dots + \frac{n!}{(n-2)!} + \frac{n!}{(n-1)!} + \frac{n!}{n!} = \\ &= n! \left(\frac{1}{0!} + \frac{1}{1!} + \dots + \frac{1}{(n-2)!} + \frac{1}{(n-1)!} + \frac{1}{n!} \right) = \\ &= n! \left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} - \varepsilon \right) = n! \cdot (e - \varepsilon) = \lfloor n! \cdot e \rfloor \end{aligned} \quad (5)$$

Where

$$\varepsilon = \sum_{i=n+1}^{\infty} \frac{1}{i!} < 1 \quad (6)$$

Building an analytical dependence for accelerating the execution of parallel data processing operations (Построение аналитической зависимости ускорения выполнения параллельных операций обработки данных)

To solve complex combinatorial problems in a DBMS, various heuristics are used, which have proven themselves well in practice. The way of using machine learning methods and mathematical statistics for solving combinatorial and optimization problems in large database systems seems promising. One of these tasks is to determine the optimal configuration of a parallel computer for the implementation of data processing operations, since it is usually impossible to achieve a linear increase in the acceleration of the computational process [6]. Let us denote by t – the normalized computation time, $k = 1/t$ – is the acceleration, m is the number of processors used, n is a constant (scaling factor), (m_1, k_1) and (m_2, k_2) – is a pair of points characterizing the computational process for a different number of processors used. The function of accelerating a parallel computing process from the number of processors used can be of one of three types:

- Linear dependencies, in which the following pattern is observed:

$$\begin{cases} m_2 = nm_1 \\ k_2 \approx nk_1 \end{cases} \quad (7)$$

- Non-decreasing functional dependences, functional dependences with asymptotes, at which the following pattern is observed:

$$\begin{cases} m_2 m_1 = n(m_2 - m_1) \\ k_2 k_1 \approx n(k_2 - k_1) \end{cases} \quad (8)$$

- Functional dependencies with local extrema, for which it is possible to determine the optimal number of processors used if the analytical form of the function is known.

There are three main reasons for the general nature of the absence of linear acceleration and linear extensibility in parallel computers [7]:

- Startup: The time it takes to start a parallel operation. If you need to run thousands of processors, the actual computation time can be significantly less than the time required to start them.
- Interference: The appearance of each new process slows down all other processes using shared resources.
- Skew: As the number of parallel steps increases, the average time taken to complete each step decreases, but the deviation from the average can significantly exceed the average itself. The time to complete the job is the time to complete the slowest step of the job. When the deviation from the average duration exceeds it itself, then parallelism allows only to slightly speed up the work.

To construct an analytical form of the function of accelerating the execution of parallel data processing operations on the number of processors $k = f(m)$ the maximum likelihood method and the least squares method with the replacement of the linear kernel by the logarithmic kernel were used, applied to the known experimental data on the timing of the computational process [6, 8].

In an ideal parallel system CPU is fully used for the parallel algorithm execution: $k = m$.

In a real parallel system, it is not possible to achieve such an acceleration due to the reasons described above. Let us introduce the concept of a loss function $\beta(m)$ to estimate the time spent on performing tasks that are not directly related to parallel computing. Considering the performance of the computer as a value inversely proportional to the processor's time for executing the program, we can write:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{m} + \beta(m)} \quad (9)$$

The loss function is $\beta(m)$ nonlinear, but it can be represented as $\beta(m) = \varphi_1 m^{\varphi_2}$ - after logarithm, the pair correlation coefficient $\rho(\ln(m), \ln(\beta(m)))$ is close to unity when processing experimental data [8], so $\ln(\beta(m)) = \ln(\varphi_1) + \varphi_2 \ln(m)$. Coefficients φ_1 and φ_2 have the following physical meaning.

Consider the case when one processor is involved in parallel computations, i.e. $m = 1$. According to (9) and the formula, $t = 1/k$ we have $t = 1 + \varphi_1 1^{\varphi_2} = 1 + \varphi_1$, then coefficient $\varphi_1 \in [0, \infty)$ – is a dimensionless quantity characterizing the time spent by one computing node to perform procedures that are not directly related to the solution of a parallel problem. The

coefficient $\varphi_2 \in (-\infty, \infty)$ characterizes the rate of decrease in the acceleration of a parallel system when solving a computational problem.

In step compilation request containing executable parallel data processing operation, or the values of a pair of characteristic points can be received at query run (m_1, k_1) and (m_2, k_2) experimentally or object database statistics. Using the values of the characteristic points, a system of equations is constructed:

$$\begin{cases} k_1 = \frac{1}{\frac{1}{m_1} + \varphi_1 m_1^{\varphi_2}} \\ k_2 = \frac{1}{\frac{1}{m_2} + \varphi_1 m_2^{\varphi_2}} \end{cases} \quad (10)$$

The solution to the system of equations will be the values of the unknown parameters:

$$\varphi_2 = \frac{\ln \left(\frac{k_2 - \frac{k_1 k_2}{m_1}}{k_1 - \frac{k_1 k_2}{m_2}} \right)}{\ln \frac{m_1}{m_2}} \quad (11)$$

$$\varphi_1 = \frac{1 - \frac{k_1}{m_1}}{k_1 m_1^{\varphi_2}} \quad (12)$$

Let us determine the point of the optimal configuration of the parallel system when performing a parallel data processing operation (m_0, k_0) , which is the extreme of the acceleration function. The condition for the presence of an extremum point: $\varphi_1 > 0, \varphi_2 > 0$. To find the point (m_0, k_0) we equate the derivative of the acceleration function to zero and solve the resulting equation:

$$k' = \left(\frac{1}{\frac{1}{m} + \varphi_1 m^{\varphi_2}} \right)' = \frac{-\left(\frac{1}{m} + \varphi_1 m^{\varphi_2} \right)'}{\left(\frac{1}{m} + \varphi_1 m^{\varphi_2} \right)^2} = \frac{\frac{1}{m^2} - \varphi_1 \varphi_2 m^{\varphi_1-1}}{\left(\frac{1}{m} + \varphi_1 m^{\varphi_2} \right)^2} = 0 \quad (13)$$

whence we get the required m_0 and k_0 :

$$m_0 = \sqrt[\varphi_2+1]{\frac{1}{\varphi_1 \varphi_2}} \quad (14)$$

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{m_0} + \varphi_1 m_0^{\varphi_2}} \quad (15)$$

If there is a regularity presented by (7) we have:

$$\varphi_2 = \frac{\ln \left(\frac{k_2 - \frac{k_1 k_2}{m_1}}{k_1 - \frac{k_1 k_2}{m_2}} \right)}{\ln \frac{m_1}{m_2}} = \frac{\ln \left(\frac{nk_1 - \frac{k_1 nk_1}{m_1}}{k_1 - \frac{k_1 nk_1}{nm_1}} \right)}{\ln \frac{m_1}{nm_1}} = \frac{\ln \left(\frac{n(m_1 k_1 - k_1^2)}{m_1 k_1 - k_1^2} \right)}{\ln \frac{1}{n}} = -1 \quad (16)$$

$$\varphi_1 = \frac{1 - \frac{k_1}{m_1}}{k_1 m_1^{-1}} = \frac{m_1 - k_1}{k_1} = C \quad (17)$$

Under these conditions, the function $k = f(m)$ has no maximum point, since it is linear and has the following form

$$k = \frac{1}{\frac{1}{m} + \frac{m_1 - k_1}{k_1} m^{-1}} = \frac{1}{\frac{1}{m} + \frac{C}{m}} = \frac{1}{1 + C} m = \frac{k_1}{m_1} m \quad (18)$$

If there is a regularity presented by (8) we have:

$$\varphi_2 = \frac{\ln \left(\frac{\frac{m_1 k_2 - k_1 k_2}{m_1}}{\frac{m_2 k_1 - k_1 k_2}{m_2}} \right)}{\ln \left(\frac{m_1}{m_2} \right)} = \frac{\ln \left(\frac{\frac{m_2 m_1 k_2 - m_2 k_1 k_2}{m_1 m_2 k_1 - m_1 k_1 k_2}}{\frac{m_2 m_1 k_2 - m_2 k_1 k_2}{m_1 m_2 k_1 - m_1 k_1 k_2}} \right)}{\ln \left(\frac{m_1}{m_2} \right)} = \frac{\ln \left(\frac{n(m_2 k_2 - m_1 k_2 - m_2 k_2 + m_2 k_1)}{n(m_2 k_1 - m_1 k_1 - m_1 k_2 + m_1 k_1)} \right)}{\ln \left(\frac{m_1}{m_2} \right)} = 0 \quad (19)$$

$$\varphi_1 = \frac{1 - \frac{k_1}{m_1}}{k_1 m_1^0} = \frac{m_1 - k_1}{m_1 k_1} \quad (20)$$

From (8) it follows that $\frac{m_i - k_i}{m_i k_i} = \text{const}$, for $i \in [1, m_{\max}]$.

The resulting dependence does not have a maximum point, but it has a parallel computing acceleration limit determined by the formula:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} k = \frac{m_i k_i}{m_i - k_i} = \frac{1}{\varphi_1} \quad (21)$$

Conclusion

The paper considers several practically important problems of big data processing: designing a relational schema, recovering a path to traverse a relational schema and joining tables, choosing an optimal set of B-tree indexes. The calculation of the computational complexity of these tasks is carried out. According to the calculation results, these problems belong to the class of NP-complex. Since their computational complexity is estimated by non-polynomial functions, the parallelization of such problems is ineffective, and various heuristics are used to solve them in the DBMS. The way of using machine learning methods and mathematical statistics for solving combinatorial and optimization problems in Big Data systems seems promising.

For the task of determining the optimal hardware configuration for performing parallel data processing operations, an analytical form of the dependence of the acceleration of the computational process on the number of processors used is obtained. A mathematical model for calculating the number of processors and the achievable level of acceleration based on the analysis of data statistics at the stages of compilation and running of queries is presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. MSSQLDocumentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/reading-pages?view=sql-server-ver15>
2. DongjingM. Computational Complexity And Algorithms For Dirty Data Evaluation And Repairing. Dissertation, Georgia State University, 2018.
3. Sanjeev A., Boaz B. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009.
4. TowD. SQL Tuning. O'REILLY, 2003.
5. DateC.J. An introduction to database system. 8th edition, Addison-Wesley, 2004.
6. Параллельная обработка информации в пяти томах. Том 3. Вычислительные системы, структуры и среды для решения задач большой размерности / под ред. д.т.н. В.В. Грицыка. Киев: Наукова Думка, 1986.
7. Девитт Д., Грей Д. Параллельные системы баз данных: будущее высоко эффективных систем баз данных // СУБД. Открытые системы. – 1995. – № 2.
8. Чефранов А.Г., Маликов А.В. Аналитическая зависимость производительности параллельных вычислительных систем от числа процессоров // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2003. – Т. 2.

REFERENCES

1. MSSQLDocumentation [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/reading-pages?view=sql-server-ver15>
2. DongjingM. Computational Complexity And Algorithms For Dirty Data Evaluation And Repairing. Dissertation, Georgia State University, 2018.
3. Sanjeev A., Boaz B. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009.
4. TowD. SQL Tuning. O'REILLY, 2003.
5. DateC.J. An introduction to database system. 8th edition, Addison-Wesley, 2004.
6. Parallelnaya obrabotka informatsii v pyatitomakh. Tom 3. Vychislitel'nye sistemy, struktury i sredy dlya resheniya zadach bol'shoi razmernosti. pod redaktsiei d.t.n. V.V. Gritsyka, Kiev, «Naukova Dumka», 1986.
7. DevitTD., GrehID. Parallelnye sistemy baz dannykh: budushchee vysoko ehffektivnykh sistem baz dannykh // SUBD, Otkrytye sistemy. – 1995. – №2.
8. Chefranov A.G., Malikov A.V. Analiticheskaya zavisimost' proizvoditel'nosti parallelnykh vychislitel'nykh sistem ot chisla protessorov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Tekhnicheskienauki. – 2003. – t.2.

ОБ АВТОРЕ | ABOUT AUTHORS

Маликов Андрей Валерьевич, доктор технических наук, профессор по кафедре прикладной информатики, профессор, кафедра прикладной информатики, институт математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАО ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2, корпус №9, ауд. 414, AMalikov@ncfu.ru, +7(918)748-19-52

Malikov Andrey Valerievich, Doctor of Science, Professor, Professor, Department of Applied Informatics, Institute of Mathematics and Information Technology named after Professor N.I. Chervyakov, North Caucasus Federal University, Stavropol city, Kulakova str., 2, 9 building, 414 room, AMalikov@ncfu.ru, +7(918)748-19-52

Дата поступления в редакцию: 28.10.2020

После рецензирования: 23.11.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

УДК:621.397

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.2

П.А. Ляхов [P.A. Lyakhov], А.С. Ионисян [A.S. Ionisyan],
В.В. Масаева [V.V. Masaeva], М. В. Валуева [M.V. Valueva]

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ВИДЕО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ

HARDWARE IMPLEMENTATION OF VIDEO PROCESSING DEVICE USING RESIDUE NUMBER SYSTEM

*Северо-Кавказский Федеральный Университет, институт математики и естественных наук,
Ставрополь, Россия E-mail:ljahov@mail.ru; masaevavioletta@yandex.ru; asion@mail.ru;
mriya.valueva@mail.ru./ North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russian Federation
E-mail: ljahov@mail.ru; masaevavioletta@yandex.ru; asion@mail.ru; mriya.valueva@mail.ru*

Аннотация: В статье рассматривается создание устройства обработки видеосигнала. Важными критериями производительности этих устройств являются скорость и энергопотребление. Мы использовали плату Alinx AX309, содержащую FPGA Xilinx Spartan6-xc6slx9 в качестве аппаратной основы для реализации системы. Для получения видеосигнала использовалась видеокамера OV7670. Вывод обработанного видео осуществлялся на ЖК-дисплей Alinx AN430 с помощью стандартного VGA дисплея. Мы использовали систему остаточных классов для ускорения вычислений. Это позволило увеличить скорость работы устройства на 28% по сравнению с использованием традиционной системы счисления с дополнением до двух.

Ключевые слова: цифровая обработка видео; ПЛИС; аппаратная реализация; система остаточных классов, одно-кристальная система.

Abstract: This paper considers the creation of video signal processing device. Important performance criteria of these devices are speed and power consumption. We used an Alinx AX309 board containing FPGA Xilinx Spartan6-xc6slx9 as a hardware basis for the implementation of the system. OV7670 video camera was used to obtain a video signal. The output of the processed video was carried out on the Alinx AN430 LCD display and on the standard VGA port. We used the Residue Number System to accelerate calculations. It allowed to improve device speed by 28% compared to using traditional two's complement number system.

Key words: digital video processing; FPGA; hardware implementation; residue number system; system-on-chip

Большую часть информации о мире, условиях и среде обитания люди получают с помощью зрения. Вопросы современной цифровой электроники являются особенно актуальными для пользователей использующие для общения видео. Обратите внимание на то, что обычно обработка видео может выполняться компьютером с потерей производительности и повышенным энергопотреблением. Специализированные аппаратные решения позволяют достичь максимально возможной скорости обработки видео при значительно меньшем энергопотреблении [3]. Например, рабочее место (ПК или ноутбук) потребляет от 60 до 600 Вт электроэнергии. В данной статье мы предложим решение, потребляющее не более 5 Вт электроэнергии.

Универсальные компьютеры более подвержены сбоям, поскольку они менее защищены от сбоев электрической сети и большого количества взаимодействующих процессов операционной системы компьютера, драйверов оборудования и других приложений [4]. Специализированную электронику легче защитить от внешних помех и подключить к более стабильному, чем электрическая сеть общего пользования, источнику питания. Сложнее прервать работу драйвера устройства. Аппаратно реализованный прикладной процесс обработки видео более надежен. Его нельзя заразить вирусом, и все часы его работы четко отрегулированы.

Математическая модель обработки видеосигнала

Рассмотрим типичную схему обработки видео. Сигнал источника формируется на полупроводниковых кристаллах, полупроводниковой матрицы видеокамеры. Через равные промежутки времени подается в виде электрических импульсов на соответствующие контакты-выходы видеокамеры или другого устройства видеозахвата. Полученный видеосигнал буферизуется в памяти компьютера и подвергается специальной математической обработке (фильтрации). Изображение I , состоящее из R строк и C столбцов, является двумерной функцией $I(x, y)$, где $0 \leq y < R$ и $0 \leq x < C$ - пространственные координаты, а амплитуда I в любой точке с парой координат (x, y) называется интенсивностью или уровнем серого изображения в этой точке. Для цифровых изображений в градациях серого, интенсивность представляет собой целые числа без знака в диапазоне от 0 до 255 с 8-битным представлением [7] - [10].

Фильтрацию изображения можно представить в виде:

$$I_f(x, y) = \sum_{i=0}^{d-1} \sum_{j=0}^{d-1} W_{i,j} I(x + i, y + j), \quad (1)$$

где I - обработанное изображение и

$$W = \begin{bmatrix} w_{0,0} & \dots & w_{0,d-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{d-1,0} & \dots & w_{d-1,d-1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

маска фильтра размерности $d \times d$ [11], состоящая из действительных чисел формата IEEE-754. Визуализация фильтрации изображения представлена на рис. 1.

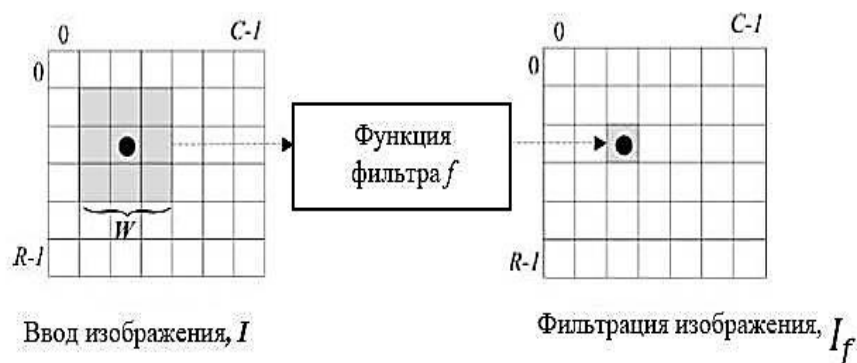


Рисунок 1. Схема фильтрации изображений

После расчета новых значений яркости всех пикселей кадра они отображаются на внешнем дисплее или сохраняются во внешней памяти.

Аппаратная реализация арифметики действительных чисел обычно неэффективна с точки зрения быстродействия и потребления ресурсов (транзисторы, резисторы и конденсаторы). Поэтому заменим фильтрующую маску (2) на ее примерный вид:

$$V = \frac{1}{D} \begin{bmatrix} v_{0,0} & \dots & v_{0,d-1} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{d-1,0} & \dots & v_{d-1,d-1} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $v_{i,j}$ и D - целые числа, кроме того, D - неотрицательная целая степень двойки:

$$\begin{bmatrix} v_{0,0} & \dots & v_{0,d-1} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{d-1,0} & \dots & v_{d-1,d-1} \end{bmatrix} \cdot D \approx \begin{bmatrix} w_{0,0} & \dots & w_{0,d-1} \\ \vdots & & \vdots \\ w_{d-1,0} & \dots & w_{d-1,d-1} \end{bmatrix} = W. \quad (4)$$

При таком предположении все операции могут выполняться с минимальными затратами для оборудования, с использованием стандартных библиотек VHDL или Verilog. Еще более эффективно выполнение расчетов по формуле (2) может быть реализовано с помощью расчетов в системе остаточных классов (СОК).

Вычисления в СОК

В СОК числа представлены на основе взаимно простых чисел, называемых модулями $\beta = \{m_1, \dots, m_n\}$, $\gcd(m_i, m_j) = 1, i \neq j$. Произведение всех модулей СОК $M = \prod_{i=1}^n m_i$ называется динамическим диапазоном системы. Любое целое число $0 \leq X \leq M$ может быть однозначно представлено в СОК в виде вектора $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где $x_i = |X|_{m_i} = X \bmod m_i$ [12].

Динамический диапазон СОК обычно делится на две примерно равные части, так что примерно половина диапазона была представлена положительными числами, а остальная часть диапазона - отрицательными числами. Таким образом, любое целое число, удовлетворяющее одному из следующих двух соотношений, может быть представлено в СОК:

$$-\frac{M-1}{2} \leq X \leq \frac{M-1}{2}, \text{ если } M \text{ нечетное}, \quad (5)$$

$$-\frac{M}{2} \leq X \leq \frac{M}{2} - 1, \text{ если } M \text{ четное}. \quad (6)$$

Операции сложения, вычитания и умножения в СОК определяются формулами, показывающими свободу от переноса параллельную природу СОК:

$$A \pm B = (|a_1 \pm b_1|_{m_1}, \dots, |a_n \pm b_n|_{m_n}), \quad (7)$$

$$A \times B = (|a_1 \times b_1|_{m_1}, \dots, |a_n \times b_n|_{m_n}). \quad (8)$$

Обратное преобразование числа X из остатков $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ основано на китайской теореме об остатках (КТО) [7], [8]

$$X = \left| \sum_{i=0}^n |M_i^{-1}|_{m_i} x_i M_i \right|_M, \quad (9)$$

где $M_i = \frac{M}{m_i}$ и $|M_i^{-1}|_{m_i}$ означает мультипликативный обратный M_i по m_i модулю [2].

Архитектура предлагаемого аппаратного решения

Предлагаемое аппаратное решение показано на рис. 2 и состоит из 8 больших функциональных секторов, содержащих фильтрацию в СОК, фильтрацию в двоичной системе счисления (ДСС), диспетчер оперативной памяти, вывод видеопотока на VGA - дисплей и LCD-дисплей, захват видеопотока с видеокamеры и буферизацию ввода-вывода [7], [8].

Исходный сигнал захватывается устройством видеозахвата OV7670 и передается в оперативную память построчно через систему буферов. Для синхронизации работы номер текущей строки кадра непосредственно

передается в оперативную память диспетчера. Два буфера видеозахвата с ОЗУ (четный буфер и нечетный буфер) использовались для того, чтобы устройство видеозахвата гарантированно записывало полную строку в буфер, а диспетчер ОЗУ гарантированно считывал полную строку этого буфера и без задержки работы других устройств. В то время как устройство видеозахвата записывает данные в четный буфер, диспетчер оперативной памяти считывает данные из буфера нечетной строки. Но он начнет считывать данные из четного буфера, когда устройство захвата видео заполнит четный буфер и начнет заполнять буфер нечетной строки.

Аналогичная схема взаимодействия применяется для буферов СОК фильтра с менеджером оперативной памяти и ДСС фильтром с менеджером памяти. Чтобы фильтры не заполняли буферы быстрее, чем диспетчер оперативной памяти считывает из них информацию, применяется тактика синхронизации чтения из оперативной памяти новой строки данных для соответствующего фильтра. Но этот подход не применяется для устройства захвата видео. В этом случае необходимо уменьшить опорную частоту видеокамеры или передать линии от видеокамеры к буферам через одну. Диспетчер оперативной памяти сохраняет изображение, полученное с видеокамеры, в банке памяти чипа SDRAM.

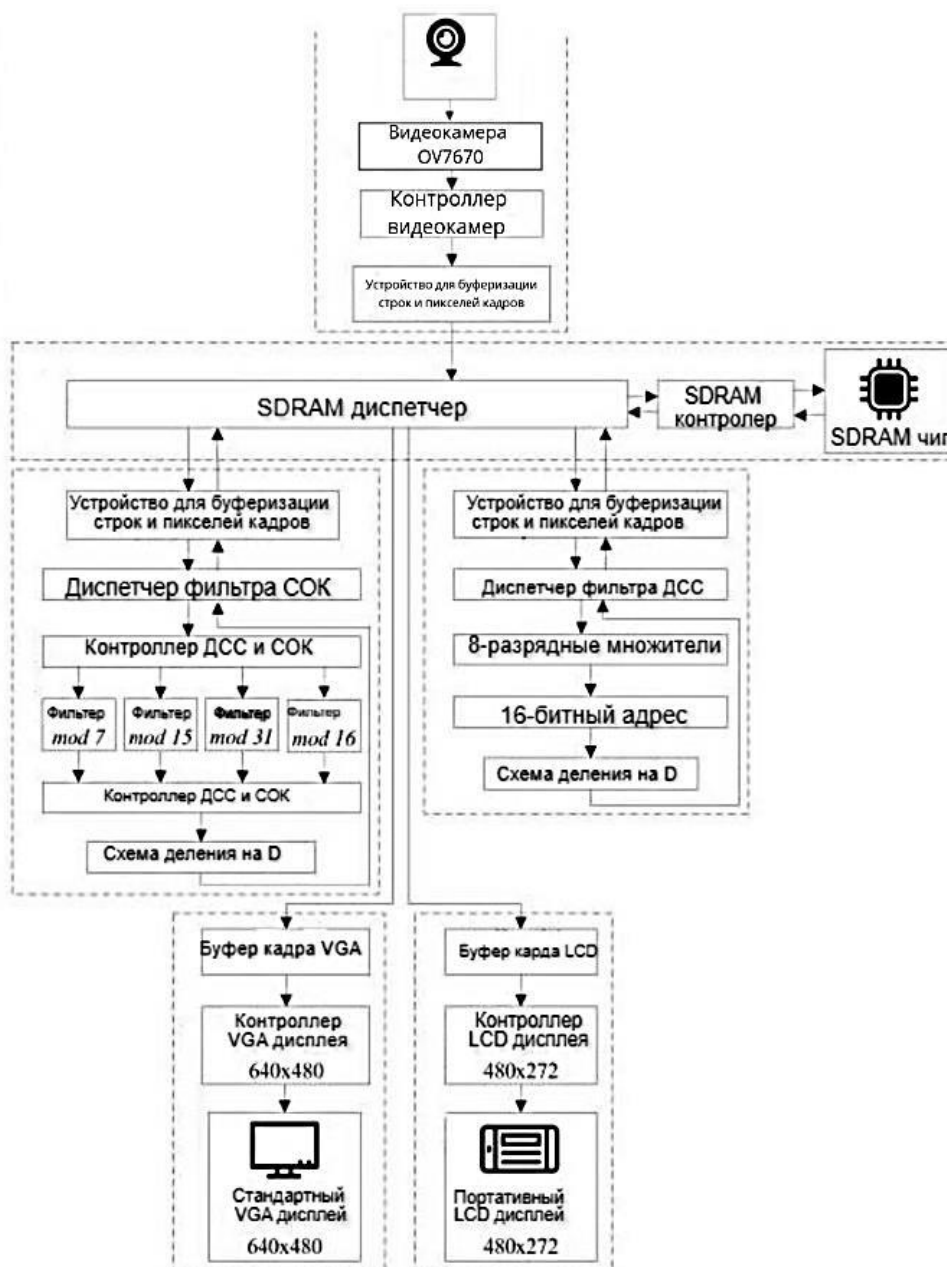


Рисунок 2. Архитектура предлагаемого аппаратного решения

Одновременно с устройством захвата видео контроллеры VGA и LCD, работающие на опорных частотах 25 МГц и 4 МГц соответственно, претендуют на доступ к оперативной памяти в качестве наивысшего приоритета. Эти устройства должны принимать пиксели на свои входы с заданной частотой независимо от того, были ли вовремя рассчитаны яркостные характеристики пикселей фильтрами. Видеоконтроллеры VGA и LCD постоянно ска-

нируют и отображают содержимое высокоскоростной двухпортовой памяти типа BRAM, хранящей данные только одной активной строки и запоминающей содержимое пикселей из предыдущей выходной строки, в то время как контроллер оперативной памяти не заполняет эту строку новыми данными. Таким образом, на дисплее каждая новая строка представляет собой смесь тех пикселей, которые диспетчер оперативной памяти успел записать в двухпортовую память, и пикселей предыдущей строки. Эта технология позволяла выводить результат видеофильтра одновременно на VGA - дисплей и портативный LCD - дисплей без потери качества.

Кроме того, чтобы иметь как можно больше текущей информации в буферах VGA и LCD - контроллеров, мы использовали технологию "чтения вперед". Это означает, что VGA и LCD -контроллеры постоянно передают менеджеру оперативной памяти номер текущей строки, отображаемой на экране, и менеджер оперативной памяти, зная этот номер, начинает заранее считывать информацию с чипа SDRAM для следующей строки пикселей. Сектора фильтрации запрашивают новые данные из оперативной памяти или записывают результат своей работы в оперативную память более управляемую, чем контроллеры видеозахвата и VGA/LCD. Работа каждого фильтра может быть приостановлена в любое время (если диспетчер оперативной памяти занят).

Для проведения сравнительного анализа производительности фильтров ДСС и СОК их архитектуры были сделаны идентичными. Различия доступны только в расчетных модулях. Ключевой особенностью реализации архитектуры фильтра является минимизация количества обращений к менеджеру оперативной памяти для чтения/записи данных. В высокоскоростной памяти BRAM каждого фильтра сохраняются сразу три последние загруженные строки пикселей. При загрузке новой строки доступ к буферам строк рекомбинируется таким образом, чтобы фильтр всегда имел текущую информацию для быстрого расчета по формуле (2). Кроме того, новая строка пикселей для анализа считывается только тогда, когда обработка предыдущей строки пикселей завершена и результат записывается в оперативную память.

Чтобы ускорить вычисления в СОК, яркостные характеристики пикселей преобразуются, когда они загружаются из оперативной памяти в буферы строк фильтра СОК. То есть входные буферы строк фильтра СОК не хранят 8-битные характеристики яркости пикселей. Во входных буферах строк среднеквадратичного фильтра происходит 16-битная упаковка остатков от деления 8-битного значения яркости на модули СОК {7,15,31,16}.

Фильтр СОК расширяет объем памяти, но он работает быстрее, потому что не тратит время на преобразование девяти раз одних и тех же чисел из ДСС в СОК. В конце расчета по формуле (2) оба фильтрационных модуля (СОК фильтр и ДСС фильтр) корректируют ответ. Если яркостная характеристика пикселя после вычисления по формуле (2) оказалась меньше нуля, то мы устанавливаем ее равной нулю. Если яркостная характеристика пикселя после вычисления по формуле (2) оказалась больше 255, то мы устанавливаем ее равной 255. Все промежуточные вычисления в фильтре СОК выполняются над 16-битными числами в двоичном коде. Все промежуточные вычисления в фильтре СОК выполняются над кортежами из эквивалентного диапазона ДСС [-26040;26039]. Для упрощения аппаратной реализации определения знака числа все числа, превышающие 16384, в двухкомпонентном 16-битном коде после передачи из СОК в ДСС. Это сужает выходной диапазон до [-26040, 16383], но не приводит к фатальным ошибкам при решении задачи фильтрации.

В общем случае деление в СОК считается труднореализуемым. В нашей реализации процесса фильтрации деление осуществляется на заключительном этапе расчета после преобразования результата из СОК в ДСС путем извлечения 8 бит ранее известных позиций. Таким образом, деление по знаменателю осуществляется после преобразования из СОК в ДСС.

Работа созданного устройства сводится к большому числу активаций модулей фильтра ДСС и фильтра СОК, вычисляющих числа по формуле (2). В расчетном модуле СОК все расчеты выполняются параллельно и независимо для каждой из баз СОК. Кроме того, в выходных каскадах фильтра СОК отклик преобразуется из СОК в смешанное преобразование системы счисления (по основаниям 7, 15, 31) и далее в ДСС. Окончательно рассчитанные и скорректированные яркостные характеристики передаются из расчетных модулей в контроллер соответствующего фильтра, который записывает их в высокоскоростные BRAM-буферы результата фильтрации. Возможные задержки в процессе фильтрации ничего не значат для диспетчера оперативной памяти, поскольку диспетчер оперативной памяти считывает данные не из буфера, который заполняет диспетчер фильтров, а из буфера, дополнительного к нему. Сектор оперативной памяти отвечает за последовательное чтение/запись информации между буферами строк пикселей и контроллером SDRAM (операция чтения/записи занимает 3-6 тактов). Активно используется технология чтения/записи парных (четных/нечетных) буферов. Информация о том, какой из парных буферов в данный момент занят соответствующим устройством, напрямую передается менеджеру оперативной памяти, который был реализован в виде конечного автомата.

Результаты моделирования

Устройства, имеющие технические характеристики, представленные в таблице I, были выбраны при проектировании устройства обработки видеосигнала (фильтрации) с расчетами в СОК. Плата Alinx AX309 построена на базе чипа Xilinx Spartan6-xc6slx9, чипа SDRAM 256 Мбит и имеет возможность прямого подключения видекамеры OV7670, VGA-дисплея, портативного дисплея AN430.

Тактовый генератор AX309 устанавливает опорную частоту 50 МГц, которая была увеличена до 100 МГц с помощью микросхем PLL Spartan-6. При реализации этого проекта на ПЛИС были учтены различия в частотах

различных компонентов системы. В тех случаях, когда скорость устройства была недостаточна для обработки видеопотока в реальном времени, использовался метод пропуска кадров. В качестве среды разработки использовалась интегрированная среда Xilinx ISE 14.7 и язык описания аппаратного обеспечения VHDL. Исходные программы встроенных модулей устройства мы создали на языке VHDL и опубликовали в интернете [13].

Таблица 1

Основные технические характеристики проекта

Устройство	Характеристика	Величина
Видеокамера OV7670	Разрешение Частота	640×480 9 миллионов пикселей/сек
VGA дисплей	Разрешение Частота	640×480 60 Гц
LCD дисплей Alinx AN430	Разрешение Частоте	480×272 30 Гц
Аккумуляторная батарея литий-полимерная	Емкость батареи Срок службы батареи Сила тока	10 А/ч 8 часов 1 А
Панель Alinx AX309	Чип Емкость оперативной памяти Частота оперативной памяти	Xilinx Spartan6-xc6slx9 256 Мбит 100 МГц

В таблицах 2 и 3 приведены результаты моделирования.

Таблица 2

Характеристики фильтров в различных системах счисления

Модуль	Характеристика	Величина
ДСС фильтр	Разрядность Частота Размер окна фильтра Диапазон коэффициентов фильтра Значения D Количество обрабатываемых пикселей в минуту	16 25 МГц 128 × 240 [-64,63] $2^n, n = 0,1, \dots, 7$ 5517339
СОК-фильтр	Разрядность Частота Размер окна фильтра Диапазон коэффициентов фильтра Значения D Набор модулей Количество обрабатываемых пикселей в минуту	16 25 МГц 128 × 240 [-64; 63] $2^n, n = 0,1, \dots, 7$ {7,15,16,31} 7649649

Таблица 3

Количественные технические характеристики проекта

Характеристика	Величина
Частота устройства	140 МГц
Частота SDRAM	100 МГц
Количество срезов LUT	3014
Количество фрагментов реестров	2545
Количество BRAM	24
Количество PLL	1

В этой реализации фильтр СОК показывает превосходство в производительности на 28% по сравнению с фильтром ДСС. Мы предполагаем, что этот результат может быть воспроизведен на устройствах с более совершенной технологией производства. Вполне возможно, что результаты в этом случае будут еще лучше, и это позволит проектировать устройства с более высокой производительностью.

Заключение

В статье предлагается устройство, реализующее обработку видеосигнала с использованием вычислений СОК. Сравнение предложенного подхода с расчетами в СОК и известным методом, основанным на расчетах в системе счисления двух complements, показывает, что использование СОК ускоряет вычисления на 28% для обработки видео.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка эффективных систем обработки видеосигнала с расчетами в СОК для решения конкретных прикладных задач: компьютерного зрения, видеонаблюдения и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акушский, И. Я. Машинная арифметика в остаточных классах / И. Я. Акушский, Д. И. Юдицкий. – М. : Сов. Радио, 1968. – 440 с.
2. Червяков Н.И. Методы, алгоритмы и техническая реализация основных проблемных операций, выполняемых в системе остаточных классов // Инфокоммуникационные технологии. -№4, 2011. -С.4-12.
3. Abeydeera M., Karunaratne M., Karunaratne G. and Silva K. “4K Real- Time HEVC Decoder on an FPGA,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 26, No. 1, January 2016.
4. Bovik A.I. “Handbook of image and video processing,” Texas: Elsevier, 2005, 1372 p.
5. Cardarilli G.C., Nannarelli A. and Re M. “Residue number system for low-power DSP applications,” Proc. 41st Asilomar Conf. Signals, Syst., Comput, 2007, pp. 1412-1416.
6. Chervyakov N.I., Molahosseini A.S., Lyakhov P.A., Babenko M.G. and Deryabin M.A. “Residue-to binary conversion for general moduli sets based on approximate Chinese remainder theorem,” International journal of computer mathematics, Vol. 94, No. 9, pp. 1833–1849, 2017.
7. Gonzalez R.C., Woods R.E. and Eddins S.L. “Digital Image Processing Using MATLAB,” Pearson Prentice Hall, 2003, 609 P.
8. Kao Ch.-Ch., Lai J.-H. and Chien Sh.-Y. “VLSI Architecture Design of Guided Filter for 30 Frames/s Full-HD Video,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 24, No. 3, March 2014.
9. Loques O.G. and Kramer J. “Flexible fault tolerance for distributed computer systems,” in IEE Proceedings E - Computers and Digital Techniques, vol. 133, no. 6, pp. 319-332, November 1986.
10. Pratt W.K. “Digital Image Processing,” Wiley-Interscience; 4 edition, 2007, 812 P.
11. Vasalos E., Bakalis D. and Vergos H.T. “RNS Assisted Image Filtering and Edge Detection, Digital Signal Processing (DSP),” 2013 18th International Conference on, 1-3 July 2013, pp. 1-6.
12. Zhang X., Sun H., Chen Sh. and Zheng N. “VLSI Architectuer Exploration of Guided Image Filtering for 1080P@60Hz Video Processing,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 28, No. 1, January 2018.
13. https://github.com/anserion/ov7670_filter_rns (дата обращения 12.10.2020).

REFERENCES

1. Akushskii, I. YA. Mashinnaya arifmetika v ostatochnykh klassakh/ I. YA. Akushskii,D. I. Yuditskii. – M. : Sov. Radio, 1968. – 440 s.
2. Chervyakov N.I. Metody, algoritmy i tekhnicheskaya realizatsiya osnovnykh problemnykh operatsii, vypolnyaemykh v sisteme ostatochnykh klassov // Infokommunikatsionnye tekhnologii.-№4, 2011.-С.4-12.
3. Abeydeera M., Karunaratne M., Karunaratne G. and Silva K. “4K Real- Time HEVC Decoder on an FPGA,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 26, No. 1, Janu-ary 2016.
4. Bovik A.I. “Handbook of image and video processing,” Texas: Elsevier, 2005, 1372 p.
5. Cardarilli G.C., Nannarelli A. and Re M. “Residue number system for low-power DSP applica-tions,” Proc. 41st Asilomar Conf. Signals, Syst., Comput, 2007, pp. 1412-1416.
6. Chervyakov N.I., Molahosseini A.S., Lyakhov P.A., Babenko M.G. and Deryabin M.A. “Residue-to binary conversion for general moduli sets based on approximate Chinese remainder theorem,” International journal of computer mathematics, Vol. 94, No. 9, pp. 1833–1849, 2017.
7. Gonzalez R.C., Woods R.E. and Eddins S.L. “Digital Image Processing Using MATLAB,” Pearson Prentice Hall, 2003, 609 P.
8. Kao Ch.-Ch., Lai J.-H. and Chien Sh.-Y. “VLSI Architecture Design of Guided Filter for 30 Frames/s Full-HD Video,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 24, No. 3, March 2014.
9. Loques O.G. and Kramer J. “Flexible fault tolerance for distributed computer systems,” in IEE Proceedings E - Computers and Digital Techniques, vol. 133, no. 6, pp. 319-332, November 1986.
10. Pratt W.K. “Digital Image Processing,” Wiley-Interscience; 4 edition, 2007, 812 P.
11. Vasalos E., Bakalis D. and Vergos H.T. “RNS Assisted Image Filtering and Edge Detection, Digital Signal Processing (DSP),” 2013 18th International Conference on, 1-3 July 2013, pp. 1-6.
12. Zhang X., Sun H., Chen Sh. and Zheng N. “VLSI Architectuer Exploration of Guided Image Fil-tering for 1080P@60Hz Video Processing,” IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 28, No. 1, January 2018.
13. https://github.com/anserion/ov7670_filter_rns (data obrashcheniya 12.10.2020)

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Ляхов Павел Алексеевич – заведующий кафедрой математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ), кандидат физико-математических наук, доцент. 357736 Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Серова 327, моб. тел. 8-962-028-72-14, E-mail: ljahov@mail.ru

Lyakhov Pavel Alekseyevich, Head of the Department of mathematical modeling of the Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University (NCFU), candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor.Address: 357736, Russia, Stavropol, Stavropol, Serova str., 327, mobile phone 8-962-028-72-14, E-mail: ljahov@mail.ru

Ионисян Андрей Сергеевич – доцент кафедры математического моделирования институт математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федераль-

ный университет» (СКФУ), кандидат физико-математических наук. 357736 Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Социалистическая 10, моб. тел. 8-962-028-72-14, E-mail: asion@mail.ru

Ionisyan Andrey Sergeevich, associate Professor, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University (NCFU), candidate of physical and mathematical Sciences. 357736 Russia, Stavropol, Sotsialisticheskaya str., 10, mobile phone 8-962-028-72-14, E-mail: asion@mail.ru

Масаева Виолетта Владимировна – аспирант, кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Доваторцев дом 25, тел. 8-928-936-02-66, E-mail: masaeva-violetta@yandex.ru

Masaeva Violetta Vladimirovna, post-graduate student, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University, Stavropol, 355000, Russia, Dovatorcev str., 25, tel. 8-928-936-02-66, E-mail: masaevavioletta@yandex.ru

Валуева Мария Васильевна – аспирант, кафедры математического моделирования института математики и информационных технологий имени профессора Н.И. Червякова ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Ленина дом 399, тел. 8-988-745-88-85, E-mail: mriya.valueva@mail.ru.

Valueva Maria Vasilevna, post-graduate student, Department of mathematical modeling, Institute of mathematics and information technologies named after Professor N. I. Chervyakov, North Caucasus Federal University, Stavropol, 355000, Russia, Lenina str., 399, tel. 8-988-745-88-85, E-mail: mriya.valueva@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

М.А. Ясная [M. A.Yasnaya], А.В. Блинов [A. V. Blinov],
А.А. Блинова [A. A. Blinova], А.В. Кобина [A. V. Kobina],
А.А. Гвозденко [A. A. Gvozdenko], Д.Г. Маглакелидзе
[D.G. Maglakelidze]

**ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ
ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ НА СТАБИЛЬНОСТЬ
КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ СЕЛЕНА**

**NEURAL NETWORK SIMULATION FOR STUDYING
THE INFLUENCE OF DISPERSION PHASE CONDITIONS
ON THE STABILITY OF SELENIUM COLLOIDAL SYSTEMS**

УДК 661.691

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.3

*Северо-Кавказский федеральный университет, Российская Федерация, г. Ставрополь /
North-Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: jasnaja.marija@mail.ru*

Аннотация: В статье представлены результаты определения условий хранения водных коллоидных растворов селена, стабилизированных поливинилпирролидоном. С целью автоматизации расчетов обработка экспериментальных данных велась с использованием пакета прикладных программ StatisticaNeuralNetworks v.4.0e. Анализ результатов показал, что оптимальными условиями, при которых коллоидные растворы селена сохраняют максимально долгое время свои биологически активные свойства являются: активная кислотность среды – слабо кислая или нейтральная; ионная сила раствора – минимальные концентрации посторонних электролитов; температура – не выше 30°C; время выдержки – допустимы только краткосрочные воздействия, не вызывающие необратимые изменения свойств коллоидной системы.

Ключевые слова: наноразмерный селен, дисперсионная среда, биологически активные свойства, нейронные сети, перцептрон, гистограмма распределения гидродинамических радиусов

Abstract: The article presents the results of determining the storage conditions for aqueous colloidal solutions of selenium stabilized with polyvinylpyrrolidone (PVP). The experimental data were processed using the Statistica Neural Networks v.4.0e software package. The analysis of the results showed that the optimal conditions under which colloidal solutions of selenium retain their biologically active properties for the longest time possible are: pH of the medium - weakly acidic or neutral; ionic strength of the solution - the minimum concentration of extraneous electrolytes; temperature - no higher than 30°C; holding time - only short-term effects, not causing irreversible changes in the properties of the colloidal system are permissible.

Key words: nanosized selenium, dispersion medium, biologically active properties, neural networks, perceptron, histogram of hydrodynamic radius distribution.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект СП-1191.2019.4)

The study was made with the financial support of the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project SP-1191.2019.4)

Introduction

Selenium is an important biologically active essential trace element. It is part of a number of hormones and enzymes, plays an essential role in the functioning of the immune system [1]. Selenium compounds protect cell membranes from the effects of free radicals and prevent their generation, reducing the risk of tumors and the development of heart and blood vessel diseases [2, 3]. These factors determine the intensity of research in the field of creating biologically active drugs containing selenium. Russia, at present, is one of the leaders in the variety of selenium-based preparations, including nanoselenium [4, 5]. Abroad, the main forms of microelement use are sodium selenite and selenate [6-9]. Studies of domestic and foreign scientists show that preparations based on selenium compounds are more toxic than selenium nanoparticles. In addition, selenium nanoparticles are more effective and do not require large dosages [10 - 14].

To obtain selenium nanoparticles, physical, chemical and biological methods of synthesis are used. The most common synthesis method is chemical reduction followed by stabilization of the resulting nanoparticles. Varying the synthesis parameters makes it possible to regulate the size and stability of colloidal solutions, and to modify the surface of selenium nanoparticles with molecules of biological active substances. It has been proven that the biological activity and toxicity of selenium nanoparticles are directly related to their size. Selenium particles with a size of 20 - 60 nm have a greater biological activity and less toxicity [3, 4, 6]. In this connection, an important task is not only the selection of the conditions for the synthesis of nanoparticles of a certain size, but also the identification of factors affecting the aggregative stability of nanoparticles after synthesis, and the determination of the optimal storage conditions for colloidal solutions of selenium without losing biologically active properties for the longest time possible.

In turn, to optimize the process of obtaining stable biologically active colloidal systems of selenium, as well as to predict and control their properties, it is proposed to use neural network modeling. Neural networks are a highly promising method of data analysis that allows reproducing extremely complex dependencies and is used in various fields - in chemistry, physics, medicine, and so on [15]. In particular, neural networks are non-linear in nature. In addi-

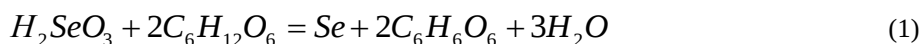
tion, neural networks cope with the "curse of dimension", which does not allow modeling linear dependencies in the case of a large number of variables. A neural network user picks up representative data and then runs a learning algorithm that automatically perceives the data structure. In this case, of course, the user is required to have some kind of knowledge about how to select and prepare data, choose the desired network architecture and interpret the results [15].

So, the purpose of this work was to identify factors that have a significant effect on the aggregative stability of biologically active selenium nanoparticles, and to choose the optimal storage conditions for its colloidal solutions.

Experimental part

For the synthesis of nanoparticles of zero-valent selenium, we used selenous acid, analytical grade. (according to GOST 11081-75), ascorbic acid (according to FSP 42-3268-08), low molecular weight medical polyvinylpyrrolidone (PVP) with a molecular weight of 8000 ± 2000 (FSP 42-0345-4368-03).

Nanosized selenium was obtained during the reduction of selenous acid with ascorbic acid in an aqueous medium. The reaction resulted in the formation of zero-valent amorphous red selenium and dehydroascorbic acid [16] (1):



In the absence of stabilizers, the colloidal solution of selenium is unstable; within a few hours, the particles aggregate and precipitate. To obtain aggregatively stable nanoparticles of zero-valent selenium with high biological activity, a stabilizer, a medical low-molecular-weight polyvinylpyrrolidone, which is widely used in pharmacy and medicine as a water-soluble non-toxic component of many drugs, was introduced into the reaction system.

Selenium nanoparticles are hydrophobic. PVP is adsorbed on the surface of selenium nanoparticles due to the interactions of hydrophobic fragments of molecules with surface atoms of Se particles (steric stabilization) [17, 18]. The results of preliminary experiments and analysis of literature data made it possible to identify factors that have the greatest influence on the size and aggregate stability of selenium nanoparticles.

The following parameters were chosen as variable parameters:

1. pH of the medium, rel. units
2. Ionic strength (concentration of sodium chloride, mg / ml).
3. Temperature of the medium, (°C).
4. System exposure time, min.

The response function (output parameter) were selected:

Y_{ba} – mass fraction of biologically active fraction of selenium nanoparticles ($r \leq 50$ nm) according to photocorrelation spectroscopy data, %;

r_{av} – average hydrodynamic radius, nm;

polydispersity, nm.

On the basis of preliminary experiments, the levels of variation of the variable parameters that have the most significant effect on the aggregate stability of selenium nanoparticles in aqueous solutions were determined, the data are presented in table 1.

Table 1

Plan parameters

№ of experience	Parameters	a	b	c	d
1	a1b1c1d1	3	0	25	5
2	a1b2c2d2	3	0,1	55	30
3	a1b3c3d3	3	0,2	85	55
4	a2b1c2d3	8	0	55	55
5	a2b2c3d1	8	0,1	85	5
6	a2b3c1d2	8	0,2	25	30
7	a3b1c3d2	13	0	85	30
8	a3b2c1d3	13	0,1	25	55
9	a3b3c2d1	13	0,2	55	5

The experimental design matrix shown in table 2 was obtained by the Greco-Latin squares method.

Table 2

Experiment planning matrix

Name of parameters, designations	Variation levels of variables		
pH of the medium, rel. units, (a)	3	8	thirteen
Ionic strength, mol / L, (b)	0	0.1	0.2
Temperature, ° C, (s)	25	55	85
Synthesis time, min, (d)	five	thirty	55

Neural networks are computational structures that model simple biological processes commonly associated with processes in the human brain. The basic principle of a neural network is to adjust the parameters of a neuron in such a way that the behavior of the network corresponds to some desired behavior. By adjusting the weights or bias parameters, you can train the network to do a specific job; it is also possible that the network itself will adjust its parameters in order to achieve the required result. Adaptable and trainable, they are parallelized systems capable of learning by analyzing positive and negative impacts [20].

The average hydrodynamic radius of selenium nanoparticles was measured by photon correlation spectroscopy on a Photocor Complex setup (manufactured by OOO Antek-97, Russia). Computer processing of spectroscopy results was carried out using the DynaLS software.

Results

Figure 1 shows a histogram of the size distribution of nanosized selenium stabilized by PVP in colloidal solution after synthesis.

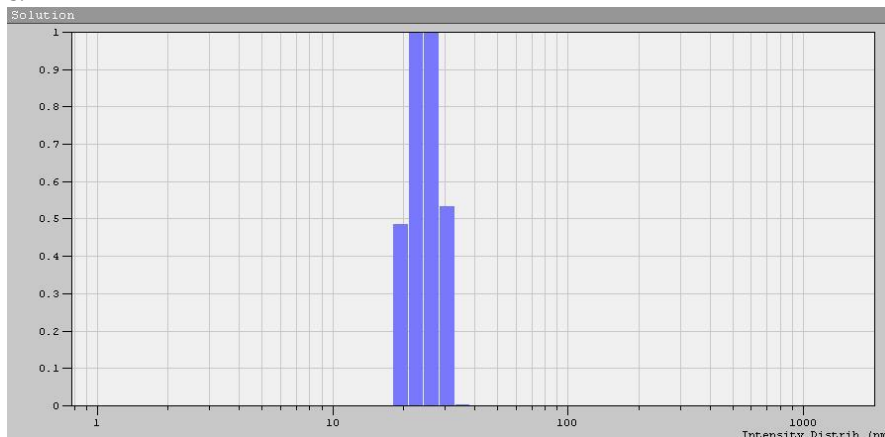


Figure 1. Histogram of the distribution of the average hydrodynamic radius of nanoselenium particles

Analysis of Figure 1 showed that the histogram of selenium nanoparticles has a normal distribution, where the average hydrodynamic radius of nanosized selenium is about 25 nm.

The experimental data were processed using standard methods of variance, regression, and correlation analysis. The mathematical dependencies of the processes under study were obtained in the form of response functions connecting the output parameter with the investigated variable factors.

In order to automate calculations when detecting gross errors, assessing variances, determining the adequacy of coefficients and derived equations, we used the Statistica Neural Networks v.4.0 e software package.

The neuro-genetic algorithm for selecting input data, implemented in the Statistica Neural Networks module, combines the capabilities of genetic algorithms and PNN / GRNN (PNN - probabilistic neural networks, GRNN - generalized regression neural networks) to automatically search for optimal combinations of input variables, including in cases where there are correlations and non-linear dependencies between them. The almost instantaneous learning rate for the PNN / GRNN -algorithm makes it possible to apply the genetic algorithm, and conduct your own experiments on the sensitivity of the data in real time. SNN also contains a built-in principal component analysis system that allows you to downsize the original data. Before data can be entered into the network, it must be prepared in a certain way. It is just as important that the output is easy to interpret. In StatisticaNeuralNetworks it is possible to automatically scale the input and output data; variables with text values can also be automatically recoded, including 1-of-N encoding. SNN also has missing data handling facilities. Such normalization functions as "unit sum", "winner takes all" and "vector of unit length" are implemented. There are data preparation and interpretation tools specially designed for time series analysis [15, 19].

At the initial stage of the analysis of the obtained experimental data, a neural network was created, that is, a multilayer perceptron with four input variables and three output variables - functions that are shown in figure 2.

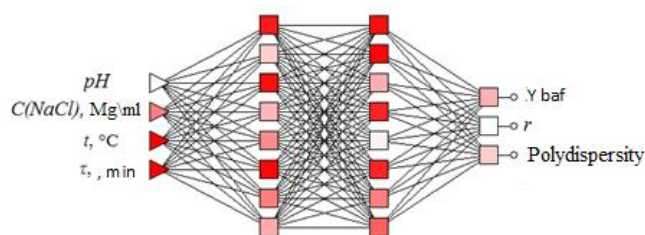


Figure 2. Multilayer perceptron adapted to the model of the influence of external factors on the aggregative stability

of selenium nanoparticles

Using training algorithms, the neural network was brought into line with the experimental data. The adaptation conditions were determined using a genetic algorithm by creating an array of data taking into account all possible factors affecting the aggregate stability of selenium nanoparticles during storage.

As a result of mathematical processing of the experimental data, the dependences of the radii of selenium nanoparticles and their polydispersity on temperature, exposure time, pH , and ionic strength of the dispersion medium were obtained.

In Figure 3a shows a surface radius selenium nanoparticles response from the pH of the medium and the time delay colloidal solution under these conditions.

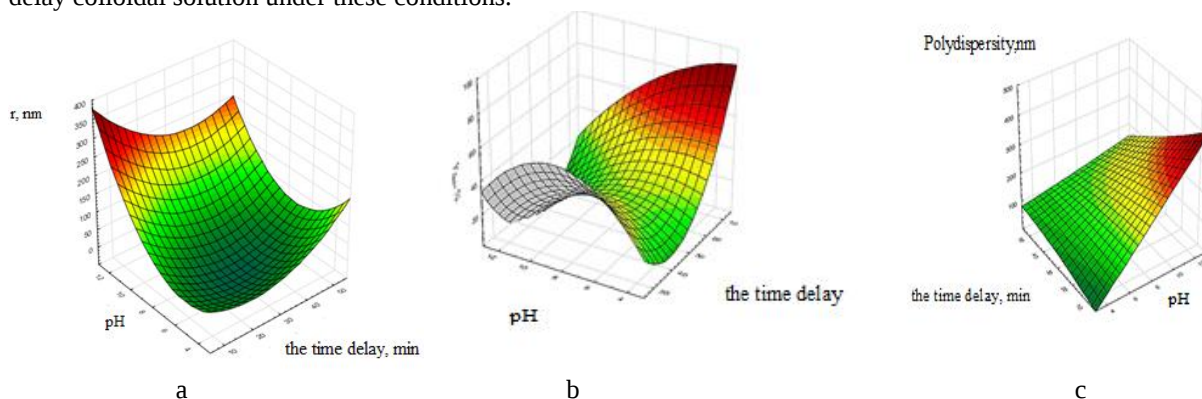


Figure 3. Response surfaces of the output parameters from the pH of the medium and the exposure time: a - the radius of selenium nanoparticles, b - the content of the biologically active fraction, c - polydispersity

It is seen that an increase in the pH of the reaction medium from 3 to 7 leads to a decrease in the particle size. The minimum size of Se nanoparticles is reached after 30 minutes of exposure under these conditions. Longer exposure of the colloidal solution at $pH = 7$ promotes a slight increase in the size of nanoparticles. Weakly and strongly alkaline medium ($pH > 7$) has a negative effect on the stability of the colloidal selenium solution. Even a short-term increase in the pH of the dispersion medium to 12 causes an eightfold increase in the average hydrodynamic radius of selenium nanoparticles and leads to particle aggregation and loss of stability of the colloidal system. This is due to the hydrolysis of PVP in an alkaline medium, which is accompanied by an increase in the proportion of electrically charged (hydrophilic) functional groups in the polymer chain due to the opening of the lactam group and the formation of a carbonyl group and an amino group. The carbonyl group is activated in an alkaline environment, and the amino group in an acidic environment. An increase in the hydrophilicity of PVP molecules leads to desorption of molecules from the hydrophobic surface of Se nanoparticles. The maximum content of the biologically active fraction (Figure 3b) and a narrow size distribution (Figure 3c) are observed in an acidic medium with a minimum holding time. With an increase in the pH of the solution, the proportion of the biologically active fraction decreases, the size distribution becomes wider, reaching a minimum in a strongly alkaline medium and a maximum exposure time.

Optimal conditions under which colloidal solutions of selenium retain their biological activity and stability for the longest possible time are acidic medium ($pH = 3 \div 4$) or neutral medium, if a decrease in the proportion of a biologically active fraction and an increase in polydispersity are acceptable.

Figure 4 shows the response surfaces of the output parameters (a - the radius of selenium nanoparticles, b - the content of the biologically active fraction, c - polydispersity) on the ionic strength of the solution and the pH of the reaction medium.

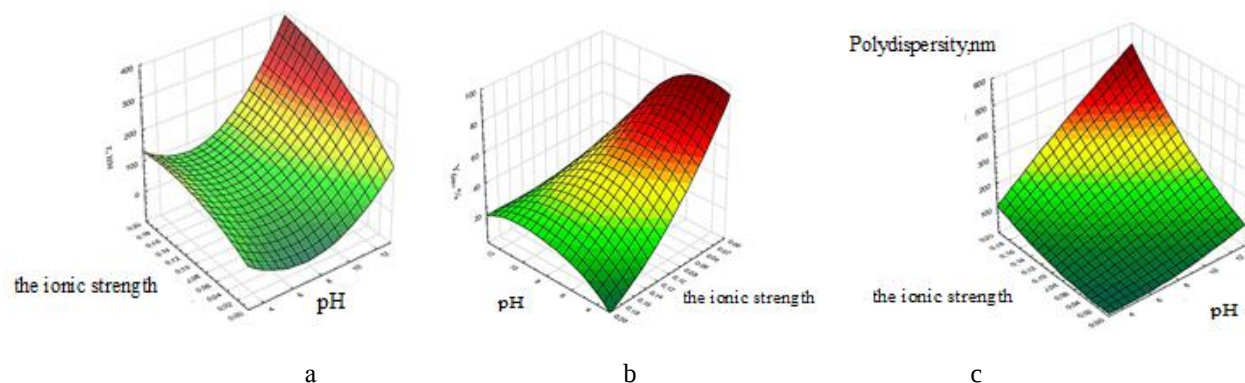


Figure 4. Response surfaces of the output parameters (a - the radius of selenium nanoparticles, b - the content of the biologically active fraction, c - polydispersity) on the pH of the medium and the ionic strength of the solution

Analysis of the response surface shown in Figure 4a shows that a change in the ionic strength of the dispersion medium leads to an increase in the average hydrodynamic radius of selenium particles. In an acidic medium and in a

neutral medium, changes in the size of nanoparticles are insignificant, while in an alkaline medium, even a slight change in the ionic strength of a solution leads to a sharp increase in the size of nanoparticles and a loss of stability, due to an increase in the hydrophilicity of the system. An increase in ionic strength, at any *pH* value of the medium, leads to a decrease in the proportion of the biologically active fraction (Figure 4b) and an increase in the size distribution of selenium nanoparticles (Figure 4c).

Optimal conditions under which colloidal solutions of selenium retain their biologically active properties and stability: weakly acidic or neutral medium with a minimum value of the ionic strength of the solution.

Figure 5 shows the response surfaces of the output parameters from the *pH* of the dispersion medium and the temperature of the colloidal solution.

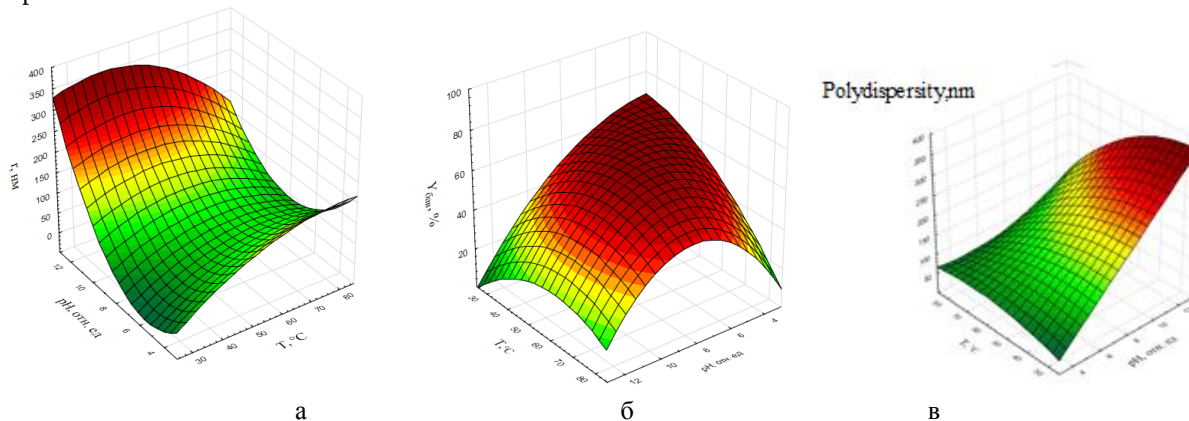


Figure 5. Response surfaces of output parameters (a - radius of selenium nanoparticles, б - content of biologically active fraction, в - polydispersity) on *pH* and synthesis temperature

An increase in the temperature of the colloidal solution leads to an increase in the rate of polymer desorption from the surface of selenium nanoparticles and their aggregation at any *pH* of the dispersion medium (Figure 5a). The proportion of the biologically active fraction of selenium nanoparticles is maximum at *pH* = 3 and a temperature of 30 °C (Figure 5b); under these conditions, a minimum size distribution is observed (Figure 5c). An increase in the *pH* of the medium and the temperature of the colloidal solution contribute to an increase in the size of particles, their aggregation and loss of stability; therefore, colloidal solutions of biologically active selenium must be stored at a temperature not exceeding 30 °C.

Conclusion

Based on the results of the work carried out, the following conclusions can be drawn:

1. The content of the biologically active fraction, the size of selenium nanoparticles and their polydispersity are influenced by the following factors - *pH* of the dispersion medium, ionic strength, temperature and time of holding the system under given conditions;
2. The optimal conditions under which colloidal solutions of selenium retain their biologically active properties for the longest possible time are: *pH* of the medium - weakly acidic or neutral; ionic strength of the solution - the minimum concentration of extraneous electrolytes; temperature - no higher than 30°C; holding time - only short-term effects are permissible, which do not cause irreversible changes in the properties of the colloidal system.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громова, О.А. Селен – впечатляющие итоги и перспективы применения // Трудный пациент. 2007. Т. 5. № 14. С. 25–30.
2. Селен в организме человека / В.А. Тутельян, В.А. Княжев, С.А. Хотимченко, Н.А. Голубкина, Н.Е. Кушлинский, Я.А. Соколов. – М.: Издательство РАМН, 2002. – 219 с.
3. Селеносодержащие нанобиокомпозиции грибного происхождения снижают жизнеспособность и биопленкообразование бактериального фитопатогена *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* / А.И. Перфильева, О.М. Цивелева, О.В. Кофтин, А.А. Аниськов, Д.Н. Ибрагимова // Российские нанотехнологии. 2018. Т.13. № 5–6. – С. 54–68.
4. Скоринова, К.Д. Перспектива создания лекарственных препаратов на основе наночастиц селена (обзор) / К.Д. Скоринова, В.В. Кузьменко, И.А. Василенко // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2020. Т. 9. № 2. С. 33–44.
5. Голубкина, Н.А. Проблемная статья к вопросу обогащения пищевых продуктов селеном / Н.А. Голубкина, С.А. Хотимченко, В.А. Тутельян. // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. С. 1–13.
6. Toxicity of selenium nanoparticles in male Sprague–Dawley rats at supranutritional and nonlethal levels / Y. He, S. Chen, Z. Liu, Ch. Cheng, H. Li, M. Wang // Life Sciences. 2014. V. 115. P. 44.
7. Fleming, C.R. Selenium status in patients receiving home parenteral nutrition/ C.R. Fleming, J.T. McCull, J.F. O’Brein // J. Partner. Enter. Nutr. – 1986. – V. 8. – P. 258.
8. Selenium – its biological perspectives / R.S. Bedwal, N. Nair, M.P. Sharma, R.S. Mathur // Med. Hypotheses. 1993. V. 41. P.150.
9. Sunde, R.A. Molecular biology of selenoproteins / R.A. Sunde // Annu. Rev. Nutr. 1990. V. 10. P. 451.
10. Фатхутдинова, Л.М. Токсичность искусственных наночастиц / Л.М. Фатхутдинова, Т.О. Халиуллин, Р.Р. Залялов // Казанский медицинский журнал. – 2009. –Т. 9. – С. 578.

11. Наночастицы и нанотехнологии в медицине сегодня и завтра / Л.Ф. Абаева, В.И. Шумский, Е.Н. Петрицкая, Д.А. Рогаткин, П.Н. Любченко // Альманах клинической медицины. 2015. № 22. С. 10.
12. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А. А. Жаворонков – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
13. Мазо, В.К. Новые пищевые источники эссенциальных элементов-антиоксидантов/ В.К. Мазо, И.В. Гмошинский, Л.И. Ширина – М.: Миклош. – 2009. – 208 с.
14. Карпова, Е.А. К вопросу о токсичности препаратов на основе наноселена / Е.А. Карпова, О.К. Демиденко, О.П. Ильина // Вестник КрасГАУ. № 4. – 2014. – С. 207–210.
15. Нейронные сети: STATISTICA NeuralNetworks: Пер. с англ.–М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 182 с.
16. Синтез наночастиц селена в водных растворах поливинилпирролидона и морфологические характеристики образующихся нанокмпозитов /В.В. Копейкин, С.В. Валуева, А.И. Киппер, Л.Н. Боровикова, А.П. Филиппов // Высокомолекулярные соединения. Серия А. Т.45. № 4. 2003. С. 615–622.
17. Валуева, С.В. Селенсодержащие наносистемы: биологическая активность и оптические характеристики / С.В. Валуева // Physics and mathematics. Science of Europe № 32. 2018. С. 46–50.
18. Панов, Д.А. Получение и свойства нанобиокмпозита селена и альгината натрия / Д.А. Панов // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. Т. 3(69). 2017. С. 91–98.
19. Боровиков, В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
20. Балухто, А.Н. Нейросетевые системы обработки информации и их применение в космической технике. – М.: СИП РИА, 2000. – 152 с.

REFERENCES

1. Gromova, O.A. Selen – vpechatlyayushchie itogi i perspektivy primeneniya // Trudnyi patsient. – 2007. – Т. 5. – № 14. – С. 25–30.
2. Selen v organizme cheloveka / V.A. Tutel'yan, V.A. Knyazhev, S.A. Khotimchenko, N.A. Golubkina, N.E. Kushlinskii, YA.A. Sokolov. – М.: Izdatel'stvo RAMN. – 2002. – 219 s.
3. Selenosoderzhashchianobiokmpozity gribnogo proiskhozhdeniya snizhayut zhiznesposobnost' i bioplenkoobrazovanie bakteri-al'nogo fitopatogena Clavibacter michiganensis subsp. sepe donicus / A.I. Perfil'eva, O.M. Tsiveleva, O.V. Koftin, A.A. Anis'kov, D.N. Ibragimova // Rossiiskie nanotekhnologii. 2018. T.13. № 5–6. S. 54–68.
4. Skorinova, K.D. Perspektiva sozdaniya lekarstvennykh preparatov na osnove nanochastits seleni (obzor) / K.D. Skorinova, V.V. Kuz'menko, I.A. Vasilenko // Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv. 2020. T. 9. № 2. S. 33–44.
5. Golubkina, N.A. Problemnaya stat'ya k voprosu obogashcheniya pishchevykh produktov selenom / N.A. Golubkina, S.A. Khotimchenko, V.A. Tutel'yan. // Mikroelementy v meditsine. 2003. T. 4. S. 1–13.
6. Toxicity of selenium nanoparticles in male Sprague–Dawley rats at supranutritional and nonlethal levels / Y. He, S. Chen, Z. Liu, Ch. Cheng, H. Li, M. Wang // Life Sciences. 2014. V. 115. P. 44.
7. Fleming, C.R. Selenium status in patients receiving home parenteral nutrition/ C.R. Fleming, J.T. McCull, J.F. O'Brein // J. Partner. Enter. Nutr. 1986. V. 8. P. 258.
8. Selenium – its biological perspectives / R.S. Bedwal, N. Nair, M.P. Sharma, R.S. Mathur // Med. Hypotheses. 1993. V. 41. P.150.
9. Sunde, R.A. Molecular biology of selenoproteins / R.A. Sunde // Annu. Rev. Nutr. 1990. V. 10. P. 451.
10. Fatkhutdinova, L.M. Toksichnost' iskusstvennykh nanochastits / L.M. Fatkhutdinova, T.O. Khaliullin, R.R. Zalyalov // Kazanskii meditsinskii zhurnal. 2009. T. 9. C. 578.
11. Nanochastitsy i nanotekhnologii v meditsine segodnya i zavtra / L.F. Aбаева, V.I. Shumskii, E.N. Petritskaya, D.A. Rogatkin, P.N. Lyubchenko // Al'manakh klinicheskoi meditsiny. 2015. № 22. C. 10.
12. Avtsyn, A.P. Mikroelementy cheloveka / A.P. Avtsyn, A. A. Zhavoronkov – М.: Meditsina, 1991. – 496 s.
13. Mazo, V.K. Novye pishchevye istochniki ehssentsial'nykh ehlementov-antioksidantov/ V.K. Mazo, I.V. Gmoshinskii, L.I. Shirina – М.: Miklosh. – 2009. – 208 s.
14. Карпова, Е.А. К вопросу о токсичности препаратов на основе наноселена / Е.А. Карпова, О.К. Демиденко, О.П. Ильина // Вестник КраСГАУ. № 4. – 2014. – С. 207–210.
15. Neironnye seti: STATISTICA NeuralNetworks: Per. s angl.– М.: Goryachaya liniya – Telekom, 2001. – 182 s.
16. Sintez nanochastits seleni v vodnykh rastvorakh polivinilpirrolidona i morfologicheskie kharakteristiki obrazuyushchikhsya nanokmpozitov /V.V. Kopeikin, S.V. Valueva, A.I. Kipper, L.N. Borovikova, A.P. Filippov // Vysokomolekulyarnye soedineniya. Seriya A. T.45. № 4. 2003. С. 615–622.
17. Valueva, S.V. Selenosoderzhashchie nanosistemy: biologicheskaya aktivnost' i opticheskie kharakteristiki / S.V. Valueva // Physics and mathematics. Science of Europe – № 32. – 2018. – С. 46–50.
18. Panov, D.A. Poluchenie i svoistva nanobiokmpozita seleni i al'ginata natriya / D.A. Panov // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya. – Т. 3(69). – 2017. – С. 91–98.
19. Borovikov, V. STATISTICA: iskusstvo analiza dannyykh na komp'yutere. Dlya professionalov. – SPb.: Piter, 2001. – 656 s.
20. Balukhto, A.N. Neurosetevye sistemy obrabotki informatsii i ikh primeneniye v kosmicheskoi tekhnike. М.: SIP RIA, 2000. – 152 s.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Ясная Мария Анатольевна, канд. хим. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-918-757-67-35, jasnaja.marija@mail.ru

Yasnaya Mariya A., Ph. D., Assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-757-67-35, jasnaja.marija@mail.ru

Блинов Андрей Владимирович, старший преподаватель кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова, 2, 8-918-754-78-52, blinov.a@mail.ru

Blinov Andrey V., Senior Lecturer of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-754-78-52, blinov.a@mail.ru

Блинова Анастасия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова, 2, 8-988-767-94-60, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Blinova Anastasiya A., Ph. D., Assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Кобина Анна Витальевна, студент 1 курса магистратуры кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова, 2, anya.russian1999@mail.ru

Kobina Anna V., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, anya.russian1999@mail.ru

Гвозденко Алексей Алексеевич, студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова, 2, 8-988-706-04-69, gvozdenko.1999a@gmail.com

Gvozdenko Alexey A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-706-04-69, gvozdenko.1999a@gmail.com

Маглакелидзе Давид Гурамиевич, студент 2 курса кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова, 2, 8-909-759-22-48, ogonioc2015@mail.ru

Maglakelidze David G., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, 355029, Stavropol, Kulakova Avenue 2, 8-909-759-22-48, ogonioc2015@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

Д. М. Ремизов [D.M., Remizov], А.
А. Гвозденко [A.A. Gvozdenko], А. В. Блинов [A.V. Blinov],
В. В. Раффа [V.V. Raffa], А. Б. Голик [A.B. Golik],
Д. Г. Маглакелидзе [D.G. Maglakelidze], А. А. Блинова [A.A. Blinova]

УДК 546.56 + 004.94

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.4

КОМПЬЮТЕРНОЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ

QUANTUM-CHEMICAL SIMULATION OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES STABILIZATION

*Северо-Кавказский Федеральный Университет,
Российская Федерация, г. Ставрополь, Россия /North-Caucasian Federal University, Stavropol,
e-mail: remizov22@list.ru*

Аннотация: В статье представлены результаты квантово-химического моделирования процесса стабилизации наночастиц оксида меди различными стабилизаторами, которое проводили в программе QChem с использованием молекулярного редактора IQmol. Получены квантово-химические модели молекулярных систем CuO-стабилизатор, где в качестве стабилизатора выступали гидроксиметилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, гидроксиметилцеллюлоза, цетилтриметиламмония бромид, поливинилпирролидон, хитозан и гиалуроновая кислота. Анализ полученных данных показал, что наиболее энергетически выгодной ($E = -3557,94$ ккал/моль) и стабильной ($\Delta E = 0,260$ эВ) молекулярной системой является система «CuO-гиалуроновая кислота».

Ключевые слова: компьютерное квантово-химическое моделирование, наноразмерный оксид меди, стабилизаторы.

Abstract: The article presents the results of quantum-chemical simulation of the copper oxide nanoparticles stabilization process with various stabilizers. The simulation was carried out using the QChem software and the IQmol molecular editor. Quantum-chemical models of CuO-stabilizer molecular systems were obtained. Hydroxymethylcellulose, hydroxyethylcellulose, cetyltrimethylammonium bromide, polyvinylpyrrolidone, chitosan, and hyaluronic acid were used as stabilizers. Analysis of the data obtained showed that the most energetically favorable ($E = -3557,94$ kcal/mol) and stable ($\Delta E = 0.260$ eV) molecular system was the "CuO-hyaluronic acid" system.

Key words: computer quantum chemical modeling, nanoscale copper oxide, stabilizers.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект СП-1191.2019.4)

The study was made with the financial support of the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project SP-1191.2019.4)

Introduction

In science and technology, nanosized particles of metal oxides, which have found application for biomedical sensors, antimicrobial drugs, industrial catalysts, semiconductors, and cosmetics, are of particular interest, due to their physicochemical properties and high biological activity [1-3].

A promising material is nanosized copper oxide, which is interesting because of its antimicrobial, catalytic, biocidal, and optical properties [4-9]. CuO nanoparticles can also be used in the production of supercapacitors, solar cells, biosensors, in particular, glucose biosensors, as reagents used to remove heavy metals from water [10-14]. Due to the wide range of applications, the study of nanosized copper oxide is an urgent task, which is implemented in practice using modern methods of computer modeling and statistical processing of experimental data.

Theoretical chemistry continues to improve its effectiveness, and the spread of classical chemistry, wave function and density functional methods in experimental communities is now undeniable. The pursuit of computational chemistry is to provide predictive power to reduce the number of physical experiments that need to be performed. This is especially important when systems arise that are difficult to study experimentally. This makes it possible to reduce financial and environmental costs, as well as reduce the time required for conducting physical experiments.

Currently, methods of quantum-chemical modeling have gained popularity, which make it possible to describe and predict the physical and chemical properties, structure, and energy characteristics of molecules by means of a mathematical model [15]. Using modern software packages for quantum-chemical modeling, such as QChem, ChemBio 3 D, the HyperChem and many others, it is possible to calculate and reduce the number of necessary experiments to determine the optimal composition of the material and its structure [16,17].

In this regard, the aim of this work is to find an energetically optimal stabilizer for copper oxide nanoparticles using quantum chemical modeling.

Experimental part

Quantum-chemical modeling of the stabilization nanoparticles CuO various stabilizers was performed in the program QChem using molecular editor IQmol. The calculation was carried out on the equipment of the data processing center (Schneider Electric) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education of the North Caucasus Federal University.

IQmol is an open source molecular editor and imaging package that runs on Windows, Mac OS X and Linux. IQmol allows the creation of arbitrary molecular structures that can be energetically and geometrically opti-

mized using the various force fields of molecular mechanics. *IQmol* is capable of displaying a variety of molecular properties including atomic charges, dipole moments and normal modes. Several types of surfaces can be displayed, including molecular orbitals, (spin) densities, and van der Waals surfaces. These surfaces can be collected according to an arbitrary scalar field such as electrostatic potential. Animations are also available for vibrational frequencies and response and optimization paths.

IQmol can work as a stand-alone package, but has also been written to work seamlessly with the *Q-Chem* computational chemistry package. A full featured input file generator, the *Q-Chem* User Interface (*QUI*), provides access to most of the available options in *Q-Chem*, and these options are presented in an intuitive hierarchical manner. The generated input files can be sent to local or remote servers that have *Q-Chem* software installed. In particular, there is a publicly available server that allows you to run quantum chemistry calculations without the need to purchase and install *Q-Chem*.

The Hartley-Fock (*HF*) method is a variational method for solving electronic structure problems. The method works either as an approximate scheme for calculating the ground state, or as a starting point for other methods describing the effects of electron correlation, such as the interaction configuration method and many-body perturbation theory. A central aspect of *HF* problems is that the basic equations of the method are non-linear. They were obtained as a necessary condition for determining the extrema of the *HF*-functional that make up a system of coupled integro-differential equations [18].

The following compounds were considered as stabilizers: hydroxymethylcellulose, hydroxyethylcellulose, cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), polyvinylpyrrolidone (PVP), chitosan, hyaluronic acid, and amylopectin. The calculation of the total energy of the molecular system stabilizer - *CuO* and other characteristics was carried out with the following parameters: calculation: *Energy*, method: *HF*, basis: 3-21 *G*, convergence - 5, force field - *Ghemical*.

Results and Discussions

Simulations were carried out to determine the optimal configuration for the interaction of copper oxide with various stabilizers. The resulting models are shown in Figure 1-7. To simplify the calculations, we used one molecule of *CuO*, free oxygen, which was hydrogenated. For each interaction model, the total energy, the distribution of the surface potential, the energy of the highest occupied molecular orbital (*HOMO*) and the lowest free molecular orbital (*LUMO*), the angle and length of the new chemical bond were determined. ... The data obtained are presented in table 1.

Table 1

Results of computer quantum-chemical modeling

Stabilizer	Total energy, kcal / mol	<i>HOMO</i> , eV	<i>LUMO</i> , eV	ΔE , eV	Angle, °	Link length, Å
Hydroxymethylcellulose	-2736.11	-0.142	0.074	0.216	110.38514	1.10182
Hydroxyethyl cellulose	-2853.17	-0.134	0.085	0.219	110.19116	1.10151
CTAB	-2584.32	-0.158	0.094	0.252	117.30094	1.11204
PVP	-2227.60	-0.159	0.099	0.258	112.56589	1.10264
Chitosan	-2491.46	-0.119	0.099	0.218	113.06035	1.11471
Hyaluronic acid	-3557.94	-0.153	0.107	0.260	121.83428	1.11495
Amylopectin	-3157.71	-0.121	0.095	0.216	110.23957	1.10108

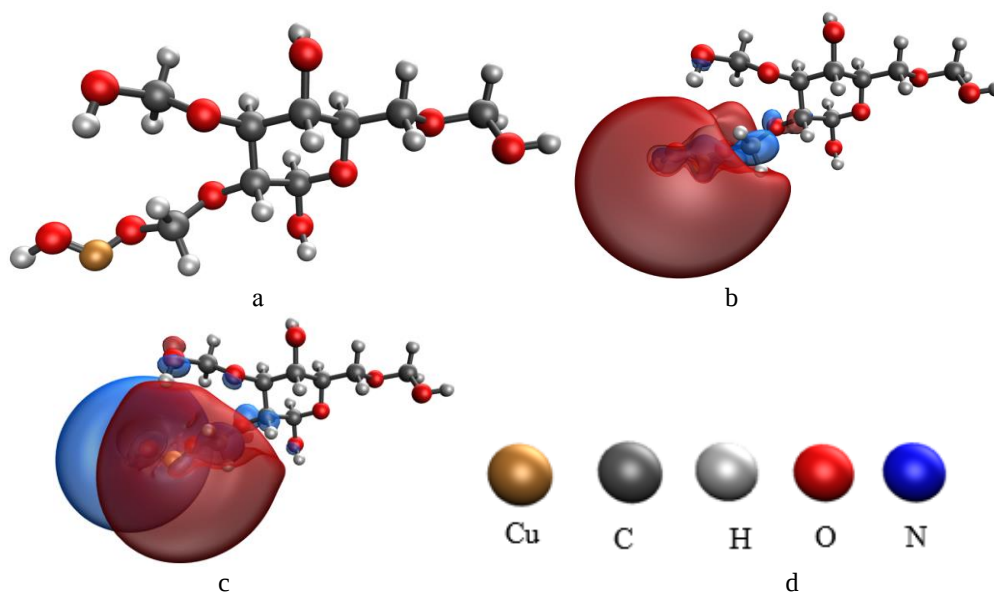


Figure 1. Quantum-chemical model of the molecular system *CuO*- hydroxymethylcellulose:

a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO* , d - decoding

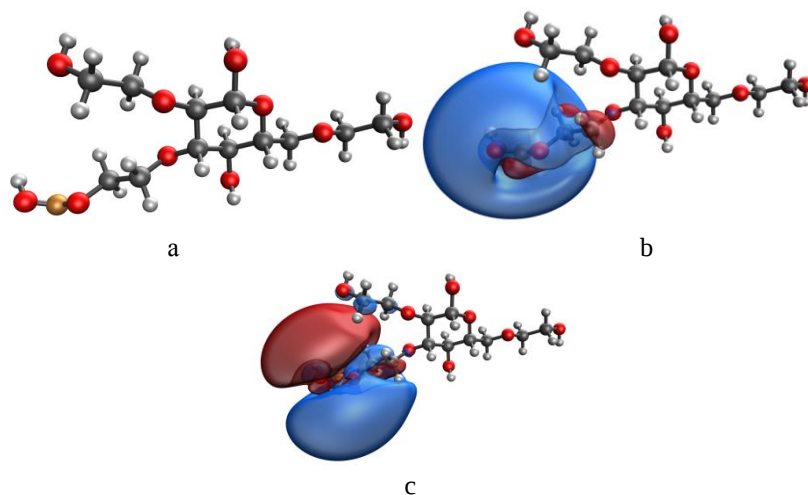


Figure 2. Quantum-chemical model of the molecular system *CuO*- hydroxyethylcellulose:
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

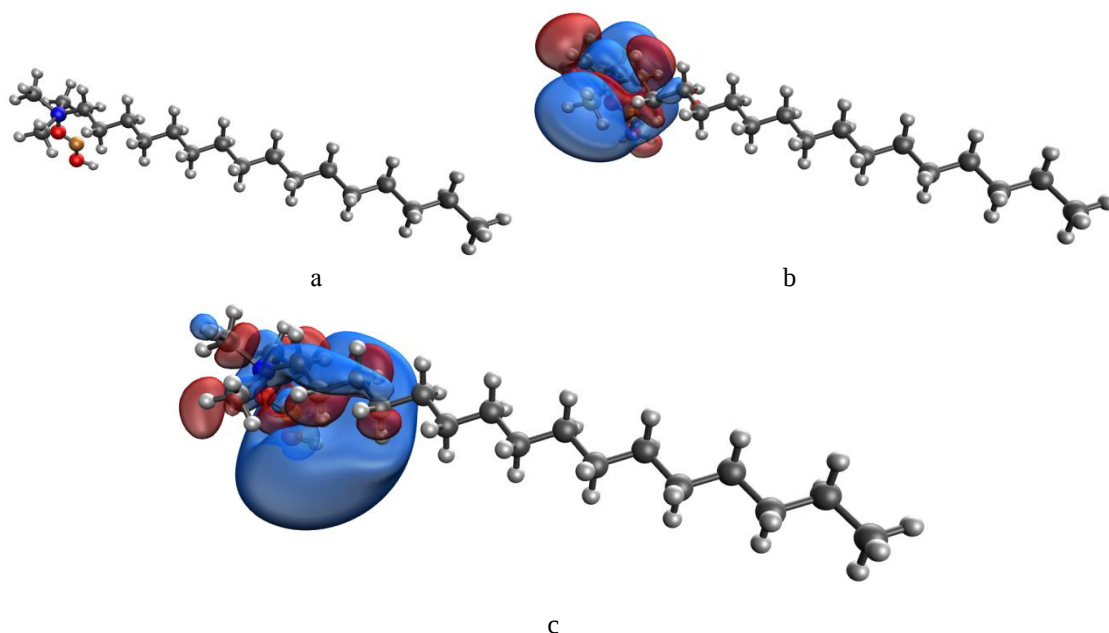


Figure 3. Quantum-chemical model of the molecular system *CuO*- acetyltrimethylammonium bromide:
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

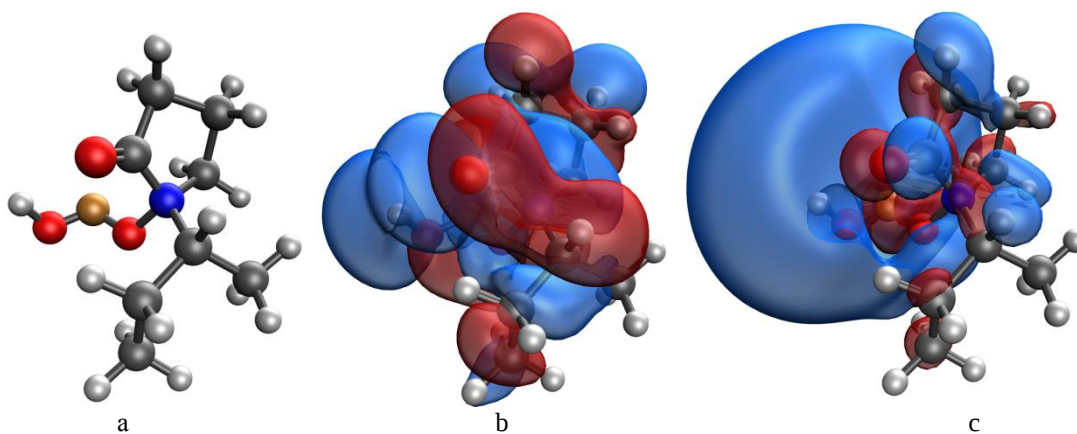


Figure 4. Quantum-chemical model of the molecular system *CuO* -polyvinylpyrrolidone:
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

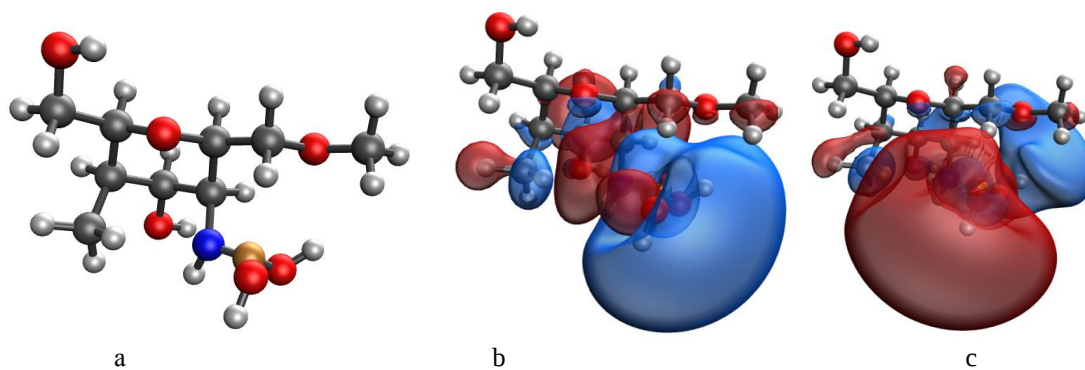


Figure 5. Quantum-chemical model of the *CuO*- chitosan molecular system :
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

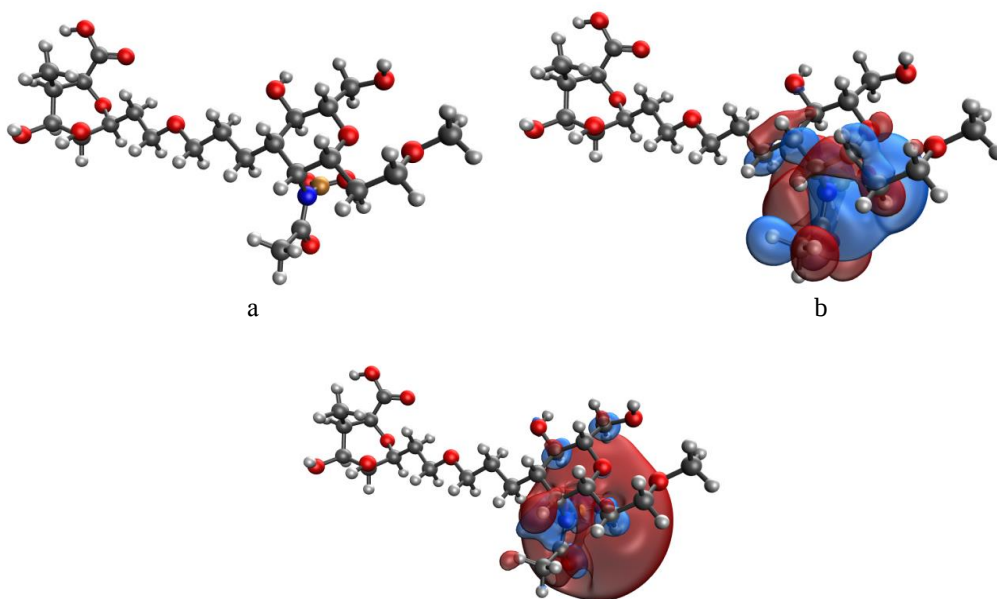


Figure 6. Quantum-chemical model of the molecular system *CuO*- hyaluronic acid:
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

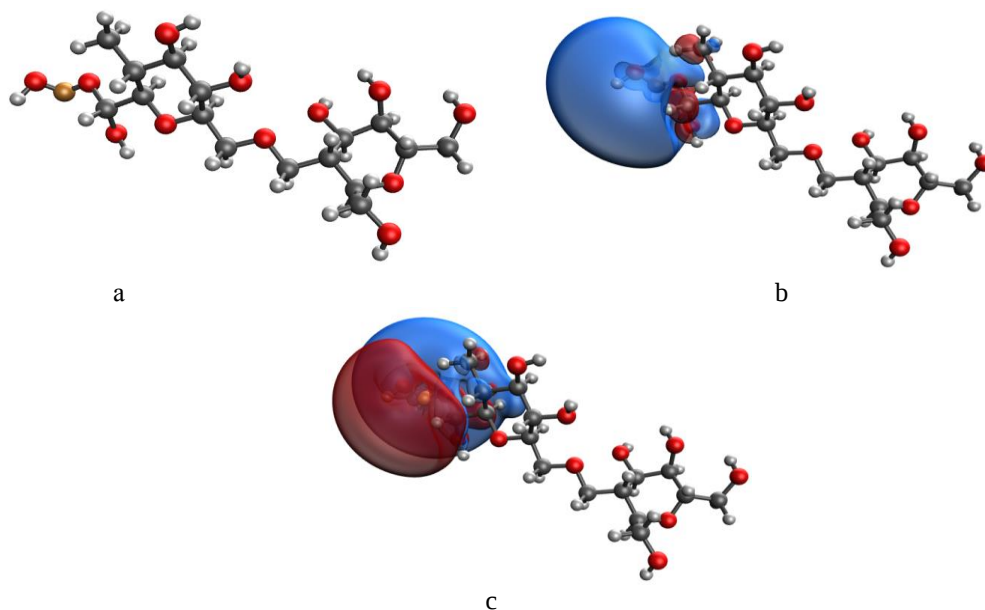


Figure 7. Quantum-chemical model of the *CuO*- amylopectin molecular system :
a - interaction model, b - *HOMO* , c - *LUMO*

When analyzing the data, it was found that the energy of molecular systems *CuO*-stabilizer is significantly lower than the energy of individual molecules: hydroxyethyl cellulose, hydroxymethyl cellulose, cetyltrimethylammonium bromide, polyvinylpyrrolidone, chitosan, hyaluronic acid, amylopectin. This fact testifies to the energetically favorable formation of a chemical bond between the stabilizer molecule and copper oxide.

As a result of data analysis, it was found that the most energetically favorable system is the system "*CuO*-hyaluronic acid", the energy value of which is -3557.94 kcal / mol [19]. The interaction between the surface of *CuO* nanoparticles and hyaluronic acid is carried out through the nitrogen atom of *N*-acetyl-*D*-glucosamine in the monomeric unit of hyaluronic acid.

Conclusion

As a result of the work carried out, it can be concluded that the program for computer quantum-chemical modeling *IQmol* is casual for users. This is due to its ease of use, a logically structured interface and a database that simplify the modeling process, which allows the user to quickly adapt and perform the necessary computational operations.

Long experience of working with the program has shown that the possibility of working in it implies modeling both simple molecular compounds consisting of several atoms and supramolecular assemblies, including hundreds to thousands of atoms, as well as the processes of interaction of the listed types of compounds.

As a result of modeling the stabilization of copper oxide by various compounds, including such classes as: quaternary ammonium compounds and polymers, including saccharides with various functional groups. Models are obtained that describe the process of interaction of the stabilizer-*CuO* system, and the energy characteristics of the interaction are calculated. It was found that the energetically optimal configuration is the "hyaluronic acid-*CuO*" system.

At the next stage of work, it is planned to synthesize this system in laboratory conditions, and subsequently, to study its physicochemical and optical properties. An analysis of the correspondence of the experimental data with the earlier obtained computer quantum-chemical models will also be carried out.

ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES

1. Sahooli, M. Synthesis and characterization of monosized Cu Nanoparticles / M. Sahooli, S. Sabbaghi, R. Saboori // *Mater. Lett.* – 2012. – V. 81. – P. 169-172.
2. Khashan, K.S. Synthesis and Antibacterial Activity of CuO Nanoparticles Suspension Induced by Laser Ablation in Liquid / K.S. Sulaiman, G. M. Sulaiman, F. A. Abdulameer // *Arab. J. Sci. Eng.* – 2016. – V. 41. – P. 301-310.
3. Ahamed, M. Genotoxic potential of copper oxide nanoparticles in human lung epithelial cells / M. Ahamed, M.A. Siddiqui, M.J. Akhtar, I. Ahmad, A. B. Pant, H. A. Alhadlaq // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* – 2010. – V. 396. – P. 578-583.
4. Grigore, M. Methods of synthesis, properties and biomedical applications of CuO nanoparticles. *Pharmaceuticals* / M. Grigore, E. R. Biscu, A.M. Holban, M.C. Gestal, A.M. Grumezescu // *Pharmaceuticals*. – 2016. – V. 9. – I. 4. – P. 1-14.
5. Ren, G. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications / G. Ren, D. Hu, E.W. Cheng, M. Vargas-Reus, P. Reip, R.P. Allaker // *International Journal of Antimicrobial Agents*. – 2009. – V. 33. – I. 6. – P. 587-590.
6. Singh, J. Brief Review on Synthesis and Characterization of Copper Oxide Nanoparticles and its Applications / J. Singh, G. Kaur, M. Rawat // *J. Bioelectron Nanotechnol.* – 2016. – V. 1. – I. 1. – P. 1-9.
7. Das, D. Synthesis and evaluation of antioxidant and antibacterial behavior of CuO nanoparticles / D. Das, B.C. Nath, P. Phukon, S.K. Dolui // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2013. – V. 101. – P. 430-433.
8. Mahapatra, O. Ultrafine dispersed CuO nanoparticles and their antibacterial activity / O. Mahapatra, M. Bhagat, C. Gopalakrishnan, K.D. Arunachalam // *Journal of Experimental Nanoscience*. 2008. V. 3. I. 3. – P. 185-193.
9. El-Trass, A. CuO nanoparticles: Synthesis, characterization, optical properties and interaction with amino acids / A. El-Trass, H. Elshamy, I. El-Mehasseb, M. El-Kemary // *Applied Surface Science*. – 2012. – V. 258. – I. 7. – P. 2997-3001.
10. Li, Y. Ultra-fine CuO Nanoparticles Embedded in Three-dimensional Graphene Network Nano-structure for High-performance Flexible Supercapacitors / Y. Li, X. Wang, Q. Yang, M.S. Javed, Q. Liu, W. Xu, C. Hu, D. Wei // *Electrochimica Acta*. – 2017. – V. 234. – P. 63-70.
11. Pendashteh, A. Fabrication of anchored copper oxide nanoparticles on graphene oxide nanosheets via an electrostatic coprecipitation and its application as supercapacitor / A. Pendashteh, M.F. Mousavi, M.S. Rahmanifar // *Electrochimica Acta*. – 2013. – V. 88. P. 347-357.
12. Sharma, J. K. Green synthesis of CuO nanoparticles with leaf extract of *Calotropis gigantea* and its dye-sensitized solar cells applications / J.K. Sharma, M.S. Akhtar, S. Ameen, P. Srivastava, G. Singh // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2015. – V. 632. – P. 321-325.
13. Li, Y. Facile Synthesis of Leaf-Like CuO Nanoparticles and Their Application on Glucose Biosensor / Y. Li, Y. Wei, G. Shi, Y. Xian, L. Jin // *Electroanalysis*. 2011. – V. 23. – I. 2. – P. 497-502.
14. Gupta, V.K. Removal of Hexavalent Chromium Ions Using CuO Nanoparticles for Water Purification Applications / V.K. Gupta, C. Ramesh, T. Inderjeet, V. Monu // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2016. – V. 478. – P. 54-62.
15. Datta, S. Geometric and energetic data from quantum chemical calculations of halobenzenes and xylenes / S. Datta, T. Limpanuparb // *Data in brief*. – 2020. – C. 105386.
16. Geometric and energetic data from ab initio calculations of haloethene, haloimine, halomethylenephosphine, haloiminophosphine, halodiazene, halodiphosphene and halocyclopropane / Chinsukserm K. [et al.] // *Data in brief*. – 2019. – T. 27. – C. 104738.
17. Advances in molecular quantum chemistry contained in the Q-Chem 4 program package / Shao Y. [et al.] // *Molecular Physics*. – 2015. – T. 113. – №. 2. – C. 184-215.
18. GSA algorithm applied to electronic structure: Hartree-Fock-GSA method / M.D. De Andrade, K.C. Mundim, L.A.C. Malbouisson // *International journal of quantum chemistry*. – 2005. – T. 103. – №. 5. – C. 493-499.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Ремизов Данил Михайлович, инженер кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-928-222-05-43, remizov22@list.ru

Remizov Danil M., engineer of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-928-222-05-43, remizov22@list.ru

Гвозденко Алексей Алексеевич, студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-988-706-04-69, gvozdenko.1999a@gmail.com

Gvozdenko Alexey A., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-706-04-69, gvozdenko.1999a@gmail.com

Блинов Андрей Владимирович, старший преподаватель кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-918-754-78-52, blinov.a@mail.ru

Blinov Andrey V., Senior Lecturer of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-918-754-78-52, blinov.a@mail.ru

Раффа Владислав Викторович, студент 3 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-961-448-35-01, vladunchik200126@gmail.com

Raffa Vladislav V., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-961-448-35-01, vladunchik200126@gmail.com

Голик Алексей Борисович, студент 4 курса бакалавриата кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, lexgooldman@gmail.com, 8-918-012-47-74

Golik Aleksey B., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, lexgooldman@gmail.com, 8-918-012-47-74

Маглакелидзе Давид Гурагиевич, студент 2 курса кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-909-759-22-48, ogonioc2015@mail.ru

Maglakelidze David G., student of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, 355029, Stavropol, Kulakova str. 2, 8-909-759-22-48, ogonioc2015@mail.ru

Блинова Анастасия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Ставрополь, проспект Кулакова 2, 8-988-767-94-60, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Blinova Anastasiya A., Ph. D., Assistant professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials, Faculty of Physics and Technology, North Caucasus Federal University, Kulakova str. 2, 355029 Stavropol, Russia, 8-988-767-94-60, nastya_bogdanova_88@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

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

УДК 004.052.2

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.5

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ МОДУЛЯРНОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО КОДА ДЛЯ
ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ
АУТЕНТИФИКАЦИИ СПУТНИКА**

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CONSTRUCTING
A MODULAR COMPOSITE CODE FOR A NOISE-PROOF
SATELLITE AUTHENTICATION SYSTEM**

*Северо-Кавказский федеральный университет,
Российская Федерация, г. Ставрополь, Россия / North-Caucasian Federal University, Stavropol,
e-mail: kia762@yandex.ru*

Аннотация: На современном этапе развития в целях обеспечения выполнения различного рода задач государственной важности все чаще используются системы на базе группировок низкоорбитальных космических аппаратов связи. Примером таких спутниковых систем является АО «Спутниковая система «Гонец», предоставляющая каналы подвижной спутниковой связи для мобильных и стационарных абонентов в любой точке Земного шара и разрабатываемая по заказу государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос». Поэтому, в виду важности и некоторых случаях конфиденциальности выполняемых задач, возрастают требования по скрытности и помехоустойчивости, предъявляемые к данным системам. Повысить скрытность, а именно информационную ее составляющую, возможно за счет применения протокола аутентификации, построенного на доказательстве с нулевым разглашением знаний, функционирующего на базе модулярных кодов. Однако, модулярные коды в некоторых системах используются еще и для борьбы с отказами и сбоями оборудования, а также при введении большей избыточности способны локализовать и ошибки, вызванные помехами в канале связи. Таким образом, используя модулярные коды для обеспечения скрытности, борьбы с отказами и сбоями, а также обеспечения помехоустойчивости позволит перейти к единому математическому аппарату построения системы и тем самым отойти от традиционно применяемых каскадных кодов. Поэтому задача разработки нового метода построения модулярного композиционного кода для обеспечения помехозащищенности является актуальной.

Ключевые слова: низкоорбитальная система спутниковой связи, система опознавания спутника, протокол аутентификации, модулярный композиционный код.

Abstract: At the present stage of development, in order to ensure the fulfillment of various kinds of tasks of national importance, systems based on groups of low-orbit communication spacecraft are increasingly being used. An example of such satellite systems is the Gonets Satellite System JSC, which provides mobile satellite channels for mobile and stationary subscribers anywhere in the world and is being developed by order of the Roskosmos state corporation for comic activities. Therefore, in view of the importance and in some cases the confidentiality of the tasks performed, the requirements for stealth and noise immunity for these systems are increasing. Increasing secrecy, namely, its information component, is possible through the use of an authentication protocol based on evidence with zero knowledge disclosure, which operates on the basis of modular codes. However, the modular codes in some systems are also used to combat equipment failures and malfunctions, and when introducing more redundancy, they are also able to localize errors caused by interference in the communication channel. Thus, using modular codes to ensure stealth, to combat failures and malfunctions, as well as to provide noise immunity, it will allow you to switch to a single mathematical apparatus for constructing the system and thereby move away from the traditionally used cascade codes. Therefore, the task of developing a new method for constructing a modular composite code to ensure noise immunity is relevant.

Key words: low-orbit satellite system, satellite identification system, authentication protocol, modular composite code.

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 18-07-01020.

At present, the issue of ensuring uninterrupted communication of subscribers located anywhere in the world is becoming more and more acute, this issue is especially important when organizing communication in regions with a low population density and underdeveloped infrastructure in order to fulfill tasks of state importance. One of the most effective ways to solve this problem is the use of low-orbit satellite communication systems (LSCS), since, in comparison with geostationary satellite systems, the LSCS has many times less length of radio lines, and the problem of creating multi-beam antennas is less acute.

An example of such a system is the Russian multifunctional personal satellite communication system "Gonets", developed by the state corporation "Roskosmos" and designed to provide a connected environment for the GLONASS coordinate-time support system and to provide communications for territories not covered by terrestrial GSM networks and subscribers located in hard-to-reach regions. Also, one of the significant advantages of the NCCS is the low power of the transmitters, which makes it possible to reduce the size and reduce the cost of the terminals. Thus, in view of the importance of the tasks performed by these systems and the features of the low orbit, more stringent requirements for secrecy and noise immunity are applied to the NSSS. In [2, 3], to increase the speed of determining satellite ownership, it is proposed to use an authentication protocol based on modular codes (MC). This

type of codes is arithmetic, which makes it possible to correct errors that occur in the computational paths in cases of failures or malfunctions of encoders. But also these codes, with the introduction of additional redundancy, can also be used as noise-resistant ones. Thus, the use of a single mathematical apparatus in the construction of source and communication channel coders will allow us to get away from the traditionally used concatenated codes and thereby reduce the complexity of the developed coding structures. Consequently, the development of a method for constructing a modular compositional code (MCC) for an anti-jamming satellite authentication system is an urgent task.

Purpose of the study

In view of the fact that the flow of failures is the simplest, in some computing systems modular codes are used to increase fault tolerance in the coding structures of message sources, since they are arithmetic, and the introduction of only two control bases into the code structure allows the MC to correct single errors regardless of places of their location [4]. In this paper, it is proposed to use the MC for the localization of errors arising in the communication channel due to interference. However, in the case of using the classical approach of forming the MC, this will entail an increase in circuit costs, since for a guaranteed correction of each additional error in the code constructions, two more control bases will be needed. Thus, the efficiency of modular codes can be increased using a new principle of their formation. The aim of the article is to increase the noise immunity of the LEO satellite authentication system through the use of new principles for constructing a modular compositional code.

Materials and research methods

It is known from [4,5] that the number X in MK is represented as a tuple of remainders

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (1)$$

which are the remainders of dividing the number X by the selected coprime bases $p_1, p_2, \dots, p_k$, where $\text{НОД}(p_i, p_j) = 1$ $i \neq j$. Then the operating range of the system is

$$\hat{M} = \prod_{i=1}^k p_i. \quad (2)$$

When using MK, arithmetic operations are represented as

$$X * D = \left(\left| x_1 * d_1 \right|_{p_1}, \left| x_2 * d_2 \right|_{p_2}, \dots, \left| x_k * d_k \right|_{p_k} \right), \quad (3)$$

where $*$ - operations of multiplication, addition or subtraction; $D \equiv d \bmod p_i$; $x_i \equiv X \bmod p_i$ $i = 1, 2, \dots, k$.

In order to increase the efficiency of passing the satellite identification procedure, a spacecraft (SC) authentication protocol was developed [3]. This protocol is based on MK. In this protocol, S^j is the session key of the CA, U is the secret key of the CA and T^j is an additional number used in the equation that allows you to obtain the public key of the CA when S^j is reused. These parameters must satisfy the condition $\{U, S^j, T^j\} < \hat{M}$.

Then they are transferred to MK. As a result, reduced to the form $U = (u_1, u_2, \dots, u_k)$, $S^j = (S_1^j, S_2^j, \dots, S_k^j)$, $T^j = (T_1^j, T_2^j, \dots, T_k^j)$, where $u_i \bmod p_i$, $S_i^j = S^j \bmod p_i$; $T_i^j = T^j \bmod p_i$; $i = 1, 2, \dots, k$. Operations are performed in the following sequence:

Stage 1. To conduct the j -th communication session, the responder calculates the true status of the KAA in the MC

$$C^j = (C_1^j, C_2^j, \dots, C_k^j), \quad (4)$$

where $C_i^j = (g^{u_i} \cdot g^{S_i^j} \cdot g^{T_i^j}) \bmod p_i$; g the generating element of the cyclic group; $\dots i = 1, 2, \dots, k$.

Stage 2. The defendant then makes random changes $\{\Delta u_i, \Delta S_i^j, \Delta T_i^j\}$

$$\tilde{u}_i = (u_i + \Delta u_i) \bmod \varphi(p_i), \tilde{S}_i^j = (S_i^j + \Delta S_i^j) \bmod \varphi(p_i), \tilde{T}_i^j = (T_i^j + \Delta T_i^j) \bmod \varphi(p_i), \quad (5)$$

where $\{\Delta u_i, \Delta S_i^j, \Delta T_i^j\} < \varphi(p_i)$; $\varphi(p_i)$ - is the Euler's function of the base m_i ; $i = 1, 2, \dots, k$.

Stage 3. After that, the noisy status of the spacecraft is determined using the MC

$$\tilde{C}^j = (\tilde{C}_1^j, \dots, \tilde{C}_k^j) = \left(\left| g^{\tilde{u}_1} \cdot g^{\tilde{S}_1^j} \cdot g^{\tilde{T}_1^j} \right|_{p_1}^+, \dots, \left| g^{\tilde{u}_k} \cdot g^{\tilde{S}_k^j} \cdot g^{\tilde{T}_k^j} \right|_{p_k}^+ \right), \quad (6)$$

Stage 4. At the authentication stage, the requestor generates a random number, represents it in the form $d^j = (d_1^j, d_2^j, \dots, d_k^j)$, where $d_i^j \equiv d^j \bmod p_i$ and then passes it on to the respondent.

Stage 5. The respondent, having received $d^j = (d_1^j, d_2^j, \dots, d_k^j)$, answers the question of the requestor in accordance with

$$r_i^1 = \left| \tilde{u}_i - d_i^j \cdot u_i \right|_{p_i}^+, r_i^2 = \left| \tilde{S}_i^j - d_i^j \cdot S_i^j \right|_{p_i}^+, r_i^3 = \left| \tilde{T}_i^j - d_i^j \cdot T_i^j \right|_{p_i}^+. \quad (7)$$

Stage 6. The defendant transmits $\{(C_1^j, \dots, C_k^j), (\tilde{C}_1^j, \dots, \tilde{C}_k^j), (r_1^1, \dots, r_k^1), (r_1^2, \dots, r_k^2), (r_1^3, \dots, r_k^3)\}$.

Stage 7. The interrogator, having received the transponder signal, calculates the status of the spacecraft

$$Y_i^j = \left| (C_i^j)^{d_i^j} \cdot g^{r_i^1} \cdot g^{r_i^2} \cdot g^{r_i^3} \right|_{p_i}^+. \quad (8)$$

The interrogator will assign the status "own" to the satellite, provided that the condition is met $\{Y_1^j = \tilde{C}_1^j, Y_2^j = \tilde{C}_2^j, \dots, Y_k^j = \tilde{C}_k^j\}$.

Considering these results, we can conclude that in the event of failures or failures in the computational paths, as well as in the event of errors in the communication channel under the influence of interference, the satellite is recognized as "alien" and the communication session will be interrupted, otherwise as "own".

The analysis of this protocol indicates that if in the course of the system operation, an erroneous SC identification occurs, which occurs both as a result of failures or failures in the operation of the system, and in the event of interference in the communication channel, then "our" satellite will be perceived as "alien", and he will be provided in the communication session. In order to increase noise immunity and minimize session interruptions, we will introduce the mathematical apparatus for constructing the IWC into the satellite authentication procedure.

In the developed method, the interrogator receives the transponder signal, which consists of five parts, according to (9). Therefore developed a modular composite code must contain at least five residues. For convenience use a single view of the balance α_{iv} , that is $C_i^j = \alpha_{1i}; \tilde{C}_i^j = \alpha_{2i}; r_i^1 = \alpha_{3i}; r_i^2 = \alpha_{4i}; r_i^3 = \alpha_{5i}$, $v = 1, 2, 3, 4, 5$. Then

$$\begin{aligned} & (C_1^j, C_2^j, C_3^j, C_4^j, C_5^j), \\ & (\tilde{C}_1^j, \tilde{C}_2^j, \tilde{C}_3^j, \tilde{C}_4^j, \tilde{C}_5^j), \\ & (r_1^1, r_2^1, r_3^1, r_4^1, r_5^1), \\ & (r_1^2, r_2^2, r_3^2, r_4^2, r_5^2), \\ & (r_1^3, r_2^3, r_3^3, r_4^3, r_5^3). \end{aligned} \Rightarrow A_{\text{COK}} = \begin{cases} (\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{14}, \alpha_{15}) \\ (\alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23}, \alpha_{24}, \alpha_{25}) \\ (\alpha_{31}, \alpha_{32}, \alpha_{33}, \alpha_{34}, \alpha_{35}) \\ (\alpha_{41}, \alpha_{42}, \alpha_{43}, \alpha_{44}, \alpha_{45}) \\ (\alpha_{51}, \alpha_{52}, \alpha_{53}, \alpha_{54}, \alpha_{55}) \end{cases} \quad (9)$$

It is possible to localize a single error in MC using two control bases that satisfy the condition $p_{k-1}p_k < p_{k+1}p_{k+2}$. As a result, the full MK range will be equal to

$$M = \prod_{i=1}^{k+2} p_i = \hat{M} \prod_{i=k+1}^{k+2} p_i. \quad (10)$$

In this case, the extended MK combination does not contain an error only if the following condition is met

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_{k+2}) < \hat{M}. \quad (11)$$

In this case, the modular compositional code will have the form

$$A_{\text{MKK}} = \begin{cases} \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{14}, \alpha_{15}, \alpha_{16}^1, \alpha_{17}^1 \\ \alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23}, \alpha_{24}, \alpha_{25}, \alpha_{26}^1, \alpha_{27}^1 \\ \alpha_{31}, \alpha_{32}, \alpha_{33}, \alpha_{34}, \alpha_{35}, \alpha_{36}^1, \alpha_{37}^1 \\ \alpha_{41}, \alpha_{42}, \alpha_{43}, \alpha_{44}, \alpha_{45}, \alpha_{46}^1, \alpha_{47}^1 \\ \alpha_{51}, \alpha_{52}, \alpha_{53}, \alpha_{54}, \alpha_{55}, \alpha_{56}^1, \alpha_{57}^1 \\ \alpha_{16}^2, \alpha_{26}^2, \alpha_{36}^2, \alpha_{46}^2, \alpha_{56}^2 \\ \alpha_{17}^2, \alpha_{27}^2, \alpha_{37}^2, \alpha_{47}^2, \alpha_{57}^2 \end{cases} \quad (12)$$

Horizontal control residues are calculated as follows

$$\alpha_{v6}^1 = \left(\sum_{i=1}^5 \alpha_{vi} B_i \bmod \hat{M} \right) \bmod p_6, \alpha_{v7}^1 = \left(\sum_{i=1}^5 \alpha_{vi} B_i \bmod \hat{M} \right) \bmod p_7, \quad (13)$$

where $v = 1, 2, 3, 4, 5$; $B_i = h_i \frac{M}{p_i}$ – orthogonal basis; h_i – weight of the orthogonal basis.

Vertical control residues, for $j = 6, 7$, are calculated as follows

$$\begin{aligned}\alpha_{1j}^2 &= \left| \left(\alpha_{11} B_1 + \alpha_{22} B_2 + \alpha_{33} B_3 + \alpha_{54} B_4 + \alpha_{55} B_5 \right) \bmod \hat{M} \right|_{p_j}^+, \\ \alpha_{2j}^2 &= \left| \left(\alpha_{21} B_1 + \alpha_{32} B_2 + \alpha_{43} B_3 + \alpha_{44} B_4 + \alpha_{25} B_5 \right) \bmod \hat{M} \right|_{p_j}^+, \\ \alpha_{3j}^2 &= \left| \left(\alpha_{31} B_1 + \alpha_{12} B_2 + \alpha_{53} B_3 + \alpha_{24} B_4 + \alpha_{15} B_5 \right) \bmod \hat{M} \right|_{p_j}^+, \\ \alpha_{4j}^2 &= \left| \left(\alpha_{41} B_1 + \alpha_{52} B_2 + \alpha_{13} B_3 + \alpha_{14} B_4 + \alpha_{35} B_5 \right) \bmod \hat{M} \right|_{p_j}^+, \\ \alpha_{5j}^2 &= \left| \left(\alpha_{51} B_1 + \alpha_{42} B_2 + \alpha_{23} B_3 + \alpha_{34} B_4 + \alpha_{55} B_5 \right) \bmod \hat{M} \right|_{p_j}^+.\end{aligned}\quad (14)$$

To localize errors, we use the positional characteristic - the interval

$$S_6 = \left[\left[\frac{A}{\hat{M}} \right] \right]_{p_6}^+ = \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i R_i + \hat{r} \right]_{p_6}^+, \quad S_7 = \left[\left[\frac{A}{\hat{M}} \right] \right]_{p_7}^+ = \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i R_i + \hat{r} \right]_{p_7}^+, \quad (15)$$

where $B_i = R_i \hat{M} + \hat{B}_i$; $\hat{B}_i$ и $\hat{r} = \left[\sum_{i=1}^5 \hat{B}_i / \hat{M} \right]$ – orthogonal basis and rank in the non-redundant RNS.

If a combination $A = (\alpha_1, \dots, \alpha_7) < \hat{M}$, then it is error-free and $PX S_j = 0$.

The developed method for constructing a modular compositional code allows one to localize all double errors that occur in one MC combination. As an example, let us take the first combination A_1 , in which the residuals are erroneous α_{11}^* and α_{13}^* with the error depth, respectively $\Delta\alpha_{11}$ and $\Delta\alpha_{13}$. Then we get a combination of the form

$$A_1^* = (\alpha_{11}^*, \alpha_{12}, \alpha_{13}^*, \alpha_{14}, \alpha_{15}, \alpha_{16}^1, \alpha_{17}^1) = \left(\left| \alpha_{11} + \Delta\alpha_{11} \right|_{m_1}^+, \alpha_{12}, \left| \alpha_{13} + \Delta\alpha_{13} \right|_{m_3}^+, \alpha_{14}, \alpha_{15}, \alpha_{16}^1, \alpha_{17}^1 \right)$$

Using the Chinese remainder theorem to translate the positional code, we get

$$A_1^* = A + \left| \left| \Delta\alpha_{11} \right|_{p_1}^+ B_1 + \left| \Delta\alpha_{13} \right|_{p_3}^+ B_3 \right|_M \quad (16)$$

Let's use expression (15). Then the interval of this combination is

$$S_{16}^1 = \left(\left[\frac{A_1^*}{\hat{M}} \right] \right) \bmod p_6 = \left| S_{11} + S_{13} \right|_{p_6}^+, \quad S_{17}^1 = \left(\left[\frac{A_1^*}{\hat{M}} \right] \right) \bmod p_7 = \left| S_{11} + S_{13} \right|_{p_7}^+, \quad (17)$$

where S_{11}, S_{13} – are the numbers of the intervals in which the MC are located when single errors occur $\alpha_{11}^* = (\alpha_{11} + \Delta\alpha_{11}) \bmod p_1$ and $\alpha_{13}^* = (\alpha_{13} + \Delta\alpha_{13}) \bmod p_3$.

It is known that the MC cannot correct a double error when using two control bases, but the developed method allows this drawback to be eliminated. After all, the erroneous balances α_{11}^* and α_{13}^* are used in the calculations $(S_{16}^2, S_{17}^2), (S_{46}^2, S_{47}^2)$.

Research results and their discussion

Choosing the base for the IPC $p_1 = 7, p_2 = 11, p_3 = 13, p_4 = 19, p_5 = 29$. Then the working range $\hat{M} = \prod_{i=1}^5 p_i = 551551$. Let there be redundant grounds $p_6 = 37, p_7 = 43$. Then the full range $M = 877517641$. Let the transponder signal be given. Let us transform its ICC has the form

$$\begin{aligned}
 C^j &= (2, 2, 2, 15, 17, 4, 14), \\
 \tilde{C}^j &= (2, 4, 7, 3, 26, 12, 1), \\
 r^1 &= (1, 3, 7, 1, 6, 8, 9), \\
 r^2 &= (5, 10, 0, 12, 20, 25, 5), \\
 r^3 &= (1, 7, 8, 1, 5, 29, 42).
 \end{aligned}
 \quad A_{MKK} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 15 & 17 & 4 & 14 \\ 2 & 4 & 7 & 3 & 26 & 12 & 1 \\ 1 & 3 & 7 & 1 & 6 & 8 & 9 \\ 5 & 10 & 0 & 12 & 20 & 25 & 5 \\ 1 & 7 & 8 & 1 & 5 & 29 & 42 \\ 21 & 17 & 20 & 23 & 10 & & \\ 30 & 40 & 0 & 34 & 23 & & \end{bmatrix}$$

Suppose that during transmission in the communication channel errors occurred with the depth $\Delta\alpha_{11} = 3$ and $\Delta\alpha_{13} = 4$. Then $\alpha_{11}^* = |\alpha_{11} + \Delta\alpha_{11}|_{p_1}^+ = |2 + 3|_7^+ = 5$, $\alpha_{13}^* = |\alpha_{13} + \Delta\alpha_{13}|_{p_3}^+ = |2 + 4|_{13}^+ = 6$. We get a combination of the form

$$A_{MKC} = \begin{bmatrix} 5^* & 2 & 6^* & 15 & 17 & 4 & 14 \\ 2 & 4 & 7 & 3 & 26 & 12 & 1 \\ 1 & 3 & 7 & 1 & 6 & 8 & 9 \\ 5 & 10 & 0 & 12 & 20 & 25 & 5 \\ 1 & 7 & 8 & 1 & 5 & 29 & 42 \\ 21 & 17 & 20 & 23 & 10 & & \\ 30 & 40 & 0 & 34 & 23 & & \end{bmatrix}$$

We calculate the values of the interval using

$$\begin{aligned}
 S_{16}^1 &= |\alpha_{11}^* R_1 + \alpha_{12} R_2 + \alpha_{13}^* R_3 + \alpha_{14} R_4 + \alpha_{15} R_5 + \alpha_{16}^1 R_6 + \alpha_{17}^1 R_7 + \tilde{r}_1|_{p_6}^+ = \\
 &= \|5 \cdot 909 + 2 \cdot 1446 + 6 \cdot 122 + 15 \cdot 1172 + 17 \cdot 877 + 4 \cdot 430 + 14 \cdot 1406 + 21\|_{37}^+ = 34, \\
 S_{17}^1 &= |\alpha_{11}^* R_1 + \alpha_{12} R_2 + \alpha_{13}^* R_3 + \alpha_{14} R_4 + \alpha_{15} R_5 + \alpha_{16}^1 R_6 + \alpha_{17}^1 R_7 + \tilde{r}_1|_{p_7}^+ = \\
 &= \|5 \cdot 909 + 2 \cdot 1446 + 6 \cdot 122 + 15 \cdot 1172 + 17 \cdot 877 + 4 \cdot 430 + 14 \cdot 1406 + 21\|_{43}^+ = 34.
 \end{aligned}$$

However, no single error will fall into this interval. Therefore, the decoder, when receiving the interval, is (S_{16}^1, S_{17}^1) not able to localize the error in the code. Usage developed method overcomes this disadvantage. Let's calculate (S_{16}^2, S_{17}^2) .

$$\begin{aligned}
 S_{16}^2 &= |\alpha_{11}^* R_1 + \alpha_{22} R_2 + \alpha_{33} R_3 + \alpha_{54} R_4 + \alpha_{55} R_5 + \alpha_{16}^2 R_6 + \alpha_{17}^2 R_7 + \tilde{r}_1|_{p_6}^+ = |1137|_{37}^+ = 27, \\
 S_{17}^2 &= |\alpha_{11}^* R_1 + \alpha_{22} R_2 + \alpha_{33} R_3 + \alpha_{54} R_4 + \alpha_{55} R_5 + \alpha_{16}^2 R_6 + \alpha_{17}^2 R_7 + \tilde{r}_1|_{p_7}^+ = |1137|_{43}^+ = 19.
 \end{aligned}$$

The resulting interval corresponds α_{11}^* to the depth error $\Delta\alpha_{11} = 3$. In this case, the erroneous remainder α_{13}^* used in the calculations (S_{16}^2, S_{17}^2) . Then the interval is

$$\begin{aligned}
 S_{46}^2 &= |\alpha_{41} R_1 + \alpha_{52} R_2 + \alpha_{13}^* R_3 + \alpha_{14} R_4 + \alpha_{35} R_5 + \alpha_{46}^2 R_6 + \alpha_{47}^2 R_7 + \tilde{r}_4|_{p_6}^+ = |490|_{37}^+ = 9, \\
 S_{47}^2 &= |\alpha_{41} R_1 + \alpha_{52} R_2 + \alpha_{13}^* R_3 + \alpha_{14} R_4 + \alpha_{35} R_5 + \alpha_{46}^2 R_6 + \alpha_{47}^2 R_7 + \tilde{r}_4|_{p_7}^+ = |490|_{43}^+ = 17.
 \end{aligned}$$

The resulting interval corresponds α_{13}^* to the depth error $\Delta\alpha_{13} = 4$. Localization of errors in the code structure is performed as follows

$$A_1 = A_1^* - \bar{e} = (5^*, 2, 6^*, 15, 17, 4, 14) - (3, 0, 4, 0, 0, 0, 0) = (2, 2, 2, 15, 17, 4, 14).$$

To assess the effectiveness of the method for constructing a modular compositional code, a software package was created that allows simulating a communication channel with both single and impulse noises. The comparison was made with the classic RNS code with check bases $p_6 = 37$, $p_7 = 43$, $p_8 = 47$, $p_9 = 53$, which also corrects double errors. The results of the research are shown in Figure 1.

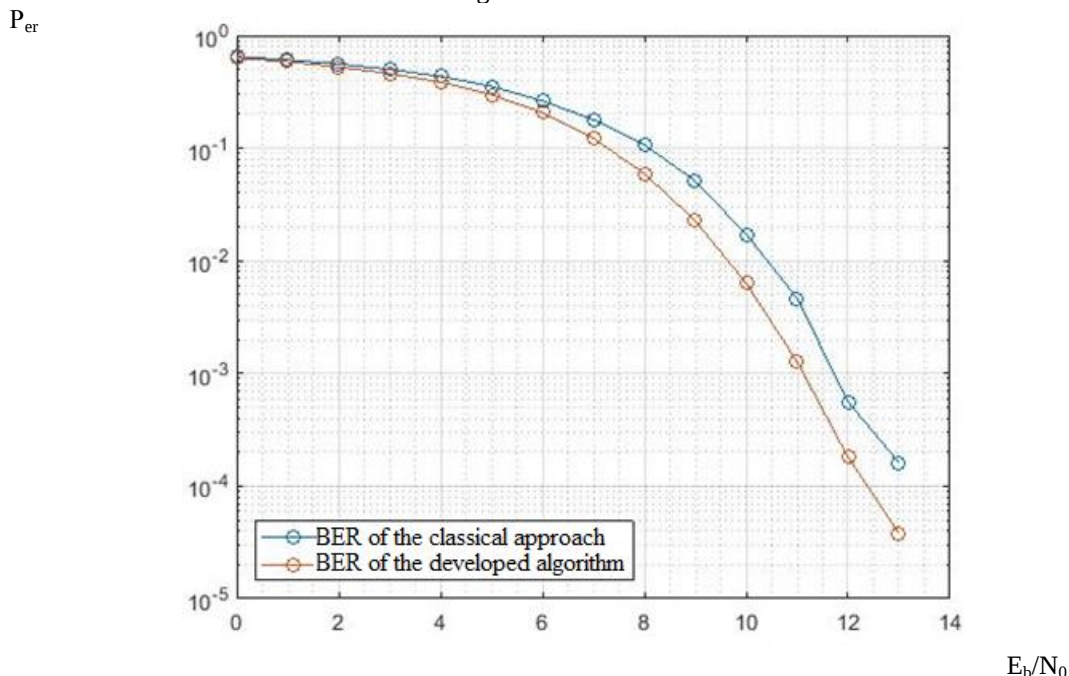


Figure 1. Immunity of the identification system operating in the ICC

Figure 1 shows that the use of the developed method for constructing the ICC allows us to increase the noise immunity of the NSSS. So when the signal-to-noise ratio $E_b/N_0 = 13$ dB, the probability of system error using the developed method is $P_{out} = 3,79 \cdot 10^{-5}$, while for the classical RNS - $P_{out} = 1,61 \cdot 10^{-4}$. This means that the developed method increased the noise immunity of the identification system by a factor of 4.25 in comparison with the classical method of constructing modular codes.

Conclusion

The article shows the relevance of the development of modular compositional code. An algorithm for searching and correcting errors in a modular compositional code, both single and arising from impulse noise, is considered. An example of the implementation of the MCC is presented. It is shown that for the signal-to-noise ratio $E_b/N_0 = 13$ dB, the probability of a system error using the developed method is $P_{out} = 3,79 \cdot 10^{-5}$, while for the classical RNS - $P_{out} = 1,61 \cdot 10^{-4}$. Thus, the developed construction MCC method has enhanced immunity recognition systems in 4.25 times in comparison with the classical method of constructing correcting codes CSB.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тузов, Г.И. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / Г.И. Тузов, В.А. Сивов, В.И. Прытков и др. – М.: Радио и связь, 1985. – 264 с.
2. Калмыков, М.И. Алгоритм имитозащиты для систем удаленного мониторинга и управления критическими технологиями / М.И. Калмыков, Д.О. Науменко, О.В. Вельц // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – №2. – С. 181-187.
3. Pashintsev V.P., Rezenkov R.N., Zhuk P.A., Application of spoof resistant authentication protocol of spacecraft in low earth orbit systems of satellite communication// International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), 2018, Volume 9, Issue 5, May, pp. 958–965, Article ID: IJMET_09_05_106
4. P. V. Ananda Mohan Residue Number Systems. Theory and Applications. – Heidelberg: Springer, 2016. – 353 p
5. Sachenko, A., Zhengbing, H., & Yatskiv, V. (2015). Increasing the Data Transmission Robustness in Wsn Using the Modified Error Correction Codes on Residue Number System. Elektronika Ir Elektrotehnika, 21(1), 76-81. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.21.1.6657>
6. J. James, P.E. Ameenudeen, "Error Correction based on Redundant Residue Number System", 2015 IEEE International Conference on Electronics Computing and Communication Technologies (CONECCT 2015) IIT-Bengaluru, Jul 10–11
7. Патент 27117311 Российская Федерация Устройство для вычисления сумм парных произведений/ Чистюсов Н.К., Ефременков И.Д. Проворнов И.А.; заявка № 2019122909 от 19.06.2019. – 8 с.

REFERENCES

1. Tuzov, G.I. Pomekhozashchishchennost' radiosistem so slozhnymi signalami / G.I. Tuzov, V.A. Sivov, V.I. Prytkov i dr. – M.: Radio i svyaz', 1985. – 264 s.
2. Kalmykov, M.I. Algoritmy imitirovaniya dlya sistem udalennogo monitoringa i upravleniya kriticheskimi tekhnologiyami / M.I. Kalmykov, D.O. Naumenko, O.V. Vel'ts // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. – 2014. – №2. – S. 181-187.
3. Pashintsev V.P., Rezenkov R.N., Zhuk P.A., Application of spoof resistant authentication protocol of spacecraft in low earth orbit systems of satellite communication// International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), 2018, Volume 9, Issue 5, May, pp. 958–965, Article ID: IJMET_09_05_106
4. P. V. Ananda Mohan Residue Number Systems. Theory and Applications. – Heidelberg: Springer, 2016. – 353 p
5. Sachenko, A., Zhengbing, H., & Yatskiv, V. (2015). Increasing the Data Transmission Robustness in Wsn Using the Modified Error Correction Codes on Residue Number System. *El-ektronika Iri Elektrotehnika*, 21(1), 76-81. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.21.1.6657>
6. J. James, P.E. Ameenudeen, "Error Correction based on Redundant Residue Number System", 2015 IEEE International Conference on Electronics Computing and Communication Technologies (CONECCT 2015) IIIT-Bengaluru, Jul 10–11
7. Patent 27117311 Rossiyskaya Federatsiya Ustroystvo dlya vychisleniya summ parnykh proizvedenii/ Chistousov N.K., Efremkov I.D Provornov I.A.; zayavka № 2019122909 ot 19.06.2019.– 8 s.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

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 of North-Caucasus 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.: +79283097648; E-mail: blood384@mail.ru

Efremkov 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: + 79283097648; E-mail: blood384@mail.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 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: kmi762@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: kmi762@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.: +79383004596; E-mail: jec9999@mail.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: + 79383004596; E-mail: jec9999@mail.ru

Проворнов Игорь Александрович, аспирант кафедры Информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ). 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина 1. Тел.: +79283616322; E-mail: igorprovornov@yandex.ru

Provornov Igor 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: + 79283616322; E-mail: igorprovornov@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

УДК 621.372

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.6

Г. И. Линец [G. I. Linets], Р. А. Воронкин [R. Al. Voronkin]
С. В. Говорова [S. Vl. Govorova]

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
САМОПОДОБНОГО ПОТОКА ПАКЕТОВ
С СОХРАНЕНИЕМ ЗНАЧЕНИЯ МЕДИАНЫ**

**FUNCTIONAL TRANSFORMATION OF A SELF-SIMILAR
PACKET FLOW USING THE MEDIAN VALUE**

Северо-Кавказский федеральный университет/North-Caucasian Federal University, e-mail: kbytw@mail.ru

Аннотация: Проведено преобразование входного потока пакетов с самоподобным ЗАКОНОМ распределения интервалов времени между пакетами в пуассоновский закон при равенстве величины медианы. Проведен сравнительный анализ зависимости интенсивности выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение от показателя Херста самоподобного входного потока, распределенного по законам Парето и Вейбулла при условии равенств математических ожиданий входного и выходного потоков и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков.

Ключевые слова: самоподобный поток пакетов, показатель Херста, производительность, распределение Парето, распределение Вейбулла, медиана.

Abstract: The transformation of the input traffic with a self-similar law of distribution of time intervals between packets into the Poisson law is carried out when the value of the median is equal. A comparative analysis of the dependence - the intensity of the output stream, which has an exponential distribution on the Hurst exponent of the self-similar input stream, distributed according to the Pareto and Weibull laws is carried out, provided that the mathematical expectations of the input and output streams are equal and the median value of the input and output streams is equal.

Key words: self-similar traffic, Hurst exponent, performance, Pareto distribution, Weibull distribution, median.

Введение. Одной из проблем телекоммуникационных сетей является эффективное использование узловых и канальных ресурсов при обслуживании самоподобного потока пакетов. Ее решение требует разработки новых методов, позволяющих повысить производительность за счет оптимизации сетевых ресурсов. Для ослабления влияния самоподобия сетевого потока пакетов используются различные модели и устройства преобразования трафика. В работах [1, 2] рассмотрены вопросы преобразования входного потока пакетов с самоподобным законом распределения интервалов времени между пакетами в пуассоновский закон. В предложенных моделях входной и выходной потоки сопоставлялись между собой по величине математического ожидания. Математическим ожиданием непрерывной случайной величины X называется интеграл
$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx.$$

Существуют случайные величины с плотностью распределения $R(x)$ такой, что в результате вычислений получается расходящийся интеграл. Например, известно что, математическое ожидание распределения Коши не существует, так как расходится интеграл.

$$E|\xi| = \int_{-\infty}^{\infty} |x| \frac{1}{\pi(1+x^2)} dx = \int_0^{\infty} \frac{1}{\pi(1+x^2)} dx^2 = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1}{\pi} \ln(1+x^2) = +\infty$$

Расходится он из-за того, что подынтегральная функция ведёт себя на бесконечности как $\frac{1}{x}$. Поэтому не существуют ни дисперсия, ни моменты более высоких порядков этого распределения.

У распределения Парето существуют только моменты порядка $t < \alpha$, поскольку

$$E|\xi|^t = \int_1^{\infty} x^t \alpha \frac{1}{x^{\alpha+1}} dx = \int_1^{\infty} \alpha \frac{1}{x^{\alpha-t+1}} dx$$

сходится при $t < \alpha$, когда подынтегральная функция на бесконечности ведёт себя как $\frac{1}{x^{s+1}}$, где $s = \alpha - t > 0$.

То есть, математического ожидания у таких случайных величин нет (или математическое ожидание равно бесконечности). В некоторых случаях это обстоятельство не позволяет использовать предложенные ранее модели [1, 2].

Действительно, математическое ожидание для входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето, может быть получено по формуле

$$E_{II} = \frac{\alpha \cdot x_m}{\alpha - 1}, \quad (1)$$

где α - коэффициент формы, а x_m - коэффициент масштаба. Значения коэффициента формы α и показателя Херста H для распределения Парето связаны соотношением [3, 4, 5]:

$$\alpha = 3 - 2H. \quad (2)$$

Математическое ожидание для выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение равно $E' = \frac{1}{\lambda}$, где λ - интенсивность потока.

Приравняв значения E_{II} и E' , найдем интенсивность потока экспоненциального распределения, при котором обеспечивается равенство математических ожиданий входного и выходного потоков:

$$\frac{\alpha \cdot x_m}{\alpha - 1} = \frac{1}{\lambda},$$

откуда получаем

$$\lambda = \frac{\alpha - 1}{\alpha \cdot x_m}. \quad (3)$$

Построим график зависимости $\lambda(H)$ при $x_m = 1$, а также при условии равенства математических ожиданий входного и выходного потока пакетов (рис.1а).

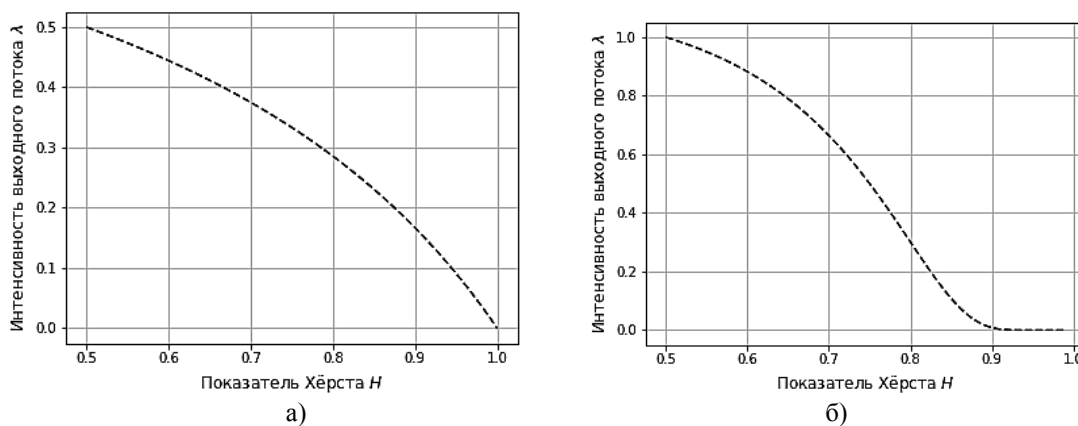


Рисунок 1. График зависимости интенсивности выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение от показателя Херста самоподобного входного потока, распределенного по законам Парето (а) и Вейбулла (б), при $x_m = 1$ и равенстве математических ожиданий входного и выходного потоков

Анализ рис.1а показал, что при увеличении показателя Херста H интенсивность выходного потока уменьшается. При H близких к 1 интенсивность выходного потока пакетов стремится к 0. Это означает, что пакеты не обслуживаются и накапливаются в очереди, очередь растет и ее размер стремится к бесконечности, а в случае использования очереди конечного размера возникнет наихудшая ситуация, когда после заполнения очереди будут потеряны все вновь поступающие пакеты.

Проведем аналогичное исследование с использованием математическое ожидание в качестве меры начальной тенденции для входного потока пакетов, имеющего распределение Вейбулла. Математическое ожидание входного потока определяется по формуле

$$E_B = x_m \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right), \quad (4)$$

где α - коэффициент формы, x_m - коэффициент масштаба, $\Gamma(\cdot)$ - гамма-функция.

Значения коэффициента формы α и показателя Херста H для распределения Вейбулла связаны соотношением [6]:

$$\alpha = 2 - 2H. \quad (5)$$

Приравняв значения E_B и E' , найдем интенсивность потока экспоненциального распределения, при котором обеспечивается равенство математических ожиданий входного и выходного потоков:

$$x_m \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = \frac{1}{\lambda}.$$

Откуда

$$\lambda = \frac{1}{x_m \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}, \quad (6)$$

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt$$

График зависимости $\lambda(H)$ в случае $x_m = 1$ при равенстве математических ожиданий входного и выходного потоков пакетов представлен на рис.1б.

Анализ рис.1б показал, что при увеличении показателя Херста H интенсивность выходного потока уменьшается. При H близких к 0.9 интенсивность выходного потока стремится к 0. Это означает, что пакеты не обслуживаются и накапливаются в очереди, очередь растет и стремится к бесконечности.

В статье для решения указанных проблем предлагается использовать медиану для сопоставления входного и выходного потока при функциональных преобразованиях. Медиана выборки данных – это такое значение, которое делит эту выборку пополам – данные из одной половины имеют значение не меньше медианы, а из второй – не больше. Ценность использования медианы заключается в том, что её значение не зависит от величины случайных всплесков, которые могут очень сильно повлиять на среднее.

Рассмотрим вероятностное пространство (Ω, F, P) и P^X - вероятностная мера, задающая распределение некоторой случайной величины X заданного пространства. Пусть фиксировано $q \in (0,1)$. Тогда q -квантилем (или квантилем уровня q) распределения P^X называется число $x_q \in R$, такое что

$$\begin{aligned} P(X \leq x_q) &\geq q \\ P(X \geq x_q) &\geq 1 - q \end{aligned}$$

Для непрерывного распределения q -квантиль однозначно задается уравнением $F_X(x_q) = q$, где F_X - функция распределения P^X .

Очевидно, что для непрерывных распределений справедливо следующее широко используемое при построении доверительных интервалов равенство [7]:

$$P\left(x_{\frac{1-q}{2}} \leq X \leq x_{\frac{1+q}{2}}\right) = q. \quad (7)$$

Постановка задачи. Провести преобразование входного потока пакетов с самоподобным законом распределения интервалов времени между пакетами в пуассоновский закон при равенстве медианы входного и выходного потоков.

Провести сравнительный анализ зависимости λ - интенсивности выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение от показателя Херста самоподобного входного потока, распределенного по законам Парето и Вейбулла, когда коэффициент масштаба $x_m = 1$ при условии равенств математических ожиданий входного и выходного потоков и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков.

Определить долю сохраняемой изменчивости для функционального преобразования входного самоподобного потока, распределенного по законам Парето и Вейбулла в поток, имеющий экспоненциальное распределение

Решение задачи. Преобразование входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето в поток, имеющий экспоненциальное распределение с использованием в качестве мер центральной тенденции медиану.

Используем медиану в качестве меры центральной тенденции при преобразовании входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето в поток, имеющий экспоненциальное распределение.

Величина медианы для входного потока, имеющего распределение Парето может быть получена по формуле $M = x_m 2^{\frac{1}{\alpha}}$.

Величина медианы для выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение $M' = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Приравняв значения M и M' , найдем интенсивность потока λ экспоненциального распределения, при котором будет обеспечено равенство медиан входного и выходного потоков: $x_m 2^{\frac{1}{\alpha}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$, откуда

$$\lambda = \frac{\ln 2}{x_m 2^{\frac{1}{\alpha}}} \quad (8)$$

Построим график зависимости $\lambda(H)$ в случае, когда коэффициент масштаба $x_m = 1$

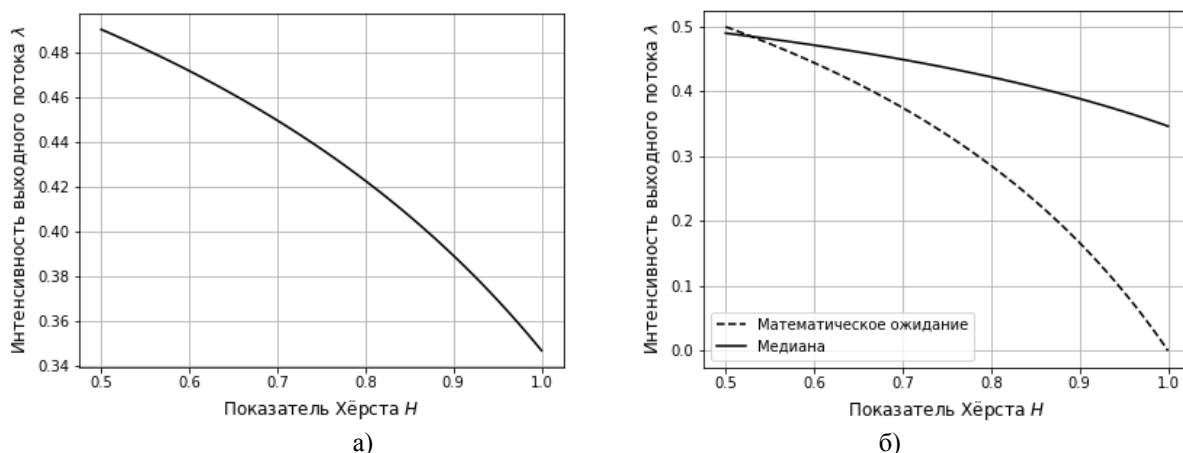


Рисунок 2. а) Графики зависимости интенсивности выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение от показателя Хёрста самоподобного входного потока, распределенного по закону Парето, когда $x_m = 1$ а) при равенстве величины медианы входного и выходного потоков; б) при условии равенств математических ожиданий и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков

Анализ рис.2а показал, что при увеличении показателя Хёрста H интенсивность выходного потока уменьшается.

Проведем сравнительный анализ зависимости интенсивности выходного потока λ , имеющего экспоненциальное распределение от показателя Хёрста самоподобного входного потока, распределенного по закону Парето, когда коэффициент масштаба $x_m = 1$ при условии равенств математических ожиданий входного и выходного потоков и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков.

Построим графики зависимости $\lambda(H)$ для двух случаев. Анализ рис. 2б показал, что для входного самоподобного потока с показателем Хёрста $H=1$ при использовании в качестве меры центральной тенденции математическое ожидание интенсивность выходного потока стремится к 0. При использовании в качестве меры центральной тенденции медиану для входного самоподобного потока с показателем Хёрста $H=1$ интенсивность выходного потока имеет значение, отличное от нуля.

Найдем точку пересечения двух графиков, для этого приравняем значения интенсивности λ для этих двух методов:

$$\frac{\alpha - 1}{\alpha \cdot x_m} = \frac{\ln 2}{x_m 2^{\frac{1}{\alpha}}}.$$

После преобразований это выражение может быть сведено к следующему уравнению:

$$2^{\frac{1}{\alpha}} = \frac{\alpha \ln 2}{\alpha - 1}.$$

Найдем значение α , удовлетворяющее этому уравнению: $\alpha \approx 1.94$

Этому значению соответствует величина показателя Хёрста: $H \approx 0.52$

Анализ графиков рис. 2б показал, что эти графики имеют одну точку пересечения. В данной точке ($H=0.52$) выходные потоки, полученные в результате функциональных преобразований с использованием в качестве мер центральной тенденции математического ожидания и медианы имеют одинаковую интенсивность.

Определение доли сохраняемой изменчивости для функционального преобразования входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето в поток, имеющий экспоненциальное распределение.

При преобразовании входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето в поток, имеющий экспоненциальное распределение должно выполняться следующее равенство $q_2^{x_m} = q_2^a$, где q_2^a - медиана входного потока пакетов, а $q_2^{x_m}$ - медиана выходного потока пакетов.

Для распределения Парето получим $q_2^a = x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}}$, тогда как для экспоненциального распределения $q_2^{x_m} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Исходя из равенства медиан двух потоков, определим интенсивность потока заявок после преобразования

$$\lambda = \frac{\ln 2}{x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}}}. \quad (9)$$

Величины разброса входного и выходного потока пакетов определяются соответственно формулами:

$$\Delta_q^a = x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}} \left[\frac{1}{(1-q)^{\frac{1}{\alpha}}} - \frac{1}{(1+q)^{\frac{1}{\alpha}}} \right],$$

$$\Delta_q^{x_m} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1+q}{1-q} = \frac{x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}}}{\ln 2} \ln \frac{1+q}{1-q}.$$

Исходя из удовлетворения требований к показателям качества обслуживания пакетов, потребуем выполнения равенства $\Delta_q^a = \Delta_q^{x_m}$. Значение q задает долю интервалов времени между пакетами, которые останутся после преобразования входного потока пакетов без изменения. Тогда:

$$x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}} \left[\frac{1}{(1-q)^{\frac{1}{\alpha}}} - \frac{1}{(1+q)^{\frac{1}{\alpha}}} \right] = \frac{x_m \cdot 2^{\frac{1}{\alpha}}}{\ln 2} \ln \frac{1+q}{1-q} \quad (10)$$

после преобразований получим:

$$\ln 2 \left[\frac{1}{(1-q)^{\frac{1}{\alpha}}} - \frac{1}{(1+q)^{\frac{1}{\alpha}}} \right] = \ln \frac{1+q}{1-q}. \quad (11)$$

Выполним исследование этого уравнения. Очевидно, это уравнение имеет единственное решение $q=0$. Это значит, что при выполнении преобразования величина разброса не сохраняется.

Преобразование входного самоподобного потока, распределенного по закону Вейбулла в поток, имеющий экспоненциальное распределение с использованием в качестве мер центральной тенденции медиану.

Используем медиану в качестве меры центральной тенденции при преобразовании входного самоподобного потока, распределенного по закону Вейбулла в поток, имеющий экспоненциальное распределение.

Определим медианы входного, имеющего распределение Вейбулла, и выходного потоков пакетов соответственно формулами:

$$M = x_m (\ln 2)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (12)$$

$$M' = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (13)$$

Исходя из $M = M'$, найдем интенсивность потока выходного потока пакетов:

$$x_m (\ln 2)^{\frac{1}{\alpha}} = \frac{\ln 2}{\lambda},$$

откуда

$$\lambda = \frac{1}{x_m} (\ln 2)^{1-\frac{1}{\alpha}}. \quad (14)$$

Построим график зависимости $\lambda(H)$ при $x_m = 1$.

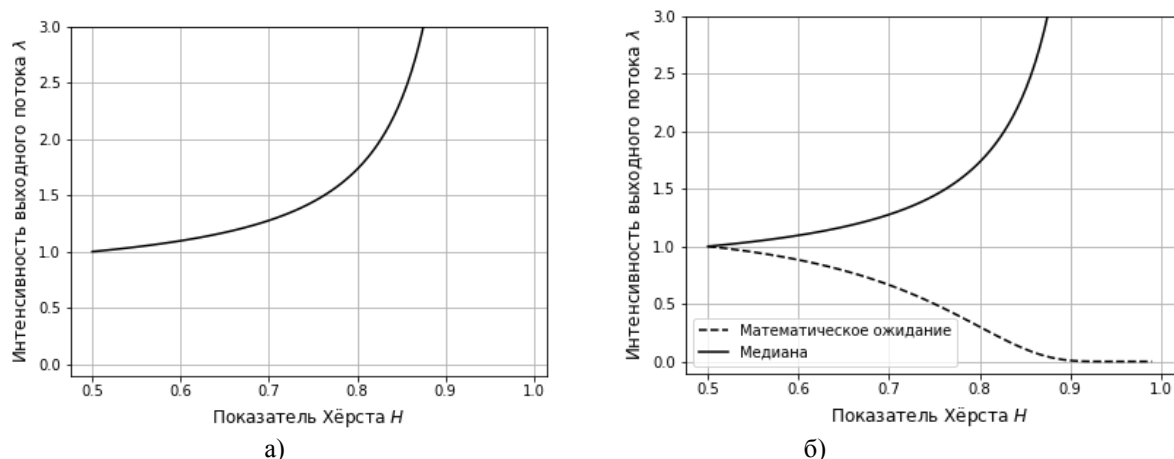


Рисунок 3. Графики зависимости интенсивности выходного потока, имеющего экспоненциальное распределение от показателя Херста самоподобного входного потока, распределенного по закону Вейбулла, при $\chi_m = 1$ а) при равенстве величины медианы входного и выходного потоков б) при условии равенств математических ожиданий и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков

Анализ рис.3а показал, что при увеличении показателя Херста H интенсивность выходного потока увеличивается. При H близких к 0.9 интенсивность выходного потока пакетов стремится к бесконечности, что является недостатком использования данного подхода.

Анализ рис. 3б показал, что графики имеют одну точку пересечения. В этой точке величина значения показателя Херста $H=0.5$. Можно сделать вывод, что при $H=0.5$ выходные потоки, полученные при использовании в качестве меры центральной тенденции математическое ожидание и медиану, имеют равную интенсивность.

Определение доли сохраняемой изменчивости для функционального преобразования входного самоподобного потока пакетов, распределенного по закону Вейбулла в поток, имеющий экспоненциальное распределение.

При преобразовании входного самоподобного потока, распределенного по закону Вейбулла в поток, имеющий экспоненциальное распределение должно выполняться следующее равенство $q_2^{x_m} = q_2^a$, где q_2^a - медиана входного потока пакетов, а q_2^s - медиана потока пакетов после преобразования.

Для распределения Вейбулла значение медианы получим $q_2^a = b \cdot (\ln 2)^{\frac{1}{\alpha}}$, тогда как для экспоненциального распределения: $q_2^{x_m} = \frac{\ln 2}{\lambda}$. Следовательно, интенсивность экспоненциального потока может быть получена из выражения:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{b \cdot (\ln 2)^{\frac{1}{\alpha}}} = \frac{1}{b} (\ln 2)^{1 - \frac{1}{\alpha}}. \quad (15)$$

Величины разброса входного и выходного потоков определяются соответственно формулами:

$$\Delta_q^\alpha = b \cdot \left[\left(\ln \frac{2}{1-q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - \left(\ln \frac{2}{1+q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right], \quad (17)$$

$$\Delta_q^{x_m} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1+q}{1-q} = \frac{b}{(\ln 2)^{1 - \frac{1}{\alpha}}} \ln \frac{1+q}{1-q}. \quad (18)$$

Исходя из удовлетворения требований к показателям качества обслуживания пакетов, потребуем выполнения равенства $\Delta_q^a = \Delta_q^{x_m}$. Значение q задает долю разброса в интервалах времени, которая останется без изменения после выполнения преобразования входного потока пакетов.

Тогда

$$b \cdot \left[\left(\ln \frac{2}{1-q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - \left(\ln \frac{2}{1+q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right] = \frac{b}{(\ln 2)^{1-\frac{1}{\alpha}}} \ln \frac{1+q}{1-q},$$

после преобразований получим

$$(\ln 2)^{1-\frac{1}{\alpha}} \cdot \left[\left(\ln \frac{2}{1-q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - \left(\ln \frac{2}{1+q} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right] = \ln \frac{1+q}{1-q}. \quad (19)$$

Выполним исследование этого уравнения. Очевидно, это уравнение имеет единственное решение $q=0$. Это значит, что при выполнении преобразования величина разброса не сохраняется.

Заключение. В результате анализа результатов функциональных преобразований с использованием математического ожидания была выявлена следующая проблема: при увеличении показателя Херста H интенсивность выходного потока уменьшается. При H близких к 1 интенсивность стремится к 0. Это означает, что пакеты не обслуживаются и накапливаются в очереди, очередь растет и ее размер стремится к бесконечности, а в случае использования очереди конечного размера возникнет наихудшая ситуация, когда после заполнения очереди будут потеряны все вновь поступающие пакеты.

В статье было проведено исследование функциональных преобразований с использованием медианы. Проведен сравнительный анализ зависимости интенсивности выходного потока λ , имеющего экспоненциальное распределение от показателя Херста самоподобных входных потоков, распределенных по законам Парето и Вейбулла, когда коэффициент масштаба $x_m = 1$ при условии равенств математических ожиданий входного и выходного потоков и при равенстве величины медианы входного и выходного потоков.

Были получены следующие результаты:

1. Для входного самоподобного потока, распределенного по закону Парето с показателем Херста $H=1$ при использовании в качестве меры центральной тенденции математическое ожидание интенсивность выходного потока стремится к 0. При использовании в качестве меры центральной тенденции медиану для входного самоподобного потока с показателем Херста $H=1$ интенсивность выходного потока имеет значение, отличное от нуля.

2. Найдено значение показателя Херста ($H=0.52$) для входного потока, распределенного по закону Парето для которого выходные потоки, полученные в результате функциональных преобразований с использованием в качестве мер центральной тенденции математического ожидания и медианы имеют одинаковую интенсивность.

3. В результате функциональных преобразований с использованием в качестве меры центральной тенденции медианы для входного потока, распределенного по закону Вейбулла было определено следующее: при увеличении показателя Херста H интенсивность выходного потока увеличивается. При H близких к 0.9 интенсивность стремится к бесконечности, что является недостатком использования данного подхода. Однако, можно использовать очередь небольшого размера, тогда пакеты будут из них выбираться полностью.

4. Определены доли сохраняемой изменчивости для функциональных преобразований входных самоподобных потоков, распределенных по законам Парето и Вейбулла в потоки, имеющие экспоненциальное распределение. Было определено, что при выполнении преобразования величина разброса не сохраняется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линец Г.И., Говорова С.В., Воронкин Р.А., Мочалов В.П., Имитационная модель асинхронного преобразования самоподобного трафика в узлах коммутации с использованием очереди // Инфокоммуникационные технологии. 2019. Т.17. №3. С. 293-303.
2. Линец Г. И., Фомин Л. А., Говорова С. В., Меденец В. В. Построение мультисервисных сетей на основе функциональных преобразований трафика. Инфокоммуникационные технологии, 2014, № 4, г. Самара, - С. 29-41.
3. Задорожный В. Н., Долгушин Д. Ю., Юдин Е. Б. Аналитико-имитационные методы решения актуальных задач системного анализа больших сетей / Под ред. В.Н. Задорожного – Омск: Издательство ОмГТУ, 2013. – 324с.
4. Кучук Г. А. Учет фрактальных свойств пульсирующего трафика // Материалы I Международной научно-технической конференции «Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании». URL: <http://www.selfsimilar.narod.ru/kuchuk1.pdf>.
5. Будко П. А., Рисман О.В. Многоуровневый синтез информационно-телекоммуникационных систем. Математические модели и методы оптимизации: Монография. – СПб.: ВАС, 2011.- 476с.
6. Крылов В.В. Теория телетрафика и её приложения / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – 288 с.: ил.
7. I.N. Bronshtein, K.A. Semendyayev, Gerhard Musiol, Heiner Mühlig Handbook of Mathematics. Sixth Edition. Available at: URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46221-8>

REFERENCES

1. Linets G.I., Govorova S.V., Voronkin R.A., Mochalov V.P., Imitatsionnaya model' asinkhronnogo preobrazovaniya samopodobnogo trafika v uzlakh kommutatsii s ispol'zovaniem ocheredi [Simulation model for asynchronous conversion of self-similar traffic in switching nodes using a queue] Infokommunikacionnye tehnologii, 2019, no. 3, pp. 293-303.
2. Linets G. I., Fomin L. A., Govorova S. V., Medenec V. V., Postroenie multiservisnih setei na osnove funktsionalnih preobrazovaniy trafika [Construction of multiservice networks based on functional transformations of the traffic]. Infokommunikacionnye tehnologii, 2014, no 4, pp. 29-41.
3. Zadorozhny V. N., Dolgushin D. Yu., Yudin E. B. Analitiko-imitatsionnye metody resheniya aktualnykh zadach sistemnogo analiza bolshih setei [Analytical and simulation methods for solving actual problems of system analysis of large networks], Omsk: Omsu Publishing house, 2013. 324 p.
4. Kucuk, G. A., Uchet fraktalnih svoystv pulsiruyushchego trafika [Account of fractal properties of bursty traffic] // Materials of the I International scientific and technical conference "Infotelecommunication technologies in science, production and education". Available at: URL: <http://www.selfsimilar.narod.ru/kuchuk1.pdf>.
5. Budko P. A., Risman O.V. Mnogourovnevii sintez informacionno telekommunikatsionnykh sistem. Matematicheskie modeli i metody optimizatsii [Multilevel synthesis of information and telecommunications systems. Mathematical models and optimization methods]. Monografiya. SPb., 2011. 476 p.
6. Krilov V.V., S.S. Samohvalova Teoriya teletrafika i ee prilozheniya [The theory of teletraffic and its applications]. SPb. BHV- Peterburg, 2005. 288 p.
7. I.N. Bronshtein, K.A. Semendiyayev, Gerhard Musiol, Heiner Mühlig Handbook of Mathematics. Sixth Edition. Available at: URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46221-8>

ОБ АВТОРАХ / ABOUT AUTHORS

Линетс Геннадий Иванович, д.т.н., заведующий кафедрой инфокоммуникаций (ИК) Северо-Кавказского Федерального Университета (СКФУ). 355028, Российская Федерация, Ставропольский край, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2 (корпус 9). Тел. +7 865 295-69-97. E-mail: kbytw@mail.ru.

Linets Gennadiy Ivanovich, North-Caucasus Federal University, 2 (building 9), Kulakov Avenue, Stavropol, Stavropol Territory, 355028, Russian Federation. Doctor of Technical Science, Head of Infocommunication Department. Tel. +7 865 295-69-97. E-mail: kbytw@mail.ru.

Воронкин Роман Александрович, к.т.н., доцент кафедры ИК СКФУ. 355028, Российская Федерация, Ставропольский край, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2 (корпус 9). Тел. +7 865 295-69-97. E-mail: roman.voronkin@gmail.com.

Voronkin Roman Alexandrovich, North-Caucasus Federal University, 2 (building 9), Kulakov Avenue, Stavropol, Stavropol Territory, 355028, Russian Federation. Ph.D. in Technical Science, Associate Professor of Infocommunication Department. Tel. +7 865 295-69-97. E-mail: roman.voronkin@gmail.com

Говорова Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры ИК СКФУ. 355028, Российская Федерация, Ставропольский край, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2 (корпус 9). Тел. +7 865 295-69-97. E-mail: mitnik2@yandex.ru.

Govorova Svetlana Vladimirovna, North-Caucasus Federal University, 2 (building 9), Kulakov Avenue, Stavropol, Stavropol Territory, 355028, Russian Federation. Senior teacher of Infocommunication Department. Tel. +7 865 295-69-97. E-mail: mitnik2@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020
После рецензирования: 23.12.2020
Дата принятия к публикации: 03.01.2021

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ | TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS

Н.С. Николаев [N. S. Nikolaev]¹, В.Н. Корниенко [V. N. Kornienko]²,
М.Я. Бурлев [M. Ya. Burlev]³

УДК: 664.8.037.1

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.7

ЭЛЕКТРОННО-ИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ELECTRON-ION TECHNOLOGY: ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ITS APPLICATION IN THE FOOD INDUSTRY

¹ *ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», / Moscow State University of Food Production, e-mail: mgupp2@gmail.com*

² *ВНИИХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН/VNIHI-Branch of the V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, e-mail: korniz@yandex.ru*

³ *ООО «Фирма Майкер»/ LLC "Firm Maiker", e-mail: burlevm@yandex.ru*

Аннотация: Разработка новых и совершенствование существующих видов оборудования подразумевает интенсификацию, экологичность и энергоэффективность протекающих в них процессов. Исследования различных энергетических воздействий на сырье животного и растительного происхождения показали, что электрические технологии являются одними из наиболее перспективных для интенсификации процесса их переработки. Электронно-ионная технология, заключающаяся в процессе воздействия электрического поля непосредственно или через рабочую среду на обрабатываемое сырье, заслуживает особого внимания. Наиболее актуальным является вопрос об экологической безопасности оборудования и обслуживающего персонала, а также контроль состояния окружающей среды, где применяется технология с использованием электрического поля. Пока мало исследованы влияния мощных электрических полей в процессе индуцирования электрических импульсов, а именно, влияние побочных негативных последствий, как в направлении электромагнитных характеристик, так и возможных рентгеновских излучений. Эффективность использования электронно-ионной технологии зависит от глубокого и всестороннего изучения положительных и негативных сторон влияния электрического поля на экологическое состояние продукта, производство и человека.

Ключевые слова: электрическое поле, электронно-ионная технология, переработка сырья животного и растительного происхождения, интенсификация технологических процессов, экологические проблемы, экологическое состояние продукта, производства и человека.

Abstract: Development of new and improvement of existing types of equipment implies the intensification, environmental friendliness and energy efficiency of their processes. Studies of various energy effects on raw materials of animal and plant origin have shown that electric technologies are the most promising for intensifying the process of processing raw materials of animal and plant origin. Special attention should be paid to electron-ion technology, namely the process of applying an electric field directly or through the working medium to the processed raw materials. The most relevant issue is the environmental safety of equipment and service personnel, as well as environmental monitoring, where the technology is used using an electric field. The influence of powerful electric fields in the process of inducing electrical impulses, namely, the influence of negative side effects, both in the direction of electromagnetic characteristics and possible x-rays, has not been studied yet. The effectiveness of using electron-ion technology depends on a deep and comprehensive study of the positive and negative aspects of the influence of the electric field on the environmental condition of the product, production and people.

Key words: Electric field, electron-ion technology, processing of raw materials of animal origin, intensification of technological processes, environmental problems, ecological state of the product, production and human.

Одной из главных задач инженерно-технических работников пищевой промышленности является интенсификация производственных процессов, от которой напрямую зависит производительность оборудования и его энергоёмкость [1].

Большинство стандартных способов интенсификации связано с изменением геометрии продукта (тонкий слой, диспергирование, гранулирование и др.), с увеличением движущей силы процесса (разность температур, давлений и концентраций) и скорости движения рабочих сред (продукта и теплоносителя) [2]. На сегодняшний день эти способы во многих технологических процессах себя почти исчерпали или имеют серьезные ограничения, связанные с технологическими режимами и требованиями к свойствам продукта.

В этих условиях поиск и разработка новых способов интенсификации технологических процессов, связанных, в том числе, и с особенностями физико-химических свойств пищевых продуктов, является актуальной задачей [3, 4]. Изучение влияния различного рода энергетических полей на сырье животного и растительного происхождения показало, что для интенсификации процессов их обработки применение электрических технологий заслуживает отдельного внимания [5–8]. С этой точки зрения электронно-ионная технология (ЭИТ), заключающаяся в процессе воздействия электрического поля непосредственно или через рабочую среду на обрабатываемое сырье, является одной из перспективных инновационных технологий [9, 10, 33].

Кроме того, сроки переработки и потребления сельхозпродукции при существующих способах хранения с применением искусственного холода ограничены, в основном, периодом созревания или скоростью протекания процесса микробиологической порчи. Это вызывает необходимость применения дополнительных методов, которые бы позволили продлить эти сроки, а также создали возможность транспортировки такой продукции на дальние расстояния, сохранив их качество и безопасность. Использование для этих целей электрических полей постоянного и переменного тока, а также сочетание действия электрического поля, ионизированного воздуха и озона, позволяет в большинстве случаев достичь бактерио-статического и бактерицидного эффекта. [11–14].

Традиционными технологическими сферами применения электричества в пищевой индустрии являются промышленное оборудование, электроприборы, ИК-нагрев, СВЧ-нагрев, технологии с применением электромагнитных полей (ЭМП) и др. [15–17]. Однако спектр электромагнитных воздействий настолько широк, что простирается от практически безопасных радиоволн до смертельно опасных рентгеновского излучения и гамма-излучений (рисунк 1) [18]. Поэтому необходим строгий подход как к правильному выбору энергетических технологий, так и к тщательному подбору рациональных режимов технологической обработки.

Одним из востребованных направлений в пищевой промышленности является разработка технологий физического воздействия на жизнедеятельность микроорганизмов, использующих, например, ультрафиолетовую радиацию и радиоактивное излучение, термические и электрические методы и т.д.

Замедление процессов жизнедеятельности и размножения патогенных микроорганизмов, ухудшающих качество сельскохозяйственного сырья, используемого в процессе производства пищевых продуктов, позволяет с помощью ЭИТ добиться требуемых показателей его микробной обсеменности, сохраняя при этом необходимые органолептические свойства, также пищевую и биологическую ценность, не нанося при этом вреда здоровью населения, потребляющими данную. Методы ЭИТ могут успешно конкурировать с химическими, не обладая при этом их недостатками: «привыканием» возбудителя к фунгицидам, токсичностью, накоплением в экологических пищевых цепях [11].

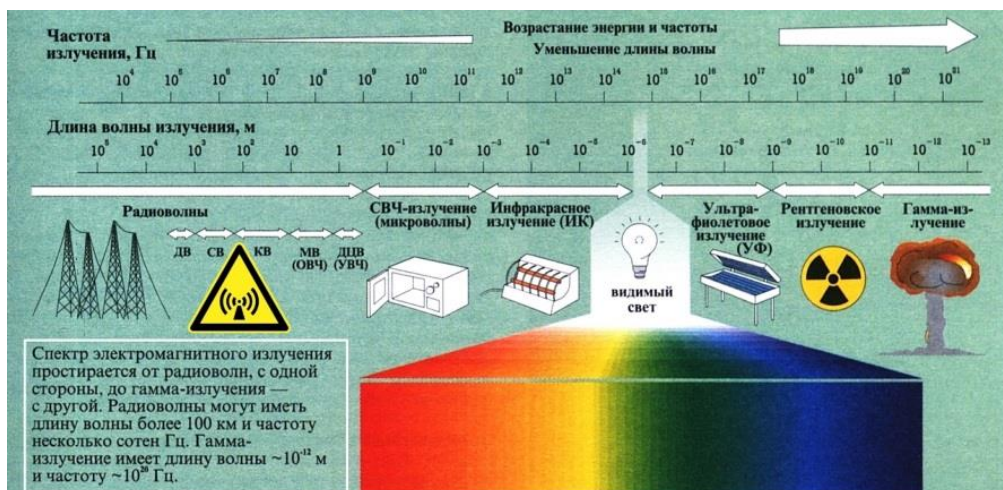


Рисунок 1. Использование электричества в различных областях человеческой деятельности

В мясной и молочной промышленности ЭИТ используется для уменьшения микробиологической обсеменности сырья, увеличения хранимостепособности пищевых продуктов за счет снижения количества вегетативных микроорганизмов, вызывающих порчу, улучшения функциональных свойств и повышения безопасности продукции [19–23].

В работе [17] отмечается, что правильно подобранные режимы обработки мясного сырья с помощью ЭИТ положительно влияют на их органолептические показатели и сенсорные свойства, при этом ЭИТ одновременно обладает щадящим воздействием в сравнении с традиционными способами обработки.

Технология ЭИТ основана на использовании сил взаимодействия электрических зарядов для организации на молекулярном уровне упорядоченного движения микрочастиц твердых и жидких веществ [25]. Применение сил электрического поля позволяет в ряде случаев добиться совершенствования физико-химических процессов при обработке продукции животного и растительного происхождения [10, 17, 26].

В работе [24] обосновывается метод активации микроорганизмов для производства молочной продукции, для чего предлагается использовать электронно-ионную обработку при сквашивании кефира и йогурта, оказывающую заметное влияние на ряд параметров технологического процесса кисломолочных продуктов.

Отдельно ведется ряд исследований по интенсификации процесса конвективной сушки продуктов животного и растительного происхождения с наложением электрического поля, в том числе крови убойных животных [7, 27]. Активно изучается процесс конвективной сушки молока с применением слабоимпульсных электрических воздействий и влияние электрического поля на скорость процесса сушки [28].

Главные преимущества использования электрических полей высокой напряженности в промышленных условиях связаны с процессом возникновения озона, как одной из составляющей воздействия мощного электрического потенциала на атмосферный воздух. Озон является хорошим дезинфектором и дезодорантом, уничтожая микроорганизмы в 300 раз быстрее других дезинфицирующих веществ; не влияет на «рН» H₂O и не образует токсичных побочных продуктов; может применяться в любом технологическом производстве, не требуя хранения и перевозки в промышленных условиях [29].

В тоже время озон может как положительно, так и отрицательно влиять на организм человека [30]. Атмосферный воздух содержит значительное количество различных микрокомпонентов, которые под действием электрического разряда могут структурно изменяться на молекулярном уровне, что требует особого внимания и дальнейшего изучения [9, 23].

Таким образом, технический прогресс сопровождается не только перспективными способами и методами решения различных задач, но и негативными процессами при их реализации, главными из которых являются экологические проблемы, требующие пристального внимания. В последние годы очень интенсивно развиваются различные отрасли промышленности, например энергетика и информатика, использующие электроэнергию промышленной частоты и компьютеров. Это приводит не только к положительным изменениям в жизни человека, но и сопровождается антропогенным загрязнением, связанным с наличием не свойственных биосфере веществ и энергий или их повышенной концентрацией и интенсивностью (рисунок 2).

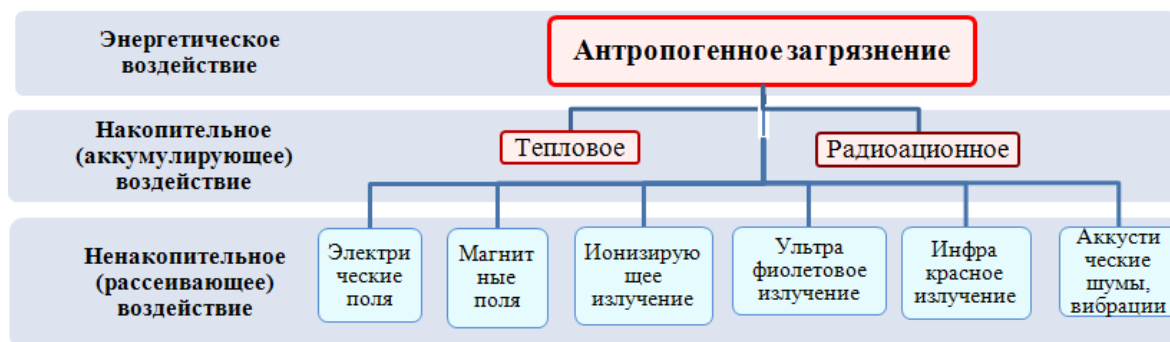


Рисунок 2. Энергетическое загрязнение окружающей среды

Несмотря на достаточно высокий научный уровень и значительный объем работ, выполненных в области теоретического изучения и практического применения ЭИТ, имеется еще много нерешенных вопросов.

Влияние различных энергетических технологий, в том числе ЭИТ, на организм человека, находящегося в зоне действия соответствующего оборудования, еще не достаточно изучено и исследования должны проводиться с учетом не только положительных, но и отрицательных характеристик процесса, особенно в пищевой промышленности.

Также мало исследованы влияния мощных электронно-ионных полей (ЭИП) в процессе индуцирования электрических импульсов и появления статического электричества; побочных негативных последствий, связанных с ионизацией компонентов воздуха и изменения их качественных характеристик; возможных рентгеновских и электромагнитных излучений и т.д. [9, 23, 29, 31].

В настоящее время в рамках решения проблем экологии при использовании электрических технологий можно выделить три направления:

- биофизическое – исследует вопросы взаимодействия биологических объектов с электрическими полями;
- биологическое – изучает и нормирует уровень их воздействия на окружающую среду и человека;
- техническое – разрабатывает способы обеспечения экологической безопасности оборудования и средства защиты обслуживающего персонала.

Общими принципами системы защиты окружающей среды от ЭИТ являются: нормирование от электронно-ионного излучения (ЭИИ), расчетное прогнозирование электронно-ионной обстановки, инструментальный контроль и защита от ЭИИ, совершенствование оборудования с точки зрения его безопасности (рисунок 3).

Меры защиты от ЭИИ могут быть активные и пассивные. При активных мерах стараются воздействовать на сам источник излучения, его характеристики и режим работы. Пассивные меры включают в себя организационно-технические мероприятия на конкретном производственном объекте с использованием ЭИИ.

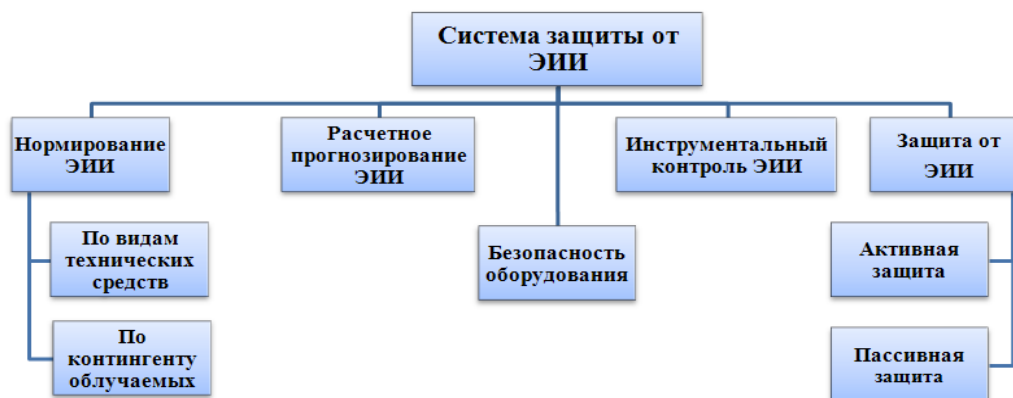


Рисунок 3. Структура защиты окружающей среды и человека от воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ)

Методы защиты человека от ЭМИ представлены на рисунке 4.

Первый метод защиты основан на разделении ноосферы (среда, в которой действуют опасные факторы) и гомосферы (среда, в которой находится человек) по пространственному или временному признаку (направление «а» на рисунке 4). Данный метод связан с организацией санитарно-защитных зон вокруг излучающего оборудования или установления контроля времени пребывания человека в зоне действия ЭМИ.

Второй метод связан с применением индивидуальных средств защиты человека от ноосферы (направление «б» на рисунке 4).

Третий метод состоит в обеспечении безопасного состояния гомосферы, для чего используют локальные способы ее защиты от ноосферы, например, экранирование рабочих мест или источников ЭМИ (направление «с» на рисунке 4).

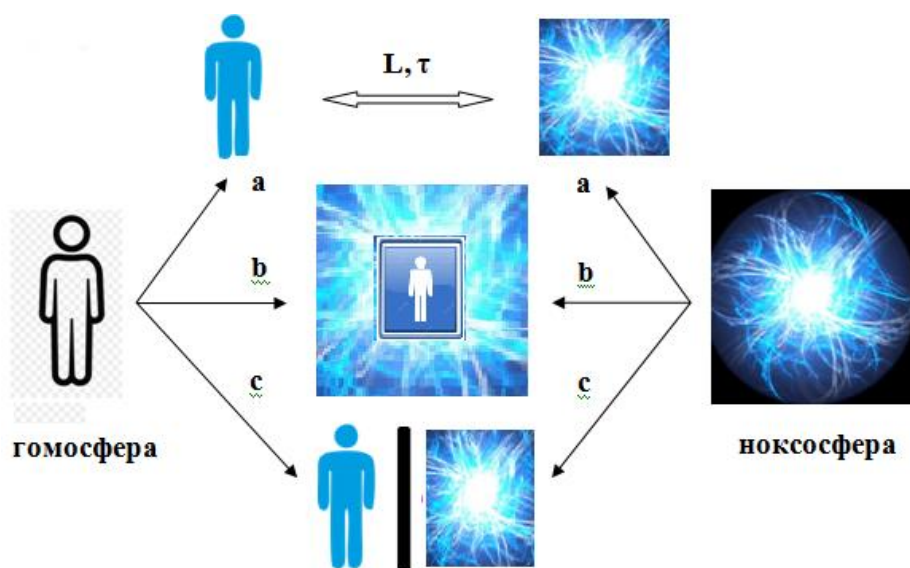


Рисунок 4. Методы защиты человека от ноосферы: а – разделение ноосферы и гомосферы по пространственному и временному признаку; б – адаптация человека в производственной среде с помощью средств индивидуальной защиты; с – экранирование гомосферы от вредных факторов ноосферы

Между электрическими полями и биологическими объектами существуют сложные причинно-следственные связи, так как величина и характер воздействия полей на человека зависят как от их параметров, так и от свойств живых тканей. Главным результатом такого взаимодействия с позиции экологии является негативное влияние на живой организм, уровень которого зависит, с одной стороны, от функционального состояния организма, его устойчивости к воздействию поля и возможности адаптации, а с другой – от интенсивности поля и длительности воздействия [32].

Традиционно большинство средств защиты направлены на экранирование различного рода излучений. Защиту в виде экранов реально можно использовать при возникновении мощных излучений электрического поля специальным оборудованием. По своим конструктивным особенностям такие экраны могут быть выполнены по общему или индивидуальному проектам. В первом случае либо применяют экранирующий корпус, изготовленный согласно требованиям техники безопасности в виде сетчатого каркаса из металла совместно с

полным заземлением, либо изолируют высокочастотную установку в отдельное помещение с дистанционным управлением.

Если условия эксплуатации высоковольтного оборудования не подпадают под требования действующих нормативов, то применяются следующие индивидуальные варианты, при которых возможна эксплуатация этого оборудования:

- дистанцирование оборудования от других технологических установок;
- проведение организационных мероприятий по размещению оборудования в технологических цехах;
- применение персоналом индивидуальных защитных мероприятий;
- использование автоматики с целью удаленного контроля работы оборудования;
- применение системы экранов либо в местах дислокации оборудования, либо на рабочих местах для обслуживающего персонала.

Таким образом, можно сделать следующие обобщающие выводы.

1. Научно-технический прогресс способствовал все более масштабному и разнообразному применению искусственных электрических полей (электромагнитных, электронно-ионных и т.д.) в различных областях, несмотря на ряд негативных воздействий электрических полей на окружающую среду и человека.

2. Только комплексное исследование влияния электрического поля на экологическое состояние человека, производственной среды и обрабатываемого продукта позволит, с одной стороны, эффективно использовать его в технологии переработки сырья биологического происхождения, а с другой – положить в основу разработки современных, экологически безопасных процессов и аппаратов.

3. К настоящему времени накоплен довольно значительный научный материал для решения экологических проблем при использовании электрических технологий по двум направлениям: биофизическое и медико-биологическое. Научно-техническое направление (методы и средства защиты) активно развивается в тесном взаимодействии с ними, но пока отстает в своем развитии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко, В.Н. Макроанализ энергоемкости термической обработки мясного сырья в холодильных камерах / В.Н. Корниенко, Н.С. Николаев, Руденко Г.С. // Все о мясе. 2020. № 3. С. 42–47. DOI 10.21323/2071-2499-2020-3-42-47.
2. Николаев, Н.С. Определение режимов замораживания пищевых продуктов / Н.С. Николаев, В.Н. Корниенко, П.И. Плещешник, А.Г. Донецких // Вестник ВГУИТ.–№ 2. –2020.–С.17-24 ВАР DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-2-17-24> ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
3. Важенни, Е. И. Перспективы использования в пищевой индустрии технологий с применением электромагнитных полей крайне низкой частоты / Е. И. Важенни, Г.И. Касьянов, А.В. Грачев // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 85(01). – С. 1–14. <http://ej.kub-agro.ru/2013/01/pdf/32.pdf>
4. Дунаев, С.А. Способы интенсификации технологических процессов в мясной отрасли: конспект лекций [Текст] / С. А. Дунаев, А. А. Попов. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2006. – 64 с.
5. Христюк В. Т. Совершенствование технологии вин и напитков с применением способов электрофизической и сорбционной обработки: монография /Под ред. засл. деятеля науки РФ, профессора Касьянова Г.И. – Краснодар: Экоинвест, 2012. – 324 с.
6. Нестеренко, А. А. Использование электромагнитной обработки в технологии производства сырокопченых колбас / А. А. Нестеренко, А. В. Пономаренко // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. 2013. № 6 (25). С. 74–83.
7. Максимов, Д.А. Электрофизические методы обработки крови убойных животных / Д. А. Максимов, П. И. Плещешник, А. В. Теуважев, В. В. Панков // Мясная индустрия. – 2013. – № 4. – С. 40–43.
8. Nowak, B. Blood cell concentrates for food products: Hygiene, composition, and preservation / B. Nowak, T. Mueffling // Journal of Food Protection. – 2006. – № 69 (9). – P. 2183– 2192.
9. Бурлев, М.Я. Некоторые вопросы использования электронно-ионной технологии в пищевых процессах и сельском хозяйстве России. / М.Я. Бурлев, В.Д. Харитонов, Н.С. Николаев // Исследования и разработки в области сельскохозяйственных наук. Том 1, глава 8, с. 113-118. Лондон, W1B 3HH United Kingdom +4420-3031-1429 и филиал изд. Индия, Западная Бенгалия, улица Guest House Roat 1/6, +91- январь 2020. ISBN 978-93-89562-08-08.
10. Новицкая, Н.С. Применение озоновых технологий при переработке молока / Н.С. Новицкая // Переработка молока. – 2009. – № 10. – С. 54 – 55.
11. Степаненко, Д. С. Микробиологические аспекты хранения свежих плодов, обработанных электроионизированным воздухом / Д. С. Степаненко, Н.В. Тарусова, П. В. Гогунская // Біологічний вісник МДПУ. – 2012. – №1. – С. 143–152
12. Avilova, S.V. An effect of storage and transportation temperature on quantitative and qualitative composition of microflora of plant products / S.V. Avilova, V.N. Kornienko, A.A. Gryzunov, A. A. Vankova // Food Systems. – 2019. V.2 – № 4. – P. 42-47. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-4-42-47
13. Ванькова А.А., Применение микробиологических методов с целью совершенствования технологий хранения и транспортирования зеленой продукции / А.А.Ванькова, С.В.Авилова, В.Н.Корниенко, А.А.Грызунов, // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Издат-во РГАУ-МСХА. – 2019. Вып. 5. С. 149 – 157. ВАР. DOI 10.34677/0021-342x-2019-5-149-157
14. Avilova, S.V. The use of negative temperatures during storage and transportation of apple fruits / S.V. Avilova, A.A. Gryzunov, V.N. Kornienko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (2021) 022007. doi:10.1088/1755-1315/640/2/022007

15. Barishev, M.G. The Influence of Low Frequency Electromagnetic Field (LF EMF) on the Agricultural Crops Seeds Germination / M.G. Barishev, S.S. Dzhimak, G.I. Kas'janov, D.I. Sashhkov // *Journal of Agricultural Science and Technology* Volume 2, Number 3. March 2012 (Serial Number 11). – P.385–390.
16. Чиж, Т.В. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности / Т.В. Чиж [и др.] // *Вестник Российской Академии естественных наук*. 2011. №4. С. 44–49.
17. Донскова, Л. А., Современные пищевые технологии и их влияние на потребительские свойства мясных продуктов / Л. А. Донскова, Н. М. Беляев // *Новые технологии*. 2017. №4. С. 30–36.
18. Электронный ресурс. Режим доступа: [<https://otravleno.ru/wp-content/uploads/2017/06/max-resdefault.jpg>]
19. Тимакова, Р.Т. Влияние ионизирующего излучения на антиоксидантную активность мяса косули. / Р.Т. Тимакова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, Л.С. Кудряшов, О.А. Кудряшова, Н.Ю. Стожко, Р.В. Ильяхин // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 25–30. DOI: 10.14529/food170204
20. Костенко, Ю.Г. О проблеме производства мяса длительного срока годности / Ю.Г. Костенко, Б.Е. Гутник, М.Х. Исаков // *Все о мясе*. – 2009. – № 6. – С. 18–20.
21. Тихонов, А.В. Использование радиационных технологий в сельскохозяйственном производстве / А.В. Тихонов, Р.С. Анашкин, А.Е. Крюков // *Сборник научных трудов ГНУ СНИИЖК*. – 2013. – № 6. – С. 330–333.
22. Chiaravalle, A.E. Electron spin resonance (ESR) detection of irradiated fish containing bone (gilthead sea bream, cod, and swordfish) / A.E. Chiaravalle, M. Mangiacotti, G. Marchesani, G. Vegliante // *Veterinary Research Communications*. – 2010. – № 34 (1). – P. 149–152.
23. Бурлев, М.Я. Влияние электронно-ионной технологии в производственных процессах. / М.Я. Бурлев, В.Д. Харитонов, Н.С. Николаев // В книге: «Реальный прогресс в микробиологии и микробиологии». United Kingdom +4420-3031-1429 и филиал изд. Индия, ISBN 978-93-89816-83-9. - 2020.
24. Осипова, М. В. Электронно-ионная обработка (ЭИО) в производстве молочной продукции / М. В. Осипова // «Наука, бизнес, власть - триада регионального развития». Сб. статей IV международной научно-практической конференции. Великий Новгород: ГНИИ «Нацразвитие». – 2019. С. 140–142.
25. Бут А.И. Электронно-ионные процессы водных структур живых организмов и продуктов их переработки. – М., 1992. – 150 с.
26. Степаненко, Д. С. Применение электронно-ионной технологии для хранения плодов / Д. С. Степаненко, Н. В. Тарусова, П. В. Гогунская // *Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького*. – 2011. – №1. – С. 65а–73.
27. Бурлев, М.Я. Электронно-ионная технология процесса сушки. / М.Я. Бурлев, Н.С. Николаев // *Palmarium Academic Publishing is a trademark of International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group* 17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauntius, Germany. – 2018 – 85 с. ISBN: 978-620-2-38123-9.
28. Николаев, Н.С., Математическое моделирование процесса конвективной сушки обезжиренного молока с применением электрического поля / Н. С. Николаев, М. Я. Бурлев, М. А. Урюпин // *Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук*. – 2013. – № 5. – С. 66–68. ISSN: 0869-6128
29. Burlev, M.Ya. Aspect of the use of electron-ion technology in medicine, pharmacy and veterinary medicine / M.Ya. Burlev // *Biomedical and Biosocial Anthropology Journal of the International Academy of Integrative Anthropology Founded Vinnitsa National Pyrogov Memorial Medical University. Vinnitsa, Ukraine. August 2012*. – № 19. – P.45 – 48.
30. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. – М.: Мысль, 1989. – С 322 – 344.
31. Nikolaev N.S. Tribo – electricity and efficiency of spray dryers / N.S. Nikolaev, M.Ya. Burlev // *Science, Technology and Higher Education. Material of the II international research and practice conference. Vol. II. Publishing office Accent Graphics. Westwood, Canada. April 17th, 2013*. – P. 192–194.
32. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. 240 с.
33. Степаненко Д.С., Тарусова Н.В., Гогунская П.В. Применение электронно-ионной технологии для хранения плодов // *Біологічний Вісник Мелітопольського Державного Педагогічного Університету Ім. Богдана Хмельницького*. – 2011. - №1. – С. 65а-73

REFERENCES

1. Kornienko, V.N. Makroanaliz ehnergoemkosti termicheskoi obrabotki myasnogo syr'ya v kholodil'nykh kamerakh / V.N. Kornienko, N.S. Nikolaev, Rudenko G.S. // *Vse o myase*. – 2020. – № 3. – С. 42–47. DOI 10.21323/2071-2499-2020-3-42-47.
2. Nikolaev, N.S. Opredelenie rezhimov zamorazhivaniya pishchevykh produktov. / N.S. Nikolaev, V.N. Kornienko, P.I. Plyasheshnik, A.G. Donetskikh // *Vestnik VGUIT*. – № 2. – 2020. – S.17-24 VAK) DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-2-17-24> ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
3. Vazhenin, E. I. Perspektivy ispol'zovaniya v pishchevoi industrii tekhnologii s primeneniem ehlektromagnitnykh polei kraine nizkoi chastoty / E. I. Vazhenin, G.I. Kas'yanov, A.V. Grachev // *Nauchnyi zhurnal KuBGU*. – 2013. – № №85(01). – S. 1–14. <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/32.pdf>
4. Dunaev, S.A. Sposoby intensifikatsii tekhnologicheskikh protsessov v myasnoi otrasli: konspekt lektsii [Tekst] / S. A. Dunaev, A. A. Popov. – Kemerovo: Kemerovskii tekhnologicheskii institut pishchevoi promyshlennosti. – 2006. – 64 s.
5. Khristyuk V. T. Sovershenstvovanie tekhnologii vin i napitkov s primeneniem sposobov ehlektrofizicheskoi i sorbtionnoi obrabotki: monografiya / Pod red. zasl. deyatelya nauki RF, professora Kas'yanova G.I. – Krasnodar: Ehkoinvest, 2012. – 324 s.
6. Nesterenko, A. A. Ispol'zovanie ehlektromagnitnoi obrabotki v tekhnologii proizvodstva syropchennykh kolbas / A. A. Nesterenko, A. V. Ponomarenko // *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ehkonomicheskogo instituta*. – 2013. – № 6 (25). – S. 74–83.
7. Maksimov, V. A. Ehlektrofizicheskie metody obrabotki krovi uboynykh zhivotnykh / D. A. Maksimov, P. I. Plyasheshnik, A. V. Teuvazhev, V. V. Pankov // *Myasnaya industriya*. – 2013. – №4. – S. 40–43.
8. Nowak, B. Blood cell concentrates for food products: Hygiene, composition, and preservation / B. Nowak, T. Mueffling // *Journal of Food Protection*. – 2006. – № 69 (9). – P. 2183–2192.

9. Burlev, M.YA. Nekotorye voprosy ispol'zovaniya ehlektronno-ionnoi tekhnologii v pishchevykh protsessakh i sel'skom khozyaistve Rossii. / M.YA. Burlev, V.D. Kharitonov, N.S. Nikolaev // V knige «Issledovaniya i razrabotki v oblasti sel'skokhozyaistvennykh nauk», tom 1, glava 8, str. 113-118. London, W1B 3HH United Kingdom +4420-3031-1429 i filial izd. Indiya, Zapadnaya Bengaliya, ulitsa Guest House Roat 1/6, +91- yanvar' 2020. ISBN 978-93-89562-08-08.
10. Novitskaya, N.S. Primenenie ozonovykh tekhnologii pri pererabotke moloka / N.S. Novitskaya // Pererabotka moloka. – 2009. – № 10. – S. 54 – 55.
11. Stepanenko, D. S. Mikrobiologicheskie aspekty khraneniya svezhikh plodov, obrabotannykh ehlektroionizirovannym vozdukhom / D. S. Stepanenko, N.V. Tarusova, P. V. Gogunskaya // Biologichnii visnik MDPU. – 2012. – №1. – S. 143–152
12. Avilova, S.V. An effect of storage and transportation temperature on quantitative and qualitative composition of microflora of plant products / S.V. Avilova, V.N. Kornienko, A.A. Gryzunov, A. A. Vankova // Food Systems. – 2019. – V.2 – № 4. – P. 42-47. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-4-42-47
13. Van'kova A.A., Primenenie mikrobiologicheskikh metodov s tsel'yu sovershenstvovaniya tekhnologii khraneniya i transportirovaniya zelenoi produktsii / A.A. Van'kova, S.V. Avilova, V.N. Kornienko, A.A. Gryzunov, // «Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii». Izdatel'stvo RGAU-MSKHA. – 2019. – vyp. 5. – S. 149 – 157 VAK. DOI 10.34677/0021-342kh-2019-5-149-157
14. Avilova, S.V. The use of negative temperatures during storage and transportation of apple fruits / S.V. Avilova, A.A. Gryzunov, V.N. Kornienko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (2021) 022007. doi:10.1088/1755-1315/640/2/022007
15. Barishev, M.G. The Influence of Low Frequency Electromagnetic Field (LF EMF) on the Agricultural Crops Seeds Germination / M.G. Barishev, S.S. Dzhimak, G.I. Kas'janov, D.I. Sashkov // Journal of Agricultural Science and Technology B Volume 2, Number 3. – March 2012 (Serial Number 11). – P.385–390.
16. Chizh, T.V. Radiatsionnaya obrabotka kak tekhnologicheskii priem v tselyakh povysheniya urovnya prodovol'stvennoi bezopasnosti / T.V. Chizh [i dr.] // Vestnik Rossiiskoi Akademii estestvennykh nauk. 2011. №4. S. 44–49.
17. Donskova, L. A., Sovremennye pishchevye tekhnologii i ikh vliyanie na potrebitel'skie svoystva myasnykh produktov / L. A. Donskova, N. M. Belyaev // Novye tekhnologii. 2017. №4. S. 30–36.
18. Ehlektronnyi resurs. Rezhim dostupa: [https://otravleno.ru/wp-content/uploads/2017/06/maxresdefault.jpg]
19. Timakova, R.T. Vliyanie ioniziruyushchego izlucheniya na antioksidantnuyu aktivnost' myasa kosuli. / R.T. Timakova, S.L. Tikhonov, N.V. Tikhonova, L.S. Kudryashova, O.A. Kudryashova, N.YU. Stozhko, R.V. Il'yukhin // Vestnik YUURGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii». – 2017. – T. 5. – № 2. – S. 25–30. DOI: 10.14529/food170204
20. Kostenko, YU.G. O probleme proizvodstva myasa dlitel'nogo sroka godnosti / YU.G. Kostenko, B.E. Gutnik, M.KH. Isakov // Vse o myase. – 2009. – № 6. – S. 18–20.
21. Tikhonov, A.V. Ispol'zovanie radiatsionnykh tekhnologii v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve / A.V. Tikhonov, R.S. Anashkin, A.E. Kryukov // Sbornik nauchnykh trudov GNU SNIIZHK. – 2013. – № 6. – S. 330–333.
22. Chiaravalle, A.E. Electron spin resonance (ESR) detection of irradiated fish containing bone (gilthead sea bream, cod, and swordfish) / A.E. Chiaravalle, M. Mangiacotti, G. Marchesani, G. Vegliante // Veterinary Research Communications. – 2010. – № 34 (1). – R. 149–152.
23. Burlev, M.YA. Vliyanie ehlektronno-ionnoi tekhnologii v proizvodstvennykh protsessakh. / M.YA. Burlev, V.D. Kharitonov, N.S. Nikolaev // V knige: «Real'nyi progress v mikrobiologii i mikrobiologii». United Kingdom +4420-3031-1429 i filial izd. Indiya, ISBN 978-93-89816-83-9. - 2020.
24. Osipova, M. V. Ehlektronno-ionnaya obrabotka (EHIO) v proizvodstve molochnoi produktsii / M. V. Osipova // «Nauka, biznes, vlast' - triada regional'nogo razvitiya». Sbornik statei IV mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Velikii Novgorod: GNII «Natsrazvitiye». – 2019. – S. 140–142.
25. But A.I. Ehlektronno-ionnye protsessy vodnykh struktur zhivyykh organizmov i produktov ikh pererabotki. – M., 1992. – 150 s.
26. Stepanenko, D. S. Primenenie ehlektronno-ionnoi tekhnologii dlya khraneniya plodov / D. S. Stepanenko, N. V. Tarusova, P. V. Gogunskaya // Biologichnii visnik Melitopol'skogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu im. Bogdana Khmel'nits'kogo. – 2011. – №1. – S. 65A–73.
27. Burlev, M.YA. Ehlektronno-ionnaya tekhnologiya protsessa sushki. / M.YA. Burlev, N.S. Nikolaev // Palmarium Academic Publishing is a trademark of International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group 17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauntius, Germany. – 2018 – 85 c. ISBN: 978-620-2-38123-9.
28. Nikolaev, N.S., Matematicheskoe modelirovanie protsessa konvektivnoi sushki obezzhirennogo moloka s primeneniem ehlektricheskogo polya / N. S. Nikolaev, M. YA. Burlev, M. A. Uryupin // Doklady Rossiiskoi Akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – 2013. – № 5. – S. 66–68. ISSN: 0869-6128
29. Burlev, M.Ya. Aspect of the use of electron-ion technology in medicine, pharmacy and veterinary medicine / M.Ya Burlev // Biomedical and Biosocial Anthropology Journal of the International Academy of Integrative Anthropology Founded Vinnitsa National Pyrogov Memorial Medical University. Vinnitsa, Ukraine. August 2012. – № 19. – P.45 – 48.
30. Chizhevskii A.L. Aehroiony i zhizn'. – M.: Mysl', 1989. – S 322 – 344.
31. Nikolaev N.S. Tribo – electricity and efficiency of spray dryers / N.S. Nikolaev, M.Ya. Burlev // Science, Technology and Higher Education. Material of the II international research and practice conference. Vol. II. Publishing office Accent Graphics. Westwood, Canada. April 17th, 2013. – P. 192–194.
32. Spodobaev YU.M., Kubanov V.P. Osnovy ehlektromagnitnoi ehkologii. – M.: Radio i svyaz', 2000. 240 s.
33. Stepanenko D.S., Tarusova N.V., Gogunskaya P.V. Primenenie ehlektronno-ionnoi tekhnologii dlya khraneniya plodov // Biologichnii Visnik Melitopol'skogo Derzhavnogo Pedagogichnogo Universitetu Im. Bogdana Khmel'nits'kogo. – 2011. - №1. – S. 65a-73

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Николаев Николай Сергеевич, профессор, доктор технических наук профессор кафедры »Инженерия процессов, аппаратов, холодильной техники и технологий», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», mgupp2@gmail.com, +7 (925) 126-12-56.

Nikolaev Nikolay Sergeevich, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Engineering of Processes, Apparatuses, Refrigeration Equipment and Technologies", Moscow State University of Food Production, mgupp2@gmail.com, +7 (925) 126-12-56.

Корниенко Владимир Николаевич, канд. техн. наук, доцент, Ведущий научный сотрудник, ВНИИХИ– филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, korniz@yandex.ru, 8-903-164-16-64

Kornienko Vladimir Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, VNIHI-Branch of the V. M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, korniz@yandex.ru, 8-903-164-16-64

Бурлев Михаил Яковлевич, доктор технических наук, Генеральный директор ООО «Фирма Майкер», burlevm@yandex.ru, +7(985 760-84-71.

Burlev Mikhail Yakovlevich, Doctor of Technical Sciences, General Director of LLC "Firm Maiker", burlevm@yandex.ru, +7(985 760-84-71.

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

Е.А. Тимановский [E.A.Timanovsky]

УДК 539.4

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.8

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
В СПИРАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОЙ МЕШАЛКЕ****INVESTIGATION OF THE STRESS STATE IN A SPIRAL-BELT
AGITATOR**

**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, e-mail: eugene.tim@mail.ru /
Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution
"NRU "MEI" in Smolensk, e-mail: eugene.tim@mail.ru**

Аннотация: Моделирование различных деталей является неотъемлемой частью при проектировании. На этапе моделирования необходимо выявлять места более подверженные высоким нагрузкам и напряжениям. Вследствие анализа выявленных участков следует принимать действия по их устранению, для дальнейшей разработке.

Материалы и методы: Рассмотрен и проанализирован рабочий орган перемешивающего устройства с помощью программы SolidWorks. При проектировании спирально-ленточной мешалки смоделированы реальные условия, при которых на данную мешалку воздействуют максимальные силы, для создания запаса прочности готового изделия.

Результаты и обсуждения: Проведено моделирование рабочего органа перемешивающего устройства. Так в результате моделирования спирально-ленточной мешалки, выполнены эпюры напряжения, перемещения и деформации. Также представлены математические уравнения, описывающие построенные эпюры.

Заключение: В связи с ростом технически сложных деталей, необходимо основательно моделировать и проверять создаваемые детали, для более долговечного срока эксплуатации. Так проверка на напряжение, перемещение и деформации является основополагающей для дальнейшего конструирования деталей.

Ключевые слова: мешалка, эпюры, прочность, напряжение, перемещение.

Abstract: Modeling various parts is an integral part of the design process. At the modeling stage, it is necessary to identify places that are more susceptible to high loads and stresses. As a result of the analysis of the identified areas, actions should be taken to eliminate them for further development.

Materials and methods: The working body of the mixing device is considered and analyzed using the SolidWorks program. When designing a spiral-belt agitator, real conditions are simulated under which maximum forces are applied to this agitator to create a safety margin of the finished product.

Results and discussions: Modeling of the working body of the mixing device is carried out. So, as a result of modeling a spiral-belt agitator, stress, displacement and deformation plots were made. Mathematical equations describing the constructed plots are also presented.

Conclusion: Due to the growth of technically complex parts, it is necessary to thoroughly model and check the created parts for a longer service life. So checking for stress, displacement, and deformation is fundamental for further part design.

Key words: agitator, plots, strength, stress, displacement.

Introduction

Research into agitators, modeling particle motion during mixing, and determining the optimal agitator size in horizontal mixers requires special study. Stirring devices are widely used in food, agricultural, chemical and other fields of activity. Experts have proposed various methods for solving problems, the main purpose of which is to increase the mixing efficiency and improve the design characteristics of the working bodies of the mixers [3-4].

Literature review

The solution of the assigned tasks was reflected in the works of the following authors. Brazhnik Yu.V. in his work [5] considers the conditions for mixing dry components in paddle mixers with a rapidly rotating rotor. Also in this work, the geometric parameters of the layer of bulk material are determined.

The work of A.I. Zavrazhnov [11] is aimed at studying and solving the disadvantages of horizontally located screws. In the course of analyzing the change in the homogeneity of the mixture at different rotational speeds, the author showed that its increase helps to improve the quality of mixing feed. It was found that increasing the angle of inclination of the screws also affects the homogeneity of mixing.

In work [13] Savinykh P.A., Turubanov N.V. and others are investigating the improvement of the design and technological parameters of the horizontal mixer belt auger for the preparation of dry mixtures. Changes in the design of the bunker and the belt auger of the mixer are presented, which will increase the coefficient of uniformity of the finished product by eliminating stagnant zones.

In his work [14] Timoshuk AL, Khrutskiy V.I. et al. conducted a study of the mixer, which showed that under the conditions of the observed in practice the variability of the properties of the initial components, moisture, particle size distribution and at high intensity of operation, the mixer works reliably.

Kikin N.O. in work [12] set the time of mixing mixtures with an installed line of cylindrical rods. Conducted a comparison of turbulent and cascade motion, as a result of which it was revealed that the cascade mode of operation of the mixer allows to achieve greater intensification

Materials and methods

The analysis of the work showed that checking the shaft for strength is an obligatory part in its design, since the main load on the shaft blades is when mixing dry mixtures.

The design of the spiral-belt mixer, as well as its calculation, was carried out using the solidworks computer-aided design system, taking into account the force in the amount of 50 kg per blade, which corresponds to the normal operation of the mixer, with a margin of safety.

The first step in calculating the strength of an agitator is mesh generation.

Figure 1 shows a detailed mesh of the considered mixer.

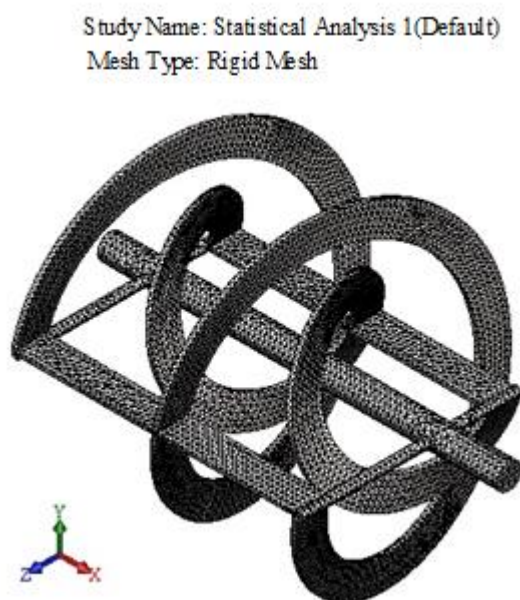


Figure 1. Agitator mesh

This grid has 40691 elements. This characteristic is responsible for the quality of the final result and has a direct relationship. The more elements the mesh contains, the more accurate the result will be.

This is followed by unloading with subsequent analysis of the results.

Figure 2 shows a VonMises stress plot .

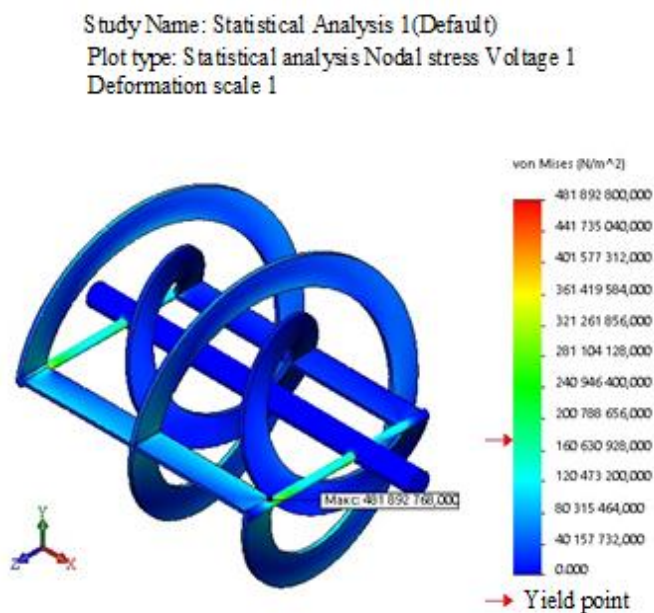


Figure 2. Stress diagram

The vonMises or equivalent stress is the amount of stress calculated from the components of the stress. Although the equivalent stress at a point is ambiguous about the stress state at that point, it provides sufficient information to assess the reliability of a structure for many materials.

Unlike stress components, vonMises stress has no direction. It is completely determined by the value expressed in terms of voltage.

The vonMises stress is calculated as follows, based on six stress components:

$$\sigma_{\text{эKB}} = \{0,5 \cdot [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2] + 3 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yx}^2)\}^{(1/2)} \quad (1)$$

Or, equivalently, based on the three main stresses:

$$\sigma_{\text{эKB}} = \{0,5 \cdot [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]\}^{(1/2)} \quad (2)$$

Thus, after analyzing the resulting stress diagram, the most stressed area is highlighted, which is located at the junction between the shaft mount and the guide.

The next stage of the static analysis was the construction of a displacement diagram relative to the initial location under the action of the applied force.

Figure 3 shows the displacement diagram.

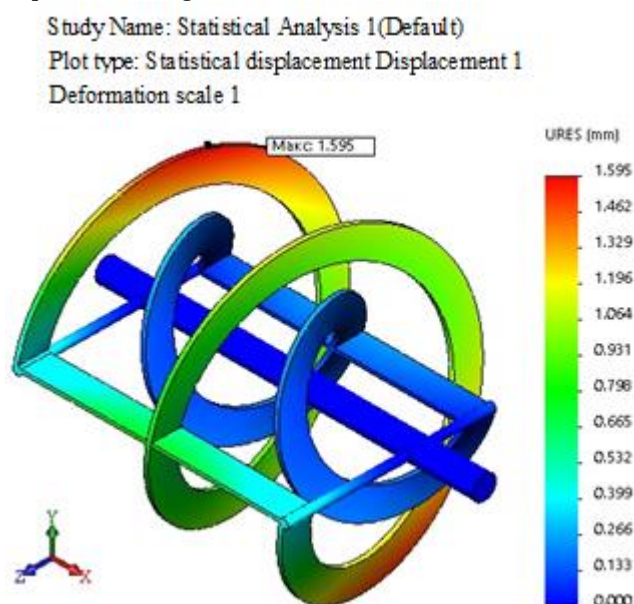


Figure 3. Displacement diagram

Under the action of the applied force, the agitator blades move in the direction of the force direction. The displacement is calculated using the following formula:

$$\delta_i = \delta_{i-1} + \Delta l_i \quad (3)$$

where δ_i – is the displacement of the section under consideration;

δ_{i-1} – is the displacement of the previous section;

Δl_i – is the deformation of the area located between the specified sections.

Based on the obtained values, a displacement diagram was obtained and presented. After analyzing the resulting diagram, the greatest displacement is observed in the first quarter of the turn of the outer blade. This movement is 15 mm, considering the scale, which is an acceptable deviation during the operation of the mixer. It should be noted that the internal stirrer blades are practically not subject to movement, which indicates the rigidity of the structure.

The final stage of static analysis is the construction of a deformation plot.

Figure 4 shows a deformation plot.

Study Name: Statistical Analysis 1(Default)
Plot type: Statistical reformation Deformation t 1
Deformation scale 1

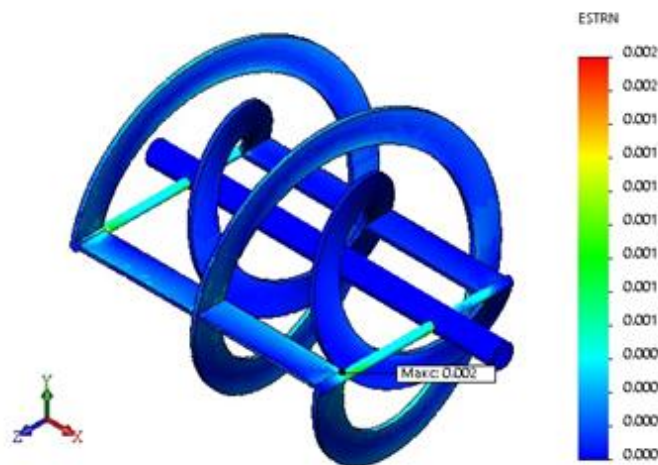


Figure 4. Plot of deformation

The resulting diagram characterizes the deformation of the parts of the mixer, which are not directly subject to force.

Equivalent Strain (ESTRN) is calculated as follows:

$$ESTRN = 2 \cdot \left[(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) / 3 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

where ESTRN is the equivalent strain;

$$\varepsilon_1 = 0,5 \cdot [(EPSX - \varepsilon^*)^2 + (EPSY - \varepsilon^*)^2 + (EPSZ - \varepsilon^*)^2] \quad (5)$$

$$\varepsilon_2 = 0,5 \cdot [(GMXY)^2 + (GMXZ)^2 + (GMYZ)^2] / 4 \quad (6)$$

$$\varepsilon^* = (EPSX + EPSY + EPSZ) / 3 \quad (7)$$

where EPSX is the normal deformation along the X axis;

EPSY - normal deformation along the Y axis;

EPSZ - normal deformation along the Z axis;

GMXY - shift along Y in the YZ plane;

GMXZ - shift along Z in the YZ plane;

GMXZ - shift along Z in the XZ plane;

ε_1 – normal deformation in the first principal direction;

ε_2 – normal deformation in the second principal direction;

ε^* – normal deformation in the third principal direction;

Conclusion

Thus, after analyzing the diagrams presented above, a similar pattern is observed in the stress and strain diagrams. Also, these plots have similar critical points.

As a result of the work done, stress, displacement and deformation diagrams were built. The critical points with the greatest loads have been identified. The maximum deflection of the blade was determined, which was 15 mm.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В. В. Совершенствование технологии смесобразования в двухваль-ныхбетоносмесителях путем организации турбулентного смешивания / В. Г. Васильев, С. В. Петухов, А. В. Боровских // Механизация строительства. – 2013. – №12(834). – С. 177–179.
2. Аканов Х.Г. Исследование движения материала загрузки барабанных смесителей с горизонтальной осью вращения / Аканов Х.Г., Нурмуханова А.З // Труды университета. – Караганда. – 2009. – №3. – С. 49-51.
3. Аналитическое определение параметров лопастных смесителей для турбулентного перемешивания сухих смесей / А.В. Чупшев, В.В. Коновалов, В.П. Терюшков, Г.В. Шабурова ; Вестник алтайского государственного аграрного университета. Барнаул. – 2012. – № 3. – С. 88-91.
4. Борисова М. В. Рациональное деформирование лопастей смесителя и его влияние на динамику процесса / М. В. Борисова, В. В. Новиков, А. Ю. Титов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. трудов. – Кинель. – 2018. – С. 376-379.

5. Бражник Ю.В. Математическое описание формы огибающей свободной поверхности сыпучего материала в лопастном смесителе / Ю.В. Бражник, В.П. Воронов, Н.П. Несмеянов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. № 1. – С. 78–80.
6. Горюнов С.В. Исследование работы гребных винтов в качестве рабочих органов планетарных горизонтальных смесителей кормов / С.В. Горюнов, Н.Г. Спирин // Вестник российского государственного аграрного заочного университета. – 2012. – №12. – С. 62-67.
7. Горюнов С.В. Перспективы использования планетарных смесителей кормов в горизонтальном исполнении // Вестник РГАЗУ. – Москва. – 2010. – №9. – С. 41-46.
8. Демин О.В. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе / О.В. Демин, В.Ф. Першин, Д.О. Смолин // Химия и химическая технология. 2012. №8. С.108–111.
9. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб.пособие для студ. техн. спец. вузов / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательский центр «Академия». – 2004. – С. 496.
10. Емельянова И. А. Бетоносмесители, работающие в каскадном режиме: монография / И. А. Емельянова, А. И. Анищенко, С. М. Евель, В. В. Блажко, О. В. Доброходова, Н. А. Меленцов. Харьков: Тим ПаблишГруп, 2012. – С. 146.
11. Завражнов А.И. Влияние конструктивных параметров мобильного смесителя-раздатчика кормов на однородность смешивания / А.И. Завражнов, С.Ю. Астапов // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 6. – С. 25–27.
12. Кикин Н.О. Направления совершенствования лопастных смесителей с горизонтальным расположением валов / Н.О. Кикин, М.В. Стародумов, В.В. Рябухин // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. – Белгород. – 2017. – С. 127-136.
13. Савиных П.А. Результаты экспериментальных исследований процесса смешивания в горизонтальном ленточном смесителе / П.А. Савиных, Н.В. Турбанов, Д.А. Зырянов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. - № 7. – С. 32- 36.
14. К вопросу смешивания компонентов комбикормов смесителями горизонтального типа / А.Л. Тимошук, В.И. Хруцкий [и др]; Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск, 2008. – С. 215-219.
15. Патент на полезную модель №125884 Горизонтальный смеситель / Сергеев А.Г., Гаринова Т.А., Ступин И.В. (РФ). – Заявлено 2012142027/05 от 02.10.2012.
16. Патент на полезную модель №99350 Горизонтальный смеситель / Чернецкая Н.А., Шапошников Ю.А., Войнаш А.С. (РФ). – Заявлено №2010124463/05 от 11.06.2010.
17. D.Bendall, “Mixers and food processors”, Food Management, 2003, vol. 38, no. 2, p. 74.
18. D.R.VanPuyvelde, “Simulating the mixing and segregation of solids in the transverse section of a rotating kiln”, Powder Technology, 2006, vol. 164, no. 1, pp. 1-12.
19. Lobanov D.V., Efremov I.M. Modeling of the process of vibromixing of concrete mixtures in a mixer with a vibrator bellows // Vestnik of Engineering. 2012. № 1. P. 21-25.
20. R.Akkerman, D.Van Der Meer, D.P.VanDonk, “Make to stock and mix to order: choosing intermediate products in the food-processing industry”, International Journal of Production Research, 2010, vol. 48, no. 12, pp. 3475-3492.
21. S. Tallon, C.E. Davies “In-situ monitoring of axial particle mixing in a rotating drum using bulk density measurements”, Powder Technology, 2008, vol. 186, no. 1, pp. 22-30.
22. V. Kuzmichev, V. Verstov, “Gravity mixers with vibration activator in construction engineering”, Architecture and engineering, 2017, no. 2 (4), pp. 26-33.
23. V.N. Ivanets, D.M. Borodulin, A.B. Shushpannikov, D. V. Sukhorukov, “Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers”, Foods and Raw Materials, 2015, no. 3(1), p. 62-69.

REFERENCES

1. Abramov V. V. Sovershenstvovanie tekhnologii smeseobrazovaniya v dvukhval'nykh betono-smesitel'yakh putem organizatsii turbulentnogo smeshivaniya / V. G. Vasil'ev, S. V. Petukhov, A. V. Borovskikh // Mekhanizatsiya stroitel'stva. – 2013. – №12(834). – С. 177–179.
2. Akanov KH.G. Issledovanie dvizheniya materiala zagruzki barabannykh smesitelei s gorizontnoi os'yu vrashcheniya / Akanov KH.G., Nurmukhanova A.Z. // Trudy universiteta. – Karaganda. – 2009. – №3. – С. 49-51.
3. Analiticheskoe opredelenie parametrov lopastnykh smesitelei dlya turbulentnogo peremeshivaniya sukhikh smesei / A.V. Chupshev, V.V. Konovalov, V.P. Teryushkov, G.V. Shaburova ; Vestnik altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Barnaul. – 2012. – № 3. – С. 88-91.
4. Borisova M. V. Ratsional'noe deformirovanie lopastei smesitelya i ego vliyanie na dinamiku protsessa / M. V. Borisova, V. V. Novikov, A. YU. Titov // Innovatsionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK : sb. nauch. trudov. – Kinel'. – 2018. – С. 376-379.
5. Brazhnik YU.V. Matematicheskoe opisanie formy ogibayushchei svobodnoi poverkhnosti sypuchoy materiala v lopastnom smesitele / YU.V. Brazhnik, V.P. Voronov, N.P. Nesmeyanov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. – 2014. – № 1. – С. 78–80.
6. Goryunov S.V. Issledovanie raboty grebnykh vintov v kachestve rabochikh organov planetarnykh gorizont'nykh smesitelei kormov / S.V. Goryunov, N.G. Spirin // Vestnik rossiiskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. – 2012. – №12. – С. 62-67.
7. Goryunov S.V. Perspektivy ispol'zovaniya planetarnykh smesitelei kormov v gorizont'nom ispolnenii // Vestnik RGAZU. – Moskva. – 2010. – №9. – С. 41-46.
8. Demin O.V. Intensifikatsiya smeshivaniya sypuchoykh materialov v lopastnom smesitele / O.V. Demin, V.F. Pershin, D.O. Smolin // Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2012. – №8. – С.108–111.
9. Dunaev P.F. Konstruirovaniye uzlov i detalei mashin: Ucheb.posobie dlya stud. tekhn. spets. vuzov / P.F. Dunaev, O.P. Lelikov. – 8-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Izdatel'skii tsentr «AkademiYA». – 2004. – С. 496.

10. Emel'yanova I. A. Betonosmesiteli, rabotayushchie v kaskadnom rezhime: monografiya / I. A. Emel'yanova, A. I. Anishchenko, S. M. Evel', V. V. Blazhko, O. V. Dobrokhodova, N. A. Melentsov. Khar'kov: Tim PabliSHGrup, 2012. – S. 146.
11. Zavrazhnov A.I. Vliyanie konstruktivnykh parametrov mobil'nogo smesitelya-razdatchika kormov na odnorodnost' smeshivaniya / A.I. Zavrazhnov, S.YU. Astapov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2007. – № 6. – S. 25–27.
12. Kikin N.O. Napravleniya sovershenstvovaniya lopastnykh smesitelei s gorizontal'nym raspolozheniem valov / N.O. Kikin, M.V. Starodumov, V.V. Ryabukhin // Ehnergoberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы i oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov. – Belgorod. –2017. – S. 127-136.
13. Savinykh P.A. Rezul'taty ehksperimental'nykh issledovaniy protsessa smeshivaniya v gorizontal'nom lentochnom sme-sitele / P.A. Savinykh, N.V. Turubanov, D.A. Zyryanov // Traktory i sel'khoz mashiny. – 2016. - № 7. – S. 32- 36.
14. K voprosu smeshivaniya komponentov kombikormov smesitelyami gorizontal'nogo tipa / A.L. Timoshuk, V.I. Khrutskii [i dr]; Mekhanizatsiya i ehlektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. – Minsk, 2008. – S. 215-219.
15. Patent na poleznuyu model' №125884 Gorizontal'nyi smesitel' / Sergeev A.G., Garinova T.A., Stupin I.V. (RF). – Za-yavleno 2012142027/05 ot 02.10.2012.
16. Patent na poleznuyu model' №99350 Gorizontal'nyi smesitel' / Chernetskaya N.A., Shaposhnikov YU.A., Voinash A.S. (RF). – Zayavleno №2010124463/05 ot 11.06.2010.
17. D.Bendall, “Mixers and food processors”, Food Management, 2003, vol. 38, no. 2, p. 74.
18. D.R.VanPuyvelde, “Simulating the mixing and segregation of solids in the transverse section of a rotating kiln”, Powder Technology, 2006, vol. 164, no. 1, pp. 1-12.
19. Lobanov D.V., Efremov I.M. Modeling of the process of vibromixing of concrete mixtures in a mixer with a vibrator bellows // Vestnik of Engineering. 2012. № 1. P. 21-25.
20. R.Akkerman, D.Van Der Meer, D.P.VanDonk, “Make to stock and mixto order: choosing intermediate products in the food-processing industry”, International Journal of Production Research, 2010, vol. 48, no. 12, pp. 3475-3492.
21. S. Tallon, C.E. Davies “In-situ monitoring of axial particle mixing in a rotating drum using bulk density measurements”, Powder Technology, 2008, vol. 186, no. 1, pp. 22-30.
22. V. Kuzmichev, V. Verstov, “Gravity mixers with vibration activator in construction engineering”, Architecture and engineering, 2017, no. 2 (4), pp. 26-33.
23. V.N. Ivanets, D.M. Borodulin, A.B. Shushpannikov, D. V. Sukhorukov, “Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers”, Foods and Raw Materials, 2015, no. 3(1), p. 62-69.

ОБ АВТОРЕ | ABOUT AUTHORS

Тимановский Евгений Алексеевич, студент магистратуры кафедры «Машины и агрегаты пищевых производств», Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Timanovskiy Evgeniy Alekseevich, Master's student of the Department of Machines and Aggregates of Food Production, Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “NRU” MPEI ”in Smolensk.

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

В.А. Лебедев [V.A. Lebedev]¹, А.Х.-Х. Нугманов [A.H.-H Nugmanov]²,
И.Ю. Алексанян [I.Yu.Aleksanyan]², Н.Д. Айсунгуров [N.D. Aisungurov]³,
А.А. Нугманова [A.A.Nugmanova]¹²

УДК

664.8.037.59.002.5:635.615:66.093.48:
539.216

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЯКОТИ АРБУЗА
В АСПЕКТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ДЕФРОСТАЦИИ ЕЕ БЛОКОВ**

**DETERMINATION OF THE VALUES OF THE PHYSICO-
CHEMICAL
AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WATERMELON
PULP IN THE ASPECT OF DESIGNING EQUIPMENT
FOR DEFROSTATION OF ITS BLOCK**

¹ ООО «Газпром переработка»/ Gazprom pererabotka»,
e-mail: lebedev_91v@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»/ FSBEI HE «Astrakhan State
Technical University», e-mail: albert909@yandex.ru

³ ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика
М.Д. Миллионщикова» /
FSBEI HE Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov,
e-mail: aysungurov91@mail.ru

Аннотация: В РФ существует потребность в биологически активных витаминных и антиоксидантных комплексах природного происхождения. На современном этапе можно выделить перспективную универсальную биоактивную композицию, такую как каротиноидный пигментный комплекс ликопин (E-160d). Целесообразность использования комнатной температуры при размораживании арбузной мякоти обусловлена, кроме выше указанных причин, еще и заметным повышением доли отделенного сока, что облегчает сушку остаточной мякоти ввиду уменьшения ее влажности и содержания в ней сахаров. При этом, вследствие нерастворимости в воде ликопина, можно априори утверждать, что он не отводится с отделяемым соком и, как следствие, его относительное содержание в остаточной мякоти повышается. Объектом исследования явились блоки мякоти спелых арбузов при условии их красной цветовой гаммы, что позитивно влияет на извлечение ликопина. Целью исследования является определение тепловых и массообменных параметров при размораживании мякоти арбуза. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: определение криоскопической температуры; определение количества вымороженной влаги в зависимости от температуры; определение влажности мякоти арбуза, после разморозки и доли отделения высвобожденной жидкой фазы; определение и соотношения расходов жидкости и исходного продукта; определение сахаристости размороженной мякоти арбуза. Остаточное наличие влаги и сахаров в ягодах и фруктах после их дефростации играет существенную роль, т.к. определяет его структурную организацию и консистенцию, что в результате обуславливает его стабильность при последующей обработке или хранении. Сахаристость размороженной мякоти арбуза составляет 6,3%, поэтому ее также как и арбуз в целом, можно отнести к категории плодовоовощной продукции с высоким содержанием сахаров. Рассчитано соотношение расходов разделяемых фаз после размораживания.

Ключевые слова: мякоть арбуза, ликопин, влажность, криоскопическая температура, дефростация, обезвоживание, доля вымороженной влаги, материальный баланс.

Abstract: In the Russian Federation, there is a need for biologically active vitamin and antioxidant complexes of natural origin. At the present stage, it is possible to single out a promising universal bioactive composition, such as the carotenoid pigment complex lycopene (E-160d). The expediency of using room temperature when defrosting watermelon pulp is due, in addition to the above reasons, also to a noticeable increase in the proportion of separated juice, which facilitates the drying of the residual pulp due to a decrease in its moisture content and sugar content in it. At the same time, due to the insolubility of lycopene in water, it can be argued a priori that it is not removed with the separated juice and, as a result, its relative content in the residual pulp increases. The object of the study was blocks of pulp of ripe watermelons, provided their red color scale, which has a positive effect on the extraction of lycopene. The aim of the study is to define. Heat and mass transfer parameters when defrosting watermelon pulp. To achieve this goal, the following tasks were solved: determination of cryoscopic temperature: determination of the amount of frozen moisture depending on temperature; determination of the moisture content of the pulp of watermelon, after defrosting and the proportion of separation of the released liquid phase; determination and ratio of liquid and initial product consumption; determination of the sugar content of thawed watermelon pulp. The residual presence of moisture and sugars in berries and fruits after their defrosting plays a significant role, because determines its structural organization and consistency, which results in its stability during subsequent processing or storage. The sugar content of the thawed pulp of watermelon is 6.3%, therefore, like the watermelon in general, it can be classified as a fruit and vegetable product with a high sugar content. The ratio of the flow rates of the separated phases after thawing is calculated.

Key words: watermelon pulp, lycopene, moisture, cryoscopic temperature, defrosting, dehydration, the proportion of frozen moisture, material balance.

Введение

На российском рынке существует потребность в биологически активных витаминных и антиоксидантных комплексах природного происхождения. Введение в структуру питания подобных добавок, даже в незначительной доле, ведет к минимизации вероятности появления ряда патологий и стабилизирует иммунную систему человека [1]. На

современном этапе можно выделить перспективную универсальную биоактивную композицию, такую как каротиноидный пигментный комплекс ликопин (E-160d), с помощью которого плодоовощное сырье, к примеру, помидоры и арбузы обладают насыщенным красным оттенком [2, 3]. Известно, что ликопин кроме красящей способности обладает биологически активными свойствами [3]. Но сравнительно большая стоимость и малая доступность его в рыночной сфере служат лимитирующими факторами его использования в пищевом ежедневном рационе.

Ликопин обладает общеукрепляющим влиянием на человеческий организм и рядом позитивных фармакологических характеристик. Его биоактивная функция обусловлена, в первую очередь, антиоксидантной способностью, т.е. возможностью ингибировать свободнорадикальные клеточные процедуры. При усиливающейся востребованности ликопина все больше уделяют внимание нахождению новых источников его получения. До настоящего момента его источником преимущественно служили специально селекционированные в этом аспекте сорта помидоров [3, 4]. Но малый удельный выход (0,3...0,4 мг/г сырья [3]) и ряд иных параметров обуславливает высокую себестоимость конечного продукта и экономически малую эффективность. Помимо томатов к числу видов сельскохозяйственного сырья, богатого на ликопин, относятся арбузы, к тому же, согласно последним исследованиям, арбуз не уступает помидорам в его содержании, а даже опережает их по своему количеству (содержание ликопина в арбузе от 4,30...6,20 мг/100г, в томате от 2,30...3,0 мг/100г) [5, 6]. Как заявляют разработчики, технология [7] получения ликопина из арбузов имеет два преимущества по сравнению с его получением из томатов: нет необходимости проведения многоступенчатых технологических процедур, и из арбузной мякоти выход целевого компонента с единицы массы исходного сырья будет выше.

На основе анализа известных способов извлечения ликопина из томатного сырья и анализа публикаций, описывающих потенциальную возможность использования мякоти арбузов в технологии ликопина, можно определить основные технологические стадии по подготовке арбуза к его промышленной переработке (рис. 1).

Из представленной технологической схемы (рис. 1) можно выделить две наиболее энергоемких и определяющих качество готовой продукции операции, такие как размораживание арбузной мякоти, а также сушка рецептурной смеси. В связи с этим становится очевидной необходимость поиска новых рациональных научно-технических решений задач совершенствования тепловых и массообменных процессов при размораживании, корректная реализация которых невозможна при криоскопической температуре, количества вымороженной влаги в мякоти арбуза, ее влажности после разморозки и отделения высвобожденной жидкой фазы и соотношения расходов жидкости и исходного продукта.

Целесообразность использования комнатной температуры при размораживании арбузной мякоти обусловлена, кроме выше указанных причин, еще и заметным повышением доли отделенного сока, что облегчает сушку остаточной мякоти ввиду уменьшения ее влажности и содержания в ней сахаров. При этом, вследствие нерастворимости в воде ликопина, можно априори утверждать, что он не отводится с отделяемым соком и, как следствие, его относительное содержание в остаточной мякоти повышается.

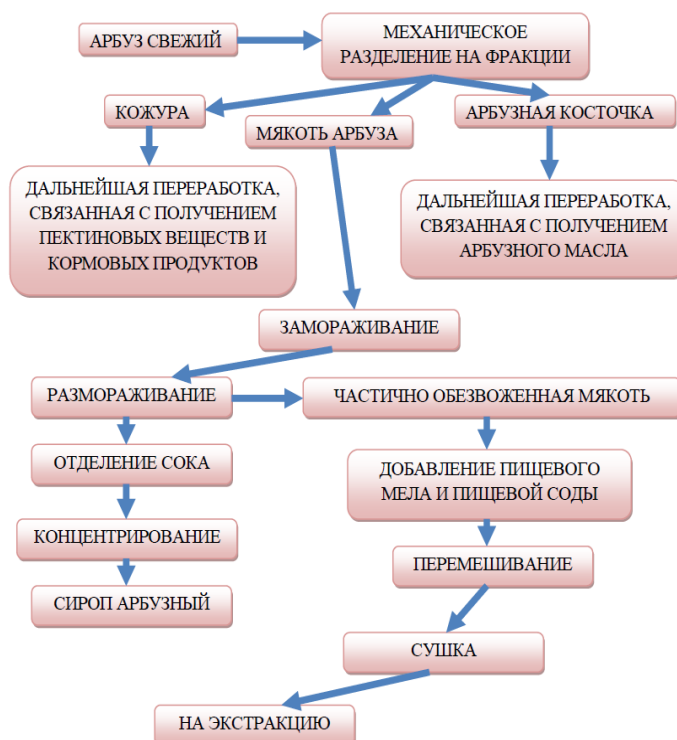


Рисунок 1. Основные технологические стадии по подготовке арбуза к его промышленной переработке

В связи с этим возникает необходимость определения количественного соотношения отделяемого сока и остаточной мякоти, а также ее влажности и концентрации сахаров в соке, т.к. это позволит рассчитать концентрацию сахаров в остаточной мякоти, зная её концентрацию в исходном материале, путем решения уравнения материального баланса.

Цели и задачи

Целью исследования является определение тепловых и массообменных параметров при размораживании мякоти арбуза.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение криоскопической температуры;
- определение, количества вымороженной влаги в зависимости от температуры;
- определение влажности мякоти арбуза, после разморозки и доли отделения высвобожденной жидкой фазы;
- определение и соотношения расходов жидкости и исходного продукта;
- определение сахаристости размороженной мякоти арбуза.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования явились блоки мякоти спелых арбузов при условии их красной цветовой гаммы, что позитивно влияет на извлечение ликопина.

Знание криоскопического значения температуры ($t_{кр}$) или температуры T заморозки необходимо при проектировании холодильной техники и нахождении тепло- физических и технических параметров гидрофильных материалов пищевого назначения, к которым можно причислить объект данного исследования. $t_{кр}$ находится в зависимости от концентрации растворенных веществ, степени их диссоциации, молекулярной массы, параметров растворителя и определяется при появлении кристаллического льда в растворе при исключении переохлаждения, т.е. в начальный момент замораживания жидкой среды в анализируемом образце [8, 9, 10].

Варьирование T замерзания мякоти арбуза оценивали на измерительном стенде, показанном на рисунке 2, который предназначен для его определения и построения термограммы.

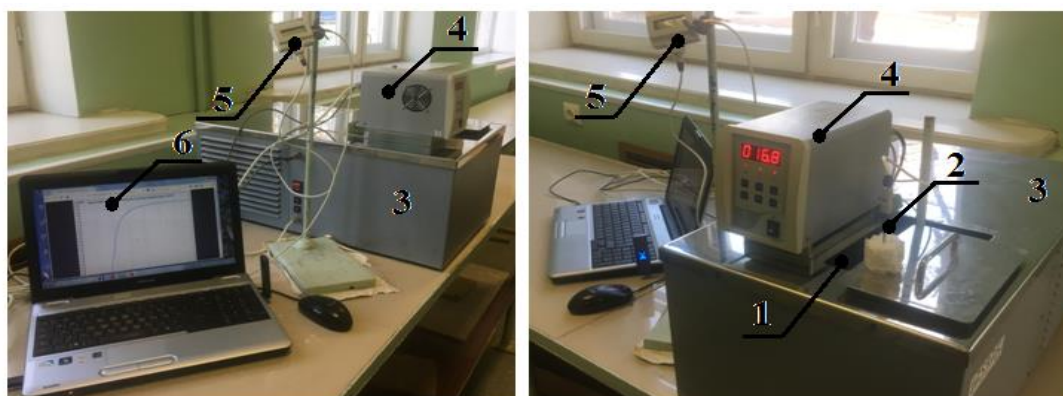


Рисунок 2. Опытный стенд для нахождения КТ: 1 – рабочий резервуар; 2 – термический датчик; 3 – криотермостатирующее устройство; 4 – его информационное табло; 5 – электронный термометр «ЛТ-300»; 6 – фрагмент работы программы «ThermoChart»

Эксперимент проводится следующим образом. Собирается установка в соответствии со схемой 2, проверяются на работоспособность все ее элементы. Настраивается рабочая температура криотермостата на -10°C . Устанавливается термопара в образец, который с датчиком помещается в рабочую камеру морозильника. Включается программа «ThermoChart» на персональном компьютере, посредством которой фиксируется температура внутри образца через заданные отрезки времени и строится график зависимости температуры от времени процесса (рис. 3.).

Эксперимент ведется до достижения в образце такой температуры, которая однозначно гарантирует наличие на графике горизонтальной площадки, по которой и определяется ее криоскопическое значение. Это означает, что на определенном этапе заморозки у образца некоторое время сохраняется постоянная температура, при которой влага в образце меняет свое агрегатное состояние.

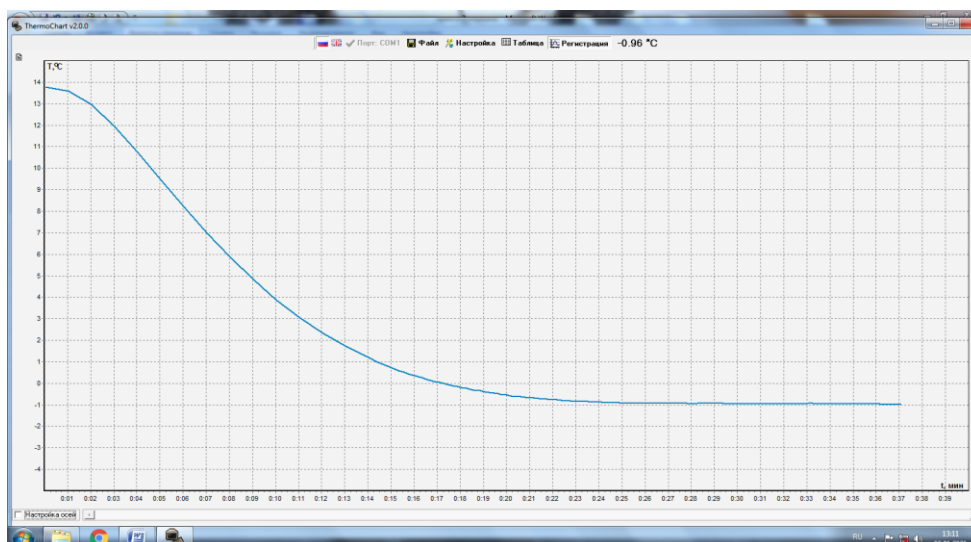


Рисунок 3. Фотография с монитора компьютера экспериментальной температурной кривой, построенной посредством программы «ThermoChart».

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты экспериментального определения криоскопической температуры для мякоти арбуза, при пятикратной повторности представлены в таблице 1. В итоге ее можно принять равной $-0,94\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1

Результаты по определению криоскопической температуры для мякоти арбуза

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	среднее значение
Криоскопическая Температура $t_{кр}$, $^{\circ}\text{C}$	-0,94	-0,96	-0,93	-0,94	-0,95	-0,94

Из вышеизложенного следует, что при заморозании сложных по компонентному составу субстанций биологической природы, общая тенденция увеличения концентрации остается неизменной. То есть, при их заморозке можно принять неизменность $t_{кр}$ и роста концентрации. При фиксированной T относительное содержание вымороженной воды ω ($\text{кг}/\text{кг}$) находится по соотношению ледяной G_l и общей массы водной среды в исходном продукте G_B :

$$\omega = \frac{G_l}{G_B} \quad (1)$$

Очевидно, что при заморозке объекта ω в нем увеличивается. Приближенно решить задачу определения ω (%) при произвольной $T(t)$ для недиссоциированных разбавленных растворов, базируется на закономерности Рауля:

$$\omega = \left(1 - \frac{t_{кр}}{t} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

где $t_{кр}$ – для исследуемой мякоти арбуза, $^{\circ}\text{C}$.

Соотношение (2) можно применять до $t = -30^{\circ}\text{C}$, но и при больших T наблюдается завышенная ω на 8% по отношению к эмпирическим результатам [9, 11]. Ниже, на рисунке 4, для исследуемой мякоти арбуза, используя соотношение 2.1.2, была получена искомая зависимость вымороженной влаги от температуры замораживания от криоскопической до -18°C , при которой и реализуется хранение полуфабриката.

Учитывая, что в дальнейших расчетах, в частности при моделировании процесса размораживания, температура должна выражаться в градусах Кельвина, соотношение 2 необходимо преобразовать в нужный вид:

$$\omega = \left(1 - \frac{(T_{кр} - 273,15)}{(T - 273,15)} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

Здесь $T_{кр} = 272,21^{\circ}\text{K}$; T – текущая температура в интервале от $255,15^{\circ}\text{K}$ до $T_{кр}$.

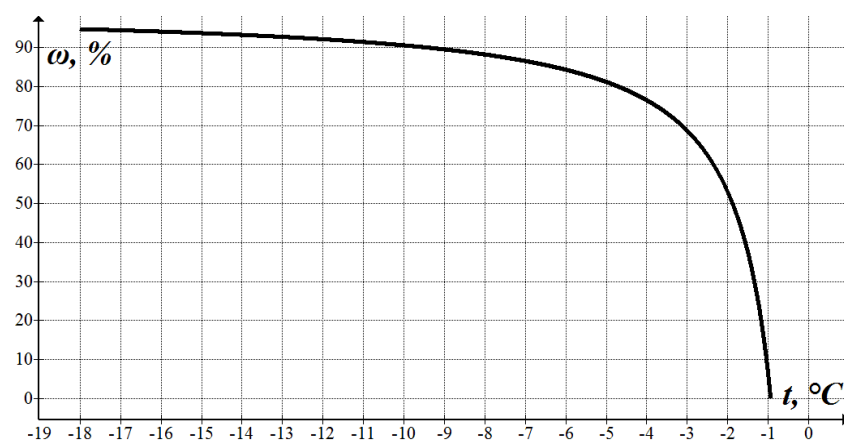


Рисунок 4. Зависимость вымороженной влаги от температуры замораживания

В результате проведенных экспериментальных исследований по определению количества сока, выделяемого при оттаивании арбузной мякоти, а также концентрации в нем сахаров рефрактометрическим способом, при их пятикратной повторности, были получены следующие данные (табл. 2), использование которых позволило рассчитать процентное содержания остаточных сахаров в размороженном продукте.

Таблица 2

Результаты по экспериментальному определению отделяемого сока
из мякоти арбуза и концентрации в нем сахаров

Номер эксперимента	Масса исходной мякоти, г	Масса отделенного сока, г	Процент отделенной массы из мякоти, %	Содержание в соке сахаров, %
1	29,39	9,96	33,9	8,4
2	21,02	6,73	32,0	8,6
3	37,71	12,24	32,5	8,5
4	33,17	11,12	33,5	8,5
5	24,53	8,04	32,8	8,5
Среднее значение:			32,9	8,5

Учитывая вышеизложенное, принимаем, что общее количество сахаров в арбузной мякоти до дефростации составляет 7%, а в отделенном соке (33% от общей массы (табл. 3)) после размораживания – 8,5%. Рассчитаем концентрацию сахаров $X_{арб}$ в оттаявшей арбузной массе из балансового уравнения:

$$X_{арб} = \frac{(m_{исх} X_{исх} - m_{сок} X_{сок})}{m_{арб}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $m_{исх}$ – масса исходного продукта, кг; $X_{исх}$ – доля сахаров в исходном продукте, кг/кг; $m_{сок}$ – масса отделенного сока, кг; $X_{сок}$ – доля сахаров в соке, кг/кг; $m_{арб}$ – масса размороженной мякоти, кг.

Пусть $m_{исх} = 100$ кг, тогда $m_{сок} = 0,33 \cdot 100 = 33$ и $m_{арб} = 100 - 33 = 67$ кг. $X_{исх}$ и $X_{сок}$ – известные величины, соответственно 0,07 кг/кг и 0,085 кг/кг. Найдем $X_{арб}$:

$$X_{арб} = \frac{(100 \cdot 0,07 - 33 \cdot 0,085)}{67} \cdot 100\% = 6,3\%.$$

С целью нахождения влажности мякоти арбуза после дефростации и отделения от нее высвобожденного сока, использовался метод вакуумного обезвоживания при радиационном энергоподводе. Опытные данные сведены в табл. 3.

Таблица 3

Опытные результаты по нахождению влажности

Номер эксперимента	Начальная масса образца, г	Количество удаленной влаги, г	Влажность образца, %
1	16,96	1,63	90,4
2	25,32	2,34	90,8
3	13,15	1,16	91,1
4	21,85	2,07	90,5
5	19,11	1,81	90,5
Среднее значение			90,8

Вывод

Таким образом, экспериментально определена криоскопическая температура объекта размораживания и на основе теоретического анализа получена зависимость вымороженной влаги в нем от температуры замораживания.

Остаточное наличие влаги и сахаров в ягодах и фруктах после их дефростации играет существенную роль, т.к. определяет его структурную организацию и консистенцию, что в результате обуславливает его стабильность при последующей обработке или хранении. Сахаристость размороженной мякоти арбуза составляет 6,3%, поэтому ее также как и арбуз в целом, можно отнести к категории плодоовощной продукции с высоким содержанием сахаров. Рассчитано соотношение расходов разделяемых фаз после размораживания.

Таким образом, определены тепловые и массообменные параметры при размораживании мякоти арбуза, которые можно использовать в инженерной практике, при моделировании процессов дефростации и проектировании оборудования для их осуществления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2019/11/proekt-strategy-razvytiya-pyshevoj-y-pererabatyvayushej-promyshlennosti-rf.pdf> (Дата обращения: 25.01.2021).
2. Пищевые добавки. Дополнения к «Медико-биологическим требованиям и санитарным нормам качества продовольственного сырья и пищевых продуктов». М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1994. – 44 с.
3. Авчиев М.И. Разработка технологии получения ликопина на основе пары штаммов гриба *Blakeslea trispora* ВСБ-129(-) и ВСБ-130(+); дис. ... канд. техн. наук: 05.18.10 / Авчиев Марат Исламудинович. – Москва, 2003. – 152 с.
4. Steinberg D., Parthasarathy S., Care T.E., Khoo J.C., Witztum J.L. Beyond cholesterol: Modifications of low-density lipoprotein that increases its atherogenicity. // N Engl J Med 1989; V. 320. pp. 915-924.
5. В каких помидорах больше ликопина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otomatah.ru/v-kakix-pomidorax-bolshe-likopina.html> (Дата обращения: 25.01.2021).
6. Арбуз – летнее лакомство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wowbodyslim.com/article/arbuz---letnee-lakomstvo> (Дата обращения: 25.01.2021).
7. Российские исследователи научились получать ликопин из арбуза. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sdelanounas.ru/blogs/50996/> (Дата обращения: 25.01.2021).
8. Щеглов Н.Г. Технология консервирования плодов и овощей: учебное пособие. – М.: Палеотип, Дашков и Ко, 2002. – 380 с.
9. Антипов С.Т., Овсянников В.Ю. Исследование вымораживания влаги из экстрактов поджелудочной железы, печени и желчи крупного рогатого скота // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 6. – С. 18-20.
10. Дакуорт Р.Б. Вода в пищевых продуктах / Р.Б. Дакуорт. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.
11. Вымороженная вода в пищевых продуктах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://megalektsii.ru/s14045t6.html> (Дата обращения: 25.01.2021).

REFERENCES

1. Strategiya razvitiya pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2030g. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2019/11/proekt-strategy-razvytiya-pyshevoj-y-pererabatyvayushej-promyshlennosti-rf.pdf> (Data obrashcheniya: 25.01.2021).
2. Pishchevye dobavki. Dopolneniya k «Mediko-biologicheskim trebovaniyam i sani-tarnym normam kachestva prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov». M.: Gos-komsanehpndadzor RF, 1994. – 44 s.
3. Avchiev M.I. Razrabotka tekhnologii polucheniya likopina na osnove pary shtammov griba *Blakeslea trispora* VSB-129(-) i VSB-130(+); dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.10 / Avchiev Marat Islamudinovich. – Moskva, 2003. – 152 s.
4. Steinberg D., Parthasarathy S., Care T.E., Khoo J.C., Witztum J.L. Beyond cholesterol: Modifications of low-density lipoprotein that increases its atherogenicity. // N Engl J Med 1989; V. 320. pp. 915-924.
5. V kakikh pomidorakh bol'she likopina. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://otomatah.ru/v-kakix-pomidorax-bolshe-likopina.html> (Data obrashcheniya: 25.01.2021).
6. Arbuz – letnee lakomstvo. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://wow-bodyslim.com/article/arbuz---letnee-lakomstvo> (Data obrashcheniya: 25.01.2021).
7. Rossiiskie issledovateli nauchilis' poluchat' likopin iz arbuza. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://sdelanounas.ru/blogs/50996/> (Data obrashcheniya: 25.01.2021).
8. Shcheglov N.G. Tekhnologiya konservirovaniya plodov i ovoshchei: uchebnoe posobie. – M.: Paleotip, Dashkov i Ko, 2002. – 380 s.
9. Antipov S.T., Ovsyannikov V.YU. Issledovanie vymorazhivaniya vlagi iz ehkstraktov podzheludochnoi zhelezy, peche-ni i zhelchi krupnogo rogatogo skota // Khraneniye i perera-botka sel'khozsyrya. – 2002. – № 6. – S. 18-20.
10. Dakuort R.B. Voda v pishchevykh produktakh / R.B. Dakuort. – M.: Pishchevaya promysh-lennost', 1980. – 376 s.
11. Vymorozhennaya voda v pishchevykh produktakh. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostu-pa: <https://megalektsii.ru/s14045t6.html> (Data obrashcheniya: 25.01.2021).

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Лебедев Виктор Александрович, Машинист технологических насосов ООО «Газпром переработка» Тел. 8-917-185-38-02, lebedev_91v@mail.ru

Lebedev Viktor Alexandrovich, Technological pump operator “Gazprom pererabotka”, тел. 8-917-185-38-02, lebedev_91v@mail.ru

Нугманов Альберт Хамед-Харисович, д.т.н. профессор доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», кафедра «Технологические машины и оборудование», albert909@yandex.ru, тел. 8-927-282-43-07, <https://orcid.org/0000-0002-4093-9982>

Nugmanov Albert Hamed-Harisovich, doctor of technical sciences, Professor, Assistant Professor, FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery, albert909@yandex.ru, тел. 8-927-282-43-07, <https://orcid.org/0000-0002-4093-9982>

Алексанян Игорь Юрьевич, Профессор, д.т.н., Профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», кафедра «Технологические машины и оборудование» 16081960igor@gmail.com, 8-960-863-26-04, <https://orcid.org/0000-0001-5494-1226>

Aleksanian Igor Yurievich, Doctor of Technical Sciences Professor, FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery, 16081960igor@gmail.com, тел. 8-960-863-26-04 <https://orcid.org/0000-0001-5494-1226>

Айсунгуров Ноха Джабраилович, Ассистент ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», e-mail: aysungurov91@mail.ru

Aisungurov Noha Dzhabrailovich, Assistant, FSBEI HE Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov, e-mail: aysungurov91@mail.ru

Нугманова Аделина Альбертовна, Аспирант ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», кафедра «Технологические машины и оборудование» albert909@yandex.ru, тел. 8-927-282-43-07 <https://orcid.org/0000-0001-8714-6034>

Nugmanova Adelina Albertovna, Graduate student FSBEI HE Astrakhan State Technical University, Department of Technological Machines and Machinery albert909@yandex.ru, 8-927-282-43-07, <https://orcid.org/0000-0001-8714-6034>

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

Д.О. Ерёменко [D.O. Eryomenko]¹,
Ю.В. Османова [Y.V. Osmanova]²

УДК 664.8.047

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.10

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ИНУЛИНА В ПОРОШКЕ ИЗ ЦИКОРИЯ И ТОПИНАМБУРА

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DRYING ON THE CONTENT OF INULIN IN CHICORY AND JERUSALEM ARTICHOKE POWDER

¹ ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет /
Sevastopol State University, Севастополь, Россия, e-mail: eremenko.dmitry@mail.ru

² ГО ВПО Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. М. Туган-Барановского / Donetsk National University of Economics and Trade
named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Донецк, Украина, e-mail: hjvfirf.78@list.ru

Аннотация: Экспериментально определены оптимальные режимы сушки корня цикория и клубней топинамбура с целью сохранения полисахарида инулина, обладающего пребиотическим действием, для получения порошкообразного полуфабриката функциональной направленности.

Материалы и методы: Для сушки корня цикория использовалась установка с центробежным псевдоожиженным слоем, клубней топинамбура – установка с СВЧ-нагревом, определялась степень влияния формы и размера кубиков материала на интенсивность сушки. Для обработки экспериментальных данных использовались методы математической статистики.

Результаты исследования: Определены рациональные параметры сушки клубней топинамбура и корня цикория для максимальной степени сохранения инулина и обеспечения минимальных энергетических затрат при производстве порошкообразного полуфабриката из топинамбура и цикория для дальнейшего производства кулинарной продукции функциональной направленности.

Заключение: Оптимальным температурным режимом сушки клубней топинамбура является ступенчатый режим в центробежном псевдоожиженном слое: на первой стадии – 110-120°C, на второй – 75-80°C, количество инулина при этом составляет 11,9%. При сушке корня цикория в поле СВЧ рациональным температурным режимом является сушка при мощности поля 1,83 кВт/кг, содержание инулина составляет 10,9%. Вышеназванные режимы сушки для корня цикория и клубней топинамбура обеспечивают максимальное сохранение инулина в порошкообразных полуфабрикатах для кулинарной продукции функциональной направленности.

Ключевые слова: сушка, корень цикория, клубни топинамбура, инулин, СВЧ-нагрев, центробежный псевдоожиженный слой, порошок, полуфабрикат.

Abstract: Optimal drying modes of chicory root and Jerusalem artichoke tubers have been experimentally determined in order to preserve the inulin polysaccharide, which has a prebiotic effect, to obtain a powdered semi-finished product of a functional orientation.

Materials and methods: To dry the chicory root, a centrifugal fluidized bed installation was used, Jerusalem artichoke tubers – a microwave heating installation, the degree of influence of the shape and size of the material cubes on the drying rate was determined. Methods of mathematical statistics were used to process the experimental data.

Research results: The rational parameters of drying Jerusalem artichoke tubers and chicory root have been determined for the maximum degree of preservation of the inulin and ensuring minimum energy consumption in the production of a powdered semi-finished product from Jerusalem artichoke and chicory for further production of functional culinary products.

Conclusion: The optimal temperature mode for drying Jerusalem artichoke tubers is a step mode in a centrifugal fluidized bed: at the first stage – 110-120°C, at the second – 75-80°C, the amount of inulin being 11.9%. When drying chicory root in a microwave field, the rational temperature mode is drying at a field power of 1.83 kW/kg, the inulin content is 10.9%. Aforenamed drying modes for chicory root and Jerusalem artichoke tubers ensure maximum preservation of inulin in powdered semi-finished products for the functional culinary products.

Key words: drying, chicory root, Jerusalem artichoke tubers, inulin, microwave heating, centrifugal fluidized bed, powder, semi-finished product.

General formulation of the problem. In recent years, public catering and food industry enterprises have been paying great attention to the problem of attracting new types of natural raw materials of plant origin and the creation on their basis of powdered semi-finished products for functional purposes, the moisture content of which should not exceed 12-14%.

Scientists are paying more and more attention to issues related to the expansion of the range of functional food products in public catering establishments. Particular attention attracting Chenoa to meat food with the addition of vegetable raw materials. Functional food products based on plant raw materials should perform not only energy, plastic, but also regulatory functions, protect the human body from the effects of adverse factors. Particular attention is paid to the use of chicory root and Jerusalem artichoke tubers as an additive in the production of food products in public catering and food industry.

Purpose. The role of powdered products in food production technologies is constantly increasing. This is due to two reasons: first, due to the industrialization of food preparation; and secondly, due to the decentralization and fragmentation of enterprises. These circumstances stimulate the development of the powder industry [1,2].

In this regard, research was aimed at developing a powdery semi-finished product made from plant materials: Jerusalem artichoke tubers and chicory root, which contain a prebiotic substance - inulin and dietary fiber, as well as the creation of culinary products based on it.

Analysis of recent research. Common chicory (*Cichorium intybus* L.) is a perennial herb of the Asteraceae family. Chicory root is rich in carbohydrates (in particular, the fructosan content is 6.5%). The root also contains up to 9.5% free fructose and its water-soluble polysaccharide inulin.

Jerusalem artichoke (earthen pear) is a perennial herb about one and a half meters high with a straight stem, ovoid leaves and yellow inflorescences-baskets with a diameter of (6-10) cm, belongs to the genus *Helianthus*.

Inulin, which is contained in Jerusalem artichoke tubers and chicory root, does not lose its biological activity when the product is heated to 70-80 °C and continues its activity in the gastrointestinal tract, eliminating the causes of metabolic processes in the body [3]. Inulin performs the function of an active sorbent capable of binding and removing from the body a large amount of toxic and ballast substances that get inside with food or are formed in the intestines during digestion. Jerusalem artichoke and chicory root also contain organic polyoxyacids, which neutralize the harmful effects of aggressive free radicals and under-oxidized metabolic products. In this case, a physiological alkaline reaction is established in the intestine, which is necessary for the normal enzymatic digestion of food.

The known properties of inulin, extracted from chicory root, as a fat substitute, are already used in various food products. Sausages are an example of the successful use of inulin to replace fat. Due to the change in the parameters of the production process, taking the standard recipe as a basis, it is possible to obtain finished products containing only 5% fat [4].

Now the domestic market offers many concentrates in the form of puree and extracts containing prebiotics. However, the use of dry powder mixtures is considered relevant. Powders are an additional cheap source of biologically active substances that are capable of forming stable complexes, improving digestion and organoleptic characteristics of semi-finished products with their use.

In the scientific and technical literature, there are a number of publications on the preparation of powders of these tubers and root crops, which describe the study of drying inulin-containing plant raw materials by non-traditional methods. For example, the kinetics of drying Jerusalem artichoke tubers using superheated steam at atmospheric pressure as a heat carrier in a pulsed fluidized bed has been investigated. The authors note that with impulse supply of the coolant, the Jerusalem artichoke layer is actively mixed, agglomerates are destroyed, which contributes to uniform drying [5].

However, it should be noted that in the above studies there is no analysis of the chemical composition of the dried powder, the expediency of which is due to the long-term effect of high temperature on the product, which causes the processes of caramelization and melanoid formation [6]. The consequence of these processes is a significant destruction of inulin, which is the target component of dried Jerusalem artichoke tuber powder.

Along with the advantages of the known drying methods, one should also note the disadvantages - the difficulty of ensuring uniform processing of a fixed layer of the product due to the irregularity of the infrared field and the low productivity of industrial devices of periodic action. The first drawback is confirmed by the light brown color of the dried product, which indicates the presence of caramelization and melanoidin formation during processing. A large amount of fructose also indicates a partial breakdown of inulin.

The kinetics of the process of drying Jerusalem artichoke tubers in a fluidized bed was investigated in the range of changing technological parameters: air temperature - 60-115 °C, the size of the product cubes face - 5, 6, 8, 10, 12 mm, the specific load of the product on the gas distribution grid - 15-25 kg / m², air speed - 2.2 m / s. The authors note that the dried product is characterized by high organoleptic characteristics. It is noted that the use of high temperatures in the advanced stage for drying a number of products of plant origin (especially for Jerusalem artichoke) is futile.

Thus, the analysis of studies of drying Jerusalem artichoke tubers in various ways shows that the best indicators of the finished product are provided when drying with a heat carrier with a temperature of up to 100 °C.

A known method of drying chicory root, in which the crushed chicory root is extracted with water and ethyl alcohol at a temperature of 90-95 °C, the extract is separated, concentrated to a solids content of 35-40% and dried by freeze-drying. During extraction, liquid CO₂ is dispersed into the extraction mixture, the target product is concentrated by freezing [7]. The disadvantage of this method is the complexity and cumbersomeness of technological processes due to several stages of extraction with water, at different temperatures, for several hours, freezing of the obtained extracts, two stages of freeze drying, which leads to an increase in the cost of chicory root powder and a decrease in its yield.

A known method of drying an extract of chicory root, in which the crushed chicory root is extracted with ethyl alcohol, the liquid phase is separated, concentrated and spray dried. Grinding of raw materials is carried out to a particle size of no more than 1 mm, extraction is carried out with 60-80% ethyl alcohol at a ratio of raw materials : extractant 1: (5-7), concentration is carried out by evaporation under vacuum to a ratio of raw materials - concentrate 1: (0.8-1, 3). The disadvantage of this method is the insufficient amount of inulin content in the resulting powder, a decrease in the yield of the product and the cumbersomeness of technological processes for producing chicory root powder.

The purpose of the article is to determine the rational parameters for drying Jerusalem artichoke tubers and chicory root for the maximum degree of preservation of the target component - inulin and ensuring minimum energy costs in the production of a powdered semi-finished product from Jerusalem artichoke and chicory.

Presentation of the main material. Due to the fact that the powdered semi-finished product from Jerusalem artichoke and chicory contains a valuable component - inulin, it was necessary to study the influence of methods and parameters of drying on its quantitative content. Drying of Jerusalem artichoke tubers was carried out in a centrifugal fluidized bed, the degree of influence of the shape and size of cubes on the intensity of drying was determined

The research was carried out on Jerusalem artichoke cubes with side sizes of 5, 6, 8, 10 and 12 mm. The air velocity in all experiments was 3.65 m / s, the filling factor of the working chamber was 0.26. Indoor air temperature 17 ° C, relative humidity 55%.

Analysis of these drying curves indicates that the processes of internal and external heat and mass transfer during drying of Jerusalem artichoke tubers largely depends on the particle size of the product. So, when drying cubes with a side size of 10 mm, the drying rate in the first period was $2.2 \times 10^{-2} / \text{s}$, and when drying cubes with a side size of 6 mm - $2.9 \times 10^{-2} / \text{s}$. Reducing the particle size increases the specific surface area of the product, that is, the contact surface of the dried material with the drying agent.

The characteristic size of the product also determines the path of moisture transfer from the inner layers to the evaporation surface - the smaller the size, the shorter the path. All this leads to an increase in the moisture exchange coefficient, which is inversely proportional to the value of the equivalent particle diameter.

The size of the cubes is due to the fact that their increase to $15 \times 15 \times 15 \text{ mm}$ leads to an increase in the drying time, while the product has a higher final moisture content in the range of 14-15%, a decrease in cubes to $5 \times 5 \times 5 \text{ mm}$ leads to sticking of the product on the working surface of the drum, which leads to product losses.

In experimental studies, when drying cubes of Jerusalem artichoke tubers with a side size of 5 mm, agglomerates of particles were formed that did not break when dropped. These agglomerates started to form after drying the surface of the cubes after the start of the drying process. With an increase in the size of the side of the cube to 10 mm, the formation of agglomerates was absent.

Figure 1 shows the curves of drying and drying speed of Jerusalem artichoke cubes measuring $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}$ at different air temperatures at the entrance to the working chamber.

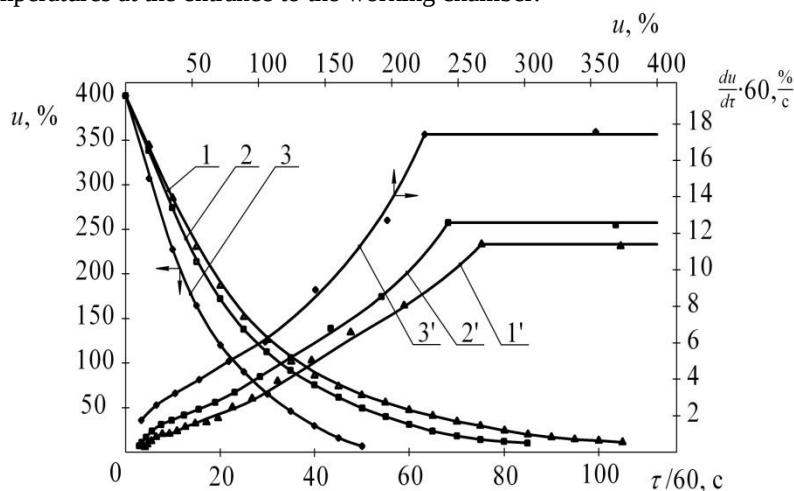


Figure 1. Curves of drying and drying rate of Jerusalem artichoke depending on the air temperature:
1, 1' - 75 ° C; 2, 2' - 90 ° C; 3, 3' - 110 ° C

As the analysis of curves 1', 2', 3' shows, the temperature rise in the center of the Jerusalem artichoke cube is very intense. The temperature head at the end of the process is: 4 ° C for curve 1', 8 ° C for curve 2' and 12 ° C for curve 3'. The air temperature significantly affects the duration of the process.

With its increase from 75 ° C to 105 ° C, the drying time to the equilibrium moisture content decreases by 2.3 times. At a temperature of 70-75 ° C, the drying process to a final moisture content of 12.2% lasts about $105 \times 60 \text{ s}$, while at 100-110 ° C to a final moisture content of 6-8% it takes about $45 \times 60 \text{ s}$, that is, in 2, 3 times faster.

The temperature of the product during drying determines the quality of drying Jerusalem artichoke, therefore, to quantify the severity of the temperature effect of each drying mode, the average temperature of the product was determined throughout the entire process. A number of studies have shown that the quality indicators of dried vegetables correlate well with the value of the average temperature.

Organoleptic characteristics, as well as the shape of the finished product, differ significantly for different air temperatures. At an air temperature of 75 ° C and 90 ° C during drying, a significant shrinkage of Jerusalem artichoke cubes occurs. They lose their original shape: the centers of the faces are displaced towards the center of the particle. At an air temperature of 110 ° C, the initial shape of Jerusalem artichoke cubes does not change (except for a general decrease in the volume of the cube), which indicates the volumetric nature of moisture evaporation due to the high temperature of the coolant.

The color of the finished product changes from slightly yellow (at an air temperature of 75 ° C) to light brown (at an air temperature of 110 ° C). Cubes dried at 110 ° C are hard, brittle and easy to grind into powder, while Jerusa-

Jerusalem artichoke particles dried at 75 °C and 90 °C are viscous and poorly crushed due to adhesion to the working body of the grinder. The taste is in all cases sweet, characteristic of the given product.

The color and structure of the finished product indicate a different degree of completeness of the reactions of caramelization and melanoid formation, due to different temperatures of the coolant. The light brown color and the corresponding structure for Jerusalem artichoke cubes dried at 110 °C indicate deeper changes in the carbohydrate complex. Therefore, such an air temperature leads to the loss of the target component of Jerusalem artichoke - inulin. On the other hand, drying at lower temperatures can lead to a significant increase in the duration of the process, which can increase energy costs.

The duration of the first stage of drying for cubes with a side size of 10 mm can be determined from the temperature curve 3 - this is the point in time when the temperature in the center of the particle reaches 65 °C. This happens 14×60 s after the start of the process.

Figure 2 shows the drying curves 1, the temperature in the center of the Jerusalem artichoke cube 2 and the air temperature at the entrance to the working chamber 3 with the above stepwise drying mode.

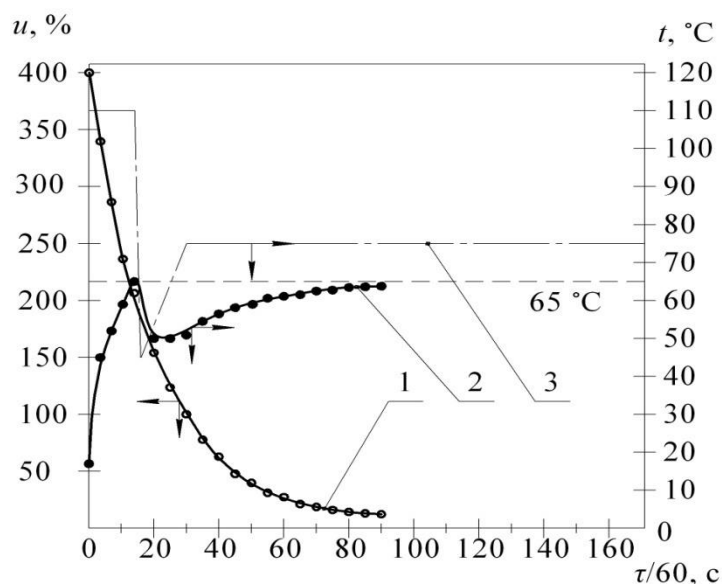


Figure 2. Stepwise mode of drying Jerusalem artichoke tubers

According to Figure 2, the air temperature after 14×60 s was sharply reduced to 45 °C in order to prevent overheating of the product, and further increased to 75 °C in order to reduce the moisture content. Analysis of curve 2 indicates that a stepped temperature regime was applied, which ensured the temperature inside the cubes below 65 °C during the entire process. The drying time was 90×60 s.

One of the stages of the technology for the production of powder from chicory root is its extraction in a water-alcohol solution at a ratio of the volume fractions of water and ethyl alcohol. After extraction, the chicory root is a fraction similar in structure to brewer's grains. For this, chicory root was crushed, the resulting powder was extracted with ethyl alcohol. In addition to inulin, chicory root contains a biologically active substance, which by its nature of origin belongs to the group of glycosides. Therefore, the extraction was carried out in order to remove the glycosidic substance intibin, which imparts a bitter taste to the chicory root.

It is known that inulin is difficult to dissolve in alcohol and cold water. The alcohol is able to remove the glycoside and give the chicory root a pleasant aftertaste. Therefore, when conducting a study on the extraction of chicory root, ethyl alcohol and distilled cold water were used as a liquid to reduce bitterness, making it possible to obtain a high quality product without losing the target component - inulin. The resulting solutions were left for a day to remove the glycosidic substance intibin, then filtered and dried. Having received the dried and crushed powder, the bitterness index was determined (figure 3).

Organoleptic characteristics of hydrolyzed chicory root powder were determined, according to which it was found that the powder obtained by extracting ethyl alcohol in a ratio of 1: 4 (sample No. 1) has a less bitter taste than powders obtained by extracting ethyl alcohol with water in a ratio of 1: 2: 2 (sample No. 3), 1: 1: 3 (sample No. 2), 1: 4 (sample No. 4). Thus, the use of ethyl alcohol provides a high quality product in terms of organoleptic characteristics.

When drying the chicory root, the following parameters were maintained: temperature 16-19 °C, relative humidity 48-49%, the radiation power of the microwave generator varied within 136-264 W, the weight of the product load was within 5-75 g.

The intensity of heating the product with microwave heat supply is determined by the properties of the product and the power of the electromagnetic field. Heat is generated directly in the product, and not in the external environment. Therefore, the integral parameter characterizing the degree of thermal effect on the product is the specific radia-

tion power of the microwave generator. Figure 4 shows the curves of drying and drying rate of chicory root depending on the specific radiation power of the microwave generator. The drying curves and drying speed in the graph show that the drying process takes place in almost three periods: product warming up, constant speed and decreasing speed.

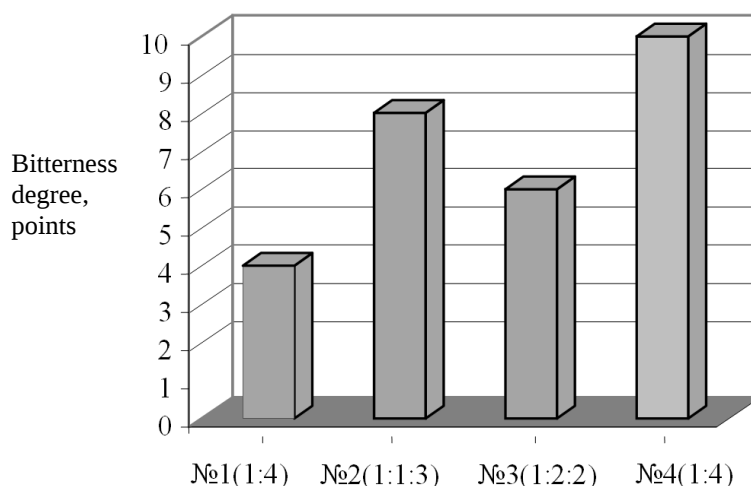


Figure 3. Effect of extraction on the bitterness of chicory root powder:

1) 1: 4 (25 g of powder: 100 g of ethyl alcohol); 2) 1: 1: 3 (25 g of powder: 25 g of ethyl alcohol: 75 g of water); 3) 1: 2: 2 (25 g of powder: 50 g of ethyl alcohol: 50 g of water); 4) 1: 4 (25 g powder: 100 g water)

When comparing curves 1' and 2' (Figure 4), it was determined that a decrease in the drying time is achieved mainly due to an increase in the drying rate in the second period, that is, intensification of external moisture transfer. For these experiments, the power of the microwave generators was the same and amounted to 136 W, and the initial masses were different - 75 g and 50 g, respectively. Moreover, in both cases, the product was loaded into the same container, and with an increase in its mass, the layer height proportionally increased. As a result, it can be stated that the thickness of the layer does not affect its diffusion resistance to moisture transfer in the third period, which is typical for microwave energy supply.

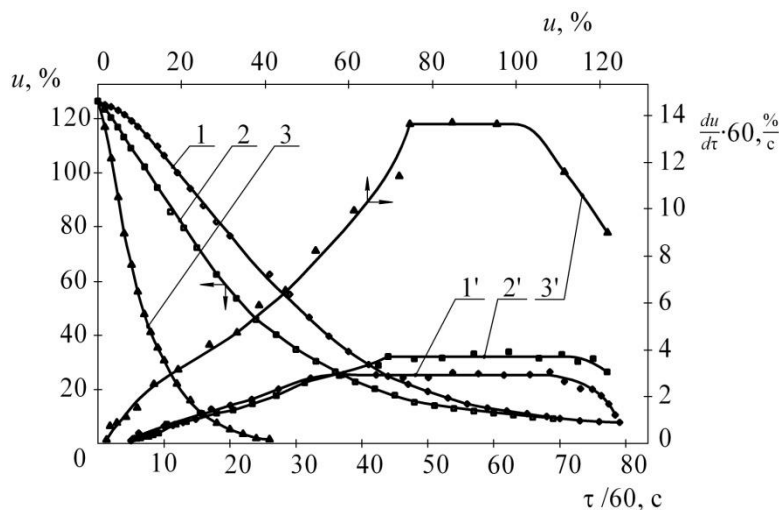


Figure 4. Curves of drying 1-3 and drying rates 1'-3' of chicory root at different values specific power: 1, 1' - 1.83 kW / kg; 2, 2' - 2.72 kW / kg; 3, 3' - 5.28 kW / kg

The drying rate curves in Figure 4 indicate that the reduction in drying time for the above two power values occurs both during a period of constant and during a period of decreasing drying speed. Thus, the constant drying rate is: at 1.83 kW / kg - 2.92% / min, at 5.28 kW / kg - 13.5% / min. Thus, an increase in power density accelerates both external and internal moisture transfer. When implementing the process in an industrial version, it is possible to recommend increased product loads per unit of the working surface plane, which will ensure the small dimensions of the drying unit and increase its productivity. To confirm this, the voltage of the working surface with moisture evaporation was determined: at 1.83 kW / kg it was 3.81 kg / (h × m²), at 2.72 kW / kg - 2.87 kg / (h × m²).

The drying time depends significantly on the specific power. So, with its value of 1.83 kW / kg, the drying time is 79 × 60 s, while at 5.28 kW / kg it decreases almost three times and is 28 × 60 s.

As a result of drying chicory root in a drying cabinet and a roasting cabinet, the amount of inulin is lost by 20-22%, the moisture content of the powder increases by 20-30%, compared to drying in the microwave field, in which the amount of inulin is lost by only 13%. Therefore, the most rational method of drying for chicory root is the microwave field, since the inulin content in the product is 10.9%, the moisture content of the powder is 8-9%.

When drying Jerusalem artichoke tubers in a roasting cabinet, the amount of inulin is lost by 22%, which is more than when drying in a centrifugal fluidized bed and in a microwave field, the moisture content of the powder increases by 30%. When drying tubers in a microwave field, the amount of inulin is lost by 5%, which is less than when drying in a centrifugal fluidized bed by 2%, but the moisture content of the powder increases by 25%. Also, during the drying of tubers in the microwave field and the roasting cabinet, the processes of caramelization and melanoidin formation occur intensively, which worsens the organoleptic characteristics of the powder. Therefore, the most rational way to dry Jerusalem artichoke tubers is to use a centrifugal fluidized bed, the amount of inulin is 11.9%, the moisture content of the powder is 6-8%.

Table 1 shows data on the quantitative content of inulin in powders of chicory root and Jerusalem artichoke tubers obtained under various drying modes.

The data in table 1 indicate that when drying Jerusalem artichoke tubers in a centrifugal fluidized bed at temperatures of 9-95 °C and 110-120 °C, the amount of inulin is 9.19% and 8.10%, respectively. At a drying temperature of 75-80 °C the amount of inulin is 12.13% more than that during the drying step mode, but this temperature leads to a rather long mu process from drying, and this in turn can lead to large power inputs.

Table 1

The quantitative content of inulin in powders of chicory root and Jerusalem artichoke tubers at different drying modes

Drying method	Drying temperature / power	The amount of inulin after drying, %
Jerusalem artichoke tubers		
Centrifugal fluidized bed	75-80 °C	12.13 ± 0.01
	90-95 °C	9.19 ± 0.02
	110-120 °C	8.10 ± 0.01
	step mode, Stage 1 - 110-120 °C, Stage 2 - 75-80 °C	11.90 ± 0.01
Chicory root		
Microwave heating	1.83 kW / kg	10.90 ± 0.02
	2.72 kW / kg	9.20 ± 0.01
	5.28 kW / kg	8.71 ± 0.01

Conclusions. The most optimal temperature regime for drying Jerusalem artichoke tubers is a step regime in a centrifugal fluidized bed: at the first stage - 110-120 °C, at the second - 75-80 °C, the amount of inulin being 11.9%. When drying chicory root in a microwave field, the most rational temperature regime is drying at a field power of 1.83 kW / kg, the inulin content is 10.9%. When chicory root is dried with a field power of 2.72 kW / kg and 5.28 kW / kg, the amount of inulin is 8.71% and 9.2%, respectively, which is less than when drying with a field power of 1.83 kW / kg.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии пищевых производств. Сушка сырья: учебное пособие для вузов / Г.И. Касьянов, Г.В. Семенов, В.А. Грицких, Т.Л. Троянова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 166 с.
2. Valluru R. Plant fructans in stress environments: emerging concepts and future prospects / R. Valluru, W. Van den Ende // J. Exp. Bot. (2008) 59 (11): 2905-2916.
3. Roberfroid M.B. Inulin – type fructans: functional food ingredients // J. Nutr. 2007 Nov; 137 (11 Suppl): 2493S-2502S.
4. Василев, Д. Инулин как пребиотик и заменитель жира в мясных продуктах / Д. Василев [и др.] // Теория и практика переработки мяса. – 2017. – № 2. – С. 4-12.
5. Danilcenko H. Quality of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers in Relation to Storage Conditions / H. Danilcenko, E. Jariene, P. Aleknaviciena, M. Gajewski // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 36(2) 2008. – pp. 23-27.
6. Джурков Т.Г. Исследование сушки биопродуктов в ротационно-импульсном псевдоожиженном слое. I Кинетика сушки / Т.Г. Джурков // АПК России. 2015. Т. 74. – С. 162-165.
7. Трубников А.А., Фурса Н.С., Литвиненко В.И., Аммосов А.С., Попова Т.П., Дыгай А.М. Способ получения сухого экстракта цикория [Текст]: патент на изобретение RU 2173557 C2, 20.09.2001. Заявка № 99117904/14 от 11.08.1999.

REFERENCES

1. Tekhnologii pishchevyh proizvodstv. Sushka syr'ya: uchebnoe posobie dlya vuzov / G.I. Kas'yanov, G.V. Semenov, V.A. Grickih, T.L. Troyanova. – 3-e izd., ispr. i dop. – Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2019. – 166 s.

2. Valluru R. Plant fructans in stress environments: emerging concepts and future prospects / R. Valluru, W. Van den Ende // J. Exp. Bot. (2008) 59 (11): 2905-2916.
3. Roberfroid M.B. Inulin – type fructans: functional food ingredients // J. Nutr. 2007 Nov; 137 (11 Suppl):2493S-2502S.
4. Vasilev, D. Inulin kak prebiotik i zamenitel' zhira v myasnyh produktah / D. Vasilev [i dr.] // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2017. – № 2. – С. 4-12.
5. Danilcenko H. Quality of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers in Relation to Storage Conditions / H. Danilcenko, E. Jariene, P. Aleknaviciena, M. Gajewski // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 36(2) 2008. – pp. 23-27.
6. Dzhurkov T.G. Issledovanie sushki bioproduktov v rotacionno-impul'snom psevdoozhizhennom sloe. I Kinetika sushki / T.G. Dzhurkov // APK Rossii. 2015. T. 74. – S. 162-165.
7. Trubnikov A.A., Fursa N.S., Litvinenko V.I., Ammosov A.S., Popova T.P., Dygaj A.M. Sposob polucheniya suhogo ekstrakta cikoriya [Tekst]: patent na izobretenie RU 2173557 C2, 20.09.2001. Zayavka № 99117904/14 ot 11.08.1999.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Ерёменко Дмитрий Олегович, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых технологий и оборудования, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение «Севастопольский государственный университет», e-mail: eremenko.dmitry@mail.ru

Eryomenko Dmitry, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technologies and Equipment, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», e-mail: eremenko.dmitry@mail.ru

Османова Юлия Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технология и организация производства продуктов питания имени А.Ф. Коршуновой, Государственная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», e-mail: hjvfirf.78@list.ru

Osmanova Yuliya, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Food Production named after A.F. Korshunova, State Organization of Higher Professional Education «Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, e-mail: hjvfirf.78@list.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

УДК 637.522

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.11

И.А. Зачесова [I.A. Zachesova]¹,С.В. Колобов [S.V. Kolobov]²**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОТЛЕТ ОЛЕНЬИХ ОСОБЫХ И КОТЛЕТ, ВЫРАБОТАННЫХ ПО ТРАДИЦИОННОЙ РЕЦЕПТУРЕ И ТЕХНОЛОГИИ****COMPARATIVE EVALUATION OF CONSUMER PROPERTIES OF SPECIAL DEER CUTLETS AND CUTLETS DEVELOPED ACCORDING TO THE TRADITIONAL RECIPE AND TECHNOLOGY**¹ **ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина»/ Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology-K. I. Scriabin MBA», e-mail: nessa_zachesova@mail.ru**² **АНО ВО «Московский гуманитарный университет»/ Moscow University for the Humanities, e-mail: 97rus@mail.ru**

Аннотация: В статье представлены результаты сравнительной оценки потребительских свойств котлет Оленьих особых и котлет, выработанных по традиционной рецептуре и технологии. Установлено, что котлеты Оленьи особые по органолептическим показателям не уступают контрольному образцу. Аминокислотный состав белка котлет без порошка топинамбура и котлет Оленьих особых приближен к эталонному значению ФАО/ВОЗ. При добавлении порошка из клубней топинамбура в котлетах увеличивается содержание витаминов В₁, В₂, В₅, С, а также обнаружен витамин В₇, которого нет в контрольном образце. В котлетах Оленьих особых выше содержание кальция, калия, железа, а также содержится кремний, которого нет в контрольном образце котлет. Исследования показали, что котлеты Оленьи особые обладают высокими потребительскими свойствами.

Ключевые слова: мясорастительные полуфабрикаты, оленина, мясо северного оленя, топинамбур, порошок топинамбура.

Abstract: The article presents the results of the comparative evaluation of consumer properties of particular Deer chops and cutlets, produced according to traditional recipes and technologies determined that Deer burgers special organoleptic characteristics are not inferior to the control sample. Amino acid composition of protein cutlets without Jerusalem artichoke powder and special cutlets is close to the reference value of FAO/WHO. When adding powder from Jerusalem artichoke tubers in cutlets, the content of vitamins B₁, B₂, B₅, C increases, and vitamin B₇, which is not found in the control sample, is also found. In deer cutlets special higher content of calcium, potassium, iron, and contains silicon, which is not in the control sample cutlets. Studies have shown that special deer cutlets have high consumer properties.

Key words: meat and vegetable semi-finished products, venison, reindeer meat, jerusalem artichoke, jerusalem artichoke powder.

Введение. В настоящее время широкое распространение в мире получили продукты питания функционального назначения, улучшающие структуру питания человека. С целью повышения пищевой ценности мясных продуктов для их производства используют различные технологические добавки, такие как продукты переработки тыквы, топинамбура, горчицы, кукурузы, плодовоовощных порошков, которые служат источником белков, витаминов, минеральных веществ, углеводов, пищевых волокон [1, 2, 3].

Материалы и методы. Инулинсодержащие сырье является перспективным сырьевым растительным источником, обогащающим мясные продукты пищевыми растворимыми волокнами. При разработке рецептуры котлет в качестве пищевой добавки применялся порошок топинамбура. Выбор данной пищевой добавки объясняется ее высокой пищевой ценностью. В порошке из клубней топинамбура содержатся белки, что очень важно при производстве мясных продуктов. Сбалансированность состава незаменимых аминокислот белка, содержащегося в добавке, приближается к «идеальному белку». В качестве основного мясного сырья было выбрано мясо северного оленя. Имея сравнительно низкую энергетическую ценность, оленина выделяется большим содержанием белков и достаточно низким наличием жиров. По сбалансированности аминокислотного состава оленина превосходит свинину и баранину [1, 2, 4, 5].

Цель исследования заключалась в проведении сравнительной оценки потребительских свойств котлет Оленьих особых и котлет, выработанных по традиционной рецептуре и технологии.

Объектами исследования являлись котлеты Оленьи особые с содержанием порошка из клубней топинамбура в количестве 8% от массы сырья и котлеты без добавления порошка из клубней топинамбура (контрольный образец). Котлеты выработаны по традиционной технологии. Котлеты готовили оленины жилованной, свинины жилованной полужирной, лука репчатого, шпика свиного, яиц куриных, соли поваренной пищевой, хлеба из пшеничной муки высшего сорта, сухарей панировочных, перца черного молотого. Топинамбур представлял собой однородный порошок, светло-кремового цвета, без посторонних привкусов и запахов и имел массовую долю влаги 5%. Образцы котлет исследовали в сыром и термообработанном виде [6].

Результаты исследования и обсуждения. На первом этапе исследования потребительских свойств разработанных мясосодержащих котлет Оленьих особых оценивали органолептические показатели качества [7].

В таблице 1 приведены органолептические показатели качества разработанного полуфабриката в сравнении с контрольным образцом. Внешний вид, вид на срезе, цвет и запах полуфабрикатов оценивали в сыром виде. Вкус оценивали после тепловой обработки – жарки.

Таблица 1

Органолептические показатели качества мясосодержащих котлет

№ п/п	Наименование показателя	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые
1	Внешний вид	Измельченная однородная масса без костей, хрящей, сухожилий, грубой соединительной ткани, кровяных сгустков и пленок, равномерно перемешана, без разорванных и ломаных краев, равномерно покрыта панировочными сухарями	Измельченная однородная масса без костей, хрящей, сухожилий, грубой соединительной ткани, кровяных сгустков и пленок, равномерно перемешана, без разорванных и ломаных краев, равномерно покрыта панировочными сухарями
2	Вид на срезе	Фарш хорошо перемешан, масса однородная с включением ингредиентов рецептуры	Фарш хорошо перемешан, масса однородная с включением ингредиентов рецептуры
3	Цвет, запах, вкус	Свойственный данному наименованию полуфабриката с учетом используемых рецептурных компонентов, без посторонних привкуса и запаха	Свойственный данному наименованию полуфабриката с учетом используемых рецептурных компонентов, без посторонних привкуса и запаха

В таблице 2 приведены результаты оценки органолептических показателей дегустационной комиссией, состоящей из 7 экспертов. Проводилась закрытая дегустация котлет по 9-балльной шкале. Оценивался каждый показатель качества и выставлялась общая средняя оценка [7].

Таблица 2

Дегустационная оценка качества мясосодержащих котлет

№ п/п	Наименование показателя	Оценка, баллы	
		Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые
1	Внешний вид	8,6±0,2	8,5±0,3
2	Цвет на разрезе	8,4±0,1	8,3±0,1
3	Запах	8,5±0,2	8,5±0,2
4	Вкус	8,4±0,3	8,4±0,1
5	Консистенция	7,9±0,2	8,5±0,2
6	Сочность	7,8±0,3	8,6±0,3
7	Общая оценка качества	8,3±0,3	8,5±0,2

Анализ результатов дегустационной оценки качества котлет показал, что по органолептическим показателям разработанный продукт не уступает контрольному образцу. Следует отметить более высокую общую оценку качества разработанных котлет по сравнению с контрольным образцом.

В таблице 3 приведены результаты исследований общего химического состава разработанных котлет.

Таблица 3

Общий химический состав мясосодержащих котлет

№ п/п	Наименование показателя	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые
1	Массовая доля белка, %	12,84±0,35	10,63±0,27
2	Массовая доля жира, %	15,22±0,28	10,37±0,26
3	Массовая доля углеводов, %	7,98	12,38
4	Массовая доля золы, %	1,84±0,06	1,69±0,07
5	Массовая доля влаги, %	62,12±0,64	64,93±0,52

Анализ данных, приведенных в таблице 3, показывает, что разработанные мясосодержащие котлеты содержат меньше белка, жира, золы, влаги и больше углеводов по сравнению с контрольным образцом [8].

Результаты исследования аминокислотного состава белка оцениваемых полуфабрикатов представлены в таблице 4, данные которой свидетельствуют о том, что аминокислотный состав белка котлет без порошка топинамбура и с порошком топинамбура приближен к эталонному значению ФАО/ВОЗ.

Таблица 4

Аминокислотный состав белка мясосодержащих котлет

№ п/п	Наименование аминокислоты	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)		Котлеты Оленьи особые		Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка
		Содержание аминокислот, г/100 г белка	Скор, %	Содержание аминокислот, г/100 г белка	Скор, %	
2	Изолейцин	5,12±0,02	128,00	4,89±0,01	122,25	4,0
3	Лейцин	7,82±0,03	111,71	7,74±0,05	110,57	7,0

4	Лизин	6,12±0,04	111,27	5,90±0,04	107,27	5,5
5	Метионин + Цистин	3,23±0,04	92,28	3,00±0,03	85,71	3,5
6	Фенилаланин +Тирозин	5,90±0,01	98,33	6,10±0,01	101,66	6,0
7	Треонин	3,63±0,01	90,75	3,52±0,02	88,00	4,0
8	Триптофан	1,24±0,01	124,00	1,23±0,01	123,00	1,0
9	Валин	5,24±0,01	104,8	5,17±0,03	103,4	5,0
10	Сумма незаменимых аминокислот	38,30	-	37,53	-	36,0

Нами проведена оценка содержания витаминов и минеральных элементов в мясосодержащих рубленых полуфабрикатах, выработанных с введением в рецептуру разного количества порошка из клубней топинамбура [8]. Результаты представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

Содержание витаминов в мясосодержащих котлетах

№ п/п	Наименование витамина	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые
1	B ₁ , мг/100 г	0,273±0,006	0,347±0,004
2	B ₂ , мг/100 г	0,299±0,005	0,808±0,001
3	B ₄ , мг/100 г	25,013±0,5	21,552±0,5
4	B ₅ , мг/100 г	0,170±0,01	0,250±0,02
5	B ₆ , мг/100 г	0,229±0,02	0,224±0,02
6	B ₇ , мкг/100 г	-	3,943±0,03
7	B ₉ , мкг/100 г	11,049±0,3	9,526±0,1
8	B ₁₂ , мкг/100 г	0,258±0,06	0,220±0,03
9	C, мг/100 г	0,263±0,01	1,034±0,01
10	PP (B ₃), мг/100 г	4,904±0,05	4,228±0,06
11	E (ТЭ), мг/100 г	0,449±0,004	0,366±0,004
12	A (РЭ), мкг/100 г	6,371±0,01	4,799±0,01

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что введение в рецептуру котлет порошка из клубней топинамбура влияет на содержание витаминов группы в готовом продукте. При добавлении порошка из клубней топинамбура в котлетах увеличивается содержание витаминов B₁, B₂, B₅, C, а также обнаружен витамин B₇, которого не было в котлетах без топинамбура. Количество витаминов B₄, B₆, B₉, B₁₂, PP, E, A уменьшается. Следует отметить увеличение витаминов C и B₂ в 3,93 и 2,70 раза соответственно.

Результаты исследования содержания минеральных веществ в котлетах представлены в таблице 6.

Таблица 6

Содержание макро - и микроэлементов в мясосодержащих котлетах

№ п/п	Наименование минерального элемента	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые
Макроэлементы			
1	Кальций, мг/100г	20,855±0,6	23,974±0,4
2	Магний, мг/100г	17,010±0,1	15,716±0,3
3	Калий, мг/100г	196,758±2,5	334,528±2,0
4	Натрий, мг/100г	509,373±3,8	434,359±2,7
5	Фосфор, мг/100г	122,831±1,5	109,355±1,3
6	Сера, мг/100г	127,560±2,5	96,517±3,0
7	Хлор, мг/100г	694,671±5,1	597,578±4,5
Микроэлементы			
8	Железо, мг/100г	1,820±0,3	3,005±0,4
9	Медь, мкг/100г	109,219±1,7	83,847±1,5
10	Марганец, мг/100г	22,487±0,4	15,197±0,1
11	Цинк, мкг/100г	1 976,676±3,5	1 408,088±3,5
12	Кремний, мг/100г	-	0,552±0,02
13	Кобальт, мкг/100г	2,246±0,04	1,935±0,05
14	Селен, мкг/100г	10,334±0,1	7,188±0,1
15	Йод, мкг/100г	1,845±0,05	1,590±0,03
16	Фтор, мкг/100г	15,618±0,56	13,458±0,10
17	Хром, мкг/100г	3,139±0,12	2,705±0,15
18	Молибден, мкг/100г	9,083±0,13	7,138±0,18

Из данных таблицы 6 следует, что в котлетах Оленьих особых выше содержание кальция, калия, железа, а также обнаружен кремний, которого не было отмечено в контрольных образцах котлет.

Наряду с органолептическими и физико-химическими свойствами, не менее важной группой потребительских свойств являются показатели безопасности. Учитывая это, исследовали микробиологические показате-

тели безопасности выработанных мясосодержащих котлет в сравнении с контрольным образцом. Результаты исследования приведены в таблице 7.

Таблица 7

Микробиологические показатели безопасности мясосодержащих котлет

№ п/п	Наименование показателя	Котлеты без порошка топинамбура (контроль)	Котлеты Оленьи особые	Требования ТР ТС 034/2013
1	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г	$2,5 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$	не более $5 \cdot 10^6$
2	Бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 0,0001 г продукта	отсутствуют	отсутствуют	не допускаются
3	Плесень, КОЕ/г	отсутствует	отсутствует	не более 500

Из приведенных в таблице 7 результатов видно, что мясосодержащие котлеты по микробиологическим показателям безопасности соответствуют требованиям ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» [9].

Следует отметить более низкое количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в разработанных котлетах по сравнению с контрольным образцом. Это можно объяснить более низким количеством КМАФАнМ в порошке из клубней топинамбура по сравнению с мясным сырьем.

Выводы. В результате сравнительной оценки потребительских свойств котлет Оленьих особых и котлет, выработанных по традиционной рецептуре и технологии установлено:

- по органолептическим показателям разработанный продукт не уступает контрольному образцу;
- аминокислотный состав белка котлет без порошка топинамбура и с порошком топинамбура приближен к эталонному значению ФАО/ВОЗ;
- при добавлении порошка из клубней топинамбура в котлетах увеличивается содержание витаминов В₁, В₂, В₅, С, а также обнаружен витамин В₇, которого не было в контрольных образцах котлет;
- в котлетах Оленьих особых выше содержание кальция, калия, железа, а также обнаружен кремний, которого не было отмечено в контрольных образцах котлет.

Исследования показали, что котлеты Оленьи особые обладают высокими потребительскими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зачесова, И.А. Использование порошка топинамбура в производстве мясных рубленых полуфабрикатов / И.А. Зачесова, С.В. Колобов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2018. №3(50). С. 6-11.
2. Зачесова, И.А. Исследование микроструктурных изменений мясных полуфабрикатов из оленины с добавлением порошка топинамбура / И.А. Зачесова, С.В. Колобов, В.А. Пчелкина // Современная наука и инновации. – 2018. - № 3 (23). - С. 122-130.
3. Botanik Z. Topinambur (*Helianthus tuberosus*) // Anbau und Pflanzenschutz Nachwachsender Rohstoffe (Sonderkulturen). 2004. Т. 3. С. 7.
4. Stanley J. Kays Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke. [Электронный ресурс]// URL:<http://documents.mx/documents/55720f53497959fc0b8c8ffa.html>. (дата обращения: 29.03.2019).
5. D.R. Cosgrove, E.A. Oelke, J.D. Doll, D.W. Davis Jerusalem artichoke [Электронный ресурс]//URL: <http://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jerusart.html> (дата обращения: 29.03.2019).
6. Страхова, С.А. Разработка рецептуры мясных котлет с использованием порошка топинамбура / С.А. Страхова, И.А. Зачесова, С.В. Колобов // Товаровед продовольственных товаров. - 2017. - № 5. – С. 17 – 21.
7. ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. – Введ. 01-01-2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 20 с.
8. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. - М.: Колос, 2001. – 571 с.
9. ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»

REFERENCES

1. Zachesova, I.A., Kolobov, S.V. The use of the powder of Jerusalem artichoke in the production of meat semi-finished products / I.A. Zachesova, S.V. Kolobov / Technology of innovative food products. 2018. №3 (50). P. 6-11.
2. Strakhova, S.A. Formulation of meat patties by using powder of Jerusalem artichoke / S.A. Strakhova, I.A. Zachesova, S.V. Kolobov // Commodity food products. - 2017. - № 5. - P. 17 – 21.
3. Botanik Z. Topinambur (*Helianthus tuberosus*) // Anbau und Pflanzenschutz Nachwachsender Rohstoffe (Sonderkulturen). 2004. Т. 3. С. 7.
4. Stanley J. Kays Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke. [Электронный ресурс]// URL:<http://documents.mx/documents/55720f53497959fc0b8c8ffa.html>. (дата обращения: 29.03.2019).
5. D.R. Cosgrove, E.A. Oelke, J.D. Doll, D.W. Davis Jerusalem artichoke [Электронный ресурс]//URL: <http://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jeruart.html> / (дата обращения: 29.03.2019).
6. Strakhova, S.A. Development of the recipe of meat cutlets using Jerusalem artichoke powder / S.A. Strakhova, I.A. Zachesova, S.V. Kolobov // Commodity Expert of food products. - 2017. - № 5. - P. 17 – 21.
7. GOST 9959-2015 Meat and meat products. The General conditions for sensory evaluation. – Enter. 01-01-2017. – М.: Standartinform, 2016. – 20 p.
8. Antipova, L.V. Methods of research of meat and meat products / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. - Moscow: Kolos, 2001. – 571 p.
9. Technical regulation of the Customs Union 034/2013 "On safety of meat and meat products"

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Зачесова Инесса Александровна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», тел.: 89263731869, nessa_zachesova@mail.ru

Zachesova Inessa Aleksandrovna, Senior lecturer of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology-MBA named after K. I. Scriabin, tel.: 89263731869, nessa_zachesova@mail.ru

Колобов Станислав Викторович, кандидат технических наук, доцент, АНО ВО «Московский гуманитарный университет», 8926548868, 97rus@mail.ru

Kolobov Stanislav Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ANO VO "Moscow Humanitarian University", 8926548868, 97rus@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

Н.А. Ермошин [N. A. Yermoshin]¹,
Я.С. Романчикова [S. Romanchikova]²

УДК 664.001.5

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.12

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К НАУЧНОМУ
ОБОСНОВАНИЮ МОДИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

**A CONCEPTUAL APPROACH TO THE SCIENTIFIC
JUSTIFICATION OF THE MODIFICATION OF TECHNICAL
MEANS AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF FOOD
PRODUCTION**

¹ ВАМТО, Санкт-Петербург/ VAMTO, St. Petersburg, e-mail: ermonata@mail.ru

² РАНХуГС, Санкт-Петербург/ RANEPa, St. Petersburg,
e-mail romanchikova.jana@mail.ru

Аннотация: Рассматриваются и анализируются основные направления и методы разработки технических решений в целях повышения эксплуатационных свойств технологического оборудования пищевой промышленности. Предлагается концептуальный подход к научному обоснованию технических решений для модификации и разработки технических устройств с применением физических, механических, химических моделей технологических процессов продовольственного обеспечения. Раскрываются принципы модификации технических средств производства и квалиметрии продовольствия при комплексном применении методов таксономии функциональных характеристик и квалиметрических показателей, анализа точности и стабильности технологических процессов, теории выполнения экспериментальных исследований, имитационного моделирования, а также статистических методов.

Ключевые слова: технологическое оборудование, технические средства, научное обоснование, модификация, методологические принципы.

Abstract. The main directions and methods of developing technical solutions for improving the operational properties of food processing equipment are considered and analyzed. A conceptual approach to the scientific justification of technical solutions for the modification and development of technical devices using physical, mechanical, and chemical models of technological processes of food supply is proposed. The principles of modification of technical means of production and food quality are revealed in the complex application of methods of taxonomy of functional characteristics and qualimetric indicators, analysis of accuracy and stability of technological processes, theory of experimental research, simulation modeling, as well as statistical methods.

Key words: technological equipment, technical means, scientific justification, modification, methodological principles.

Введение. Качество питания определяет уровень жизни населения, благосостояние и национальную безопасность общества. Решение проблем повышения качества продуктов питания требует определения рациональных способов модификации технологического оборудования пищевой промышленности. Необходимы новые технические решения, разработанные с применением инновационных технологий, базирующиеся на использовании современных материалов, физических, механических, химических моделей технологических процессов продовольственного обеспечения. Несмотря на большое количество научных работ, посвященных этой области исследований, задачи создания методологии обоснования технических решений модификации технических средств и технологического оборудования процессов транспортирования, хранения, переработки, производства продуктов питания и контроля их качества, не решены. Основная сложность в решении этой задачи состоит в отсутствии возможности отразить процессы и содержание модификации на основе какой-либо одной теории. Научное обоснование таких решений требует применения совокупности методов, относящихся к разным разделам теоретической и практической физики, химии, квалиметрии, теории упругости и прочности, экономики и логистики и многих других областей науки.

Объект и методы исследования. В качестве методологической базы научного обоснования технических решений совершенствования технических средств и технологических процессов продовольственного обеспечения целесообразно применять комплекс наиболее общих методов теоретических и экспериментальных исследований. Прежде всего, это методы таксономического и корреляционно-регрессионного исследования, теории планирования эксперимента, имитационного моделирования, а также статистические методы анализа точности и стабильности технологических процессов [1-3].

К примеру, для обоснования технических характеристик и эксплуатационных свойств приборов и устройств контроля качества продуктов питания можно успешно использовать методы таксономии функциональных характеристик и квалиметрических показателей.

В подробной ситуации цель научного обоснования, как правило, будет состоять в разработке технических решений и технических устройств, функционирование которых основано на установлении степени соответствия тех или иных квалиметрических параметров продуктов питания их физическим единицам измерения (геометрические, электрические, магнитные, тепловые и др. параметры), определяемым с применением предлагаемых технических устройств. В целях определения уровня соответствия (расхождения) можно использо-

вать результаты сравнения квалитетических параметров эталонных образцов продуктов питания с реальными (измеренными) показателями качества исследуемого продовольствия, включая продукты питания низкого (сомнительного) качества и фальсификаты [4-8].

Численные значения выявленных, посредством расчетов, показателей (коэффициентов) тождественности эталонного образца фактическому продукту питания позволяют определить интервалы единиц измерения физических величин, характеризующих показатели качества, соответствующие свежему (эталонному), качественному, удовлетворительно качественному состоянию образца, а также его неудовлетворительному качеству и фальсификату.

В соответствии с этим, для анализа и оценки уровня качественного состояния продуктов питания и исходных компонентов целесообразно использовать принципы таксономии функциональных характеристик и квалитетических показателей. Методы таксономического анализа позволяют на основе сравнения объектов (эталона и исследуемого образца) по заранее установленным признакам оценить степень их схожести. В рассматриваемой постановке задачи предлагаемый концептуальный подход является ни чем иным, как моделью функционирования технических средств контроля за качеством продуктов питания.

Следует принять во внимание, что квалитетические параметры продовольственных продуктов, позволяют делать выводы о наличии (отсутствии) у них определенных свойств. При таком рассмотрении эти параметры (показатели качества) можно легко свести к логическим. Использование такого преобразования обеспечивает возможность с необходимой адекватностью имитировать работу технических средств контроля качества продовольственной продукции на основе определения меры ее сходства с эталонными образцами.

Исходя из этого, предусматривается, что имеются признаки, характеризующие качество некоторого множества (набора) продовольственных продуктов. Например, в [4, 6, 8] такие признаки установлены для рыбы, мяса, овощей, хлебопекарных дрожжей, фруктов и др.

Для выполнения расчетов по определению меры соответствия продуктов питания в реальном состоянии установленным признакам формируется матрица (таблица 1), в которой каждому j -му продовольственному продукту присваивается строка m с элементами матрицы δ_{ji} , принимающими значения единицы или нуля в соответствии с правилом:

$$\delta_{ji} = \begin{cases} 1 & \text{при наличии у } j\text{-го объекта } i\text{-го признака,} \\ 0 & \text{при отсутствии признака.} \end{cases}$$

Наличие (отсутствие) у продовольственного продукта i -го признака оценивается коэффициентом информативности, равным отношению числа продуктов питания, у которых данный признак отсутствует, к числу таких продовольственных продуктов, у которых он есть:

$$K_{\text{инф } i}^{(1)} = \frac{n - \sum_{j=1}^n \delta_{ji}}{\sum_{j=1}^n \delta_{ji}} \quad (1)$$

Таблица 1

Признаки органолептических параметров качества продовольственных продуктов						
Продукты питания	Органолептические показатели качества					
	Внешний вид			Запах	Вкус	Текстура (конси- стенция) продукции
	Цвет	Форма	Состояние по- верхности			
Мясо						
свежее (эталонный образец)	0	0	0	0	0	0
качественное	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	1	0	1	0	0	1
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
фальсификат	1	1	1	1	1	1
Рыба						
свежее (эталонный образец)	0	0	0	0	0	0
качественное	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	1	0	0	1	0	1
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
Масло коровье						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	0	0	0	0	1	0
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
фальсификат	1	1	1	1	1	1
Овощи						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0

удовлетворительное	0	0	1	1	0	1
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
Фрукты						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	0	0	1	1	0	1
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
Дрожжи хлебопекарные						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	0	0	0	0	0	0
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
Мука						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	0	0	0	0	0	0
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
фальсификат	1	1	1	1	1	1
Сахар						
эталонный образец	0	0	0	0	0	0
удовлетворительное	0	0	0	0	0	0
неудовлетворительное	1	1	1	1	1	1
фальсификат	1	1	1	1	1	1

Иными словами, если признак свойственен для всех образцов продовольственного продукта ($\sum_{j=1}^n \delta_{ji} = n$), то его информативность является нулевой ($K_{инф\ i}^{(1)} = 0$), и, наоборот, в том случае, когда признак имеется только у одного из образцов, то его информативность максимальна, т.е. $K_{инф\ i}^{(1)} = n - 1$.

Вместе с тем, распознавание качества образца может производиться не только по наличию квалиметрического параметра, но и по его отсутствию. Коэффициент информативности отсутствия у продукта питания i -го квалиметрического параметра (признака) определяется отношением числа образцов, у которых он присутствует, к числу образцов, у которых он отсутствует:

$$K_{инф\ i}^{(o)} = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_{ji}}{n - \sum_{j=1}^n \delta_{ji}}. \quad (2)$$

Несложно увидеть, что

$$K_{инф\ i}^{(o)} = \frac{1}{K_{инф\ i}^{(1)}}. \quad (3)$$

Результаты расчета коэффициентов $K_{инф\ i}^{(o)}$ и $K_{инф\ i}^{(1)}$ целесообразно представить в форме матрицы размерностью $2 \times m$ (где m – количество квалиметрических показателей, а 2 – информативность или отсутствие информативности), где в одной строке указывается значение $K_{инф\ i}^{(1)}$ для конкретного образца, а во второй – $K_{инф\ i}^{(o)}$ для всех $i = \overline{1, m}$. Так как метод таксономии функциональных характеристик и квалиметрических показателей основан на попарном сравнении подвергающегося контролю продукта питания с эталоном, то в качестве степени сходства рассчитывается показатель (коэффициент) сходства $K_{cx}^{(об\ эм^1)}$. Для этого используется следующая зависимость

$$K_{cx}^{(об\ эм^1)} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (W_i^{(1,1)} \cdot \delta_i^{(1,1)} + W_i^{(0,0)} \cdot \delta_i^{(0,0)} + W_i^{(0,0)} + W_i^{(0,1,1,0)} \cdot \delta_i^{(0,1,1,0)}), \quad (4)$$

где $W_i^{(1,1)} = K_{инф\ i}^{(1)}$ – показатель значимости, который учитывает вклад в меру сходства наличия у контролируемого продукта питания и эталонного образца i -го признака;

$W_i^{(0,0)} = K_{инф\ i}^{(0)}$ – показатель значимости, который учитывает вклад в меру сходства отсутствия у контролируемого продукта питания и эталонного образца i -го признака;

$W_i^{(0,1,1,0)} = 1$ – показатель значимости, который учитывает вклад в формирование меры сходства несовпадения наличия или отсутствия у контролируемого продукта питания и эталонного образца i -го признака.

Здесь

$$\begin{aligned}\delta_i^{(1,1)} &= \begin{cases} 1, & \text{если } \delta_{об\ i} = \delta_{эм\ i} = 1, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \\ \delta_i^{(0,0)} &= \begin{cases} 1, & \text{если } \delta_{об\ i} = \delta_{эм\ i} = 0, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \\ \delta_i^{(0,1,1,0)} &= \begin{cases} 1, & \text{если } \delta_{об\ i} \neq \delta_{эм\ i}, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \\ \sum_{i=1}^m (\delta_i^{(1,1)} + \delta_i^{(0,0)} + \delta_i^{(0,1,1,0)}) &= m. \end{aligned} \quad (5)$$

При выполнении последовательного сравнения эталонных и фактических продуктов питания по установленным признакам качества посредством расчета коэффициентов сходства, их вычисленные значения образуют матрицу размерностью $N \times N$, обладающую интерактивными свойствами.

С использованием рассчитанных по формуле (4) значений коэффициентов сходства, оценивается степень качественного состояния конкретного продовольственного продукта. В ситуации, когда признаки качества имеют не только логическую природу, но и количественные измерители, элементами матрицы являются конкретные физические величины с соответствующими единицами измерения квалитетических параметров эталонных образцов продовольственных продуктов.

В этом случае принимаются во внимание следующие условия:

1. Сумма коэффициентов сходства продовольственных продуктов с самими собой равна числу продовольственных продуктов

$$\sum_{j=1}^n K_{cx\ i-j} = n. \quad (6)$$

2. Сумма коэффициентов сходства любого продукта питания с самим собой и со всеми образцами равна нулю:

$$\sum_{j=1}^n K_{cx\ j-i} = 0, \quad i = 1, \overline{n}. \quad (7)$$

Рассмотренные условия, характеризующие свойства эталонных образцов продуктов питания, обеспечивают возможность оценки достоверности расчетов коэффициентов сходства.

Кроме методов таксономического анализа, в целях оценки работоспособности технических средств производства продовольствия целесообразно использовать статистические методы анализа точности и стабильности технологических процессов. Применение методов статистического анализа и проверки гипотез дает возможность выбрать режимы работы технологического оборудования на всех этапах производства продовольственных продуктов. В связи со сложностью и большой трудоемкостью получения аналитических зависимостей оценки работоспособности всех видов технологического оборудования пищевой промышленности необходимо разработать единый методологический подход к решению этой задачи, базирующийся на построении и применении имитационных моделей.

Методы имитационного моделирования и теории планирования эксперимента предлагается использовать для сокращения количества натурных испытаний образцов технологического оборудования для пищевых производств, а также хранения и транспортировки продовольственных продуктов. Комплексное использование этих методов обеспечит возможность значительного сокращения затрат на поиск оптимальных технических решений по применению конструктивных материалов для изготовления технических средств и технологического оборудования для пищевой промышленности.

Новизна предлагаемого подхода к научному обоснованию технических решений модификации технических средств и технологического оборудования пищевых производств заключается в комплексном применении совокупности методов таксономического анализа, теории планирования эксперимента, имитационного моделирования, а также статистических методов анализа точности и стабильности технологических процессов. В свою очередь, научное обоснование новых технических и технологических решений заключается в применении научно обоснованных методов, моделей, методик теоретических и экспериментальных исследо-

ваний для расчета параметров и определения новых показателей соответствия технических средств и технологий продовольственного обеспечения технико-экономическим, экологическим, эксплуатационным, гигиеническим и др. требованиям к образцам технических средств, технологическому оборудованию и технологическим процессам транспортирования, хранения, переработки, производства пищевых продуктов и контроля их качества.

Полученные результаты и их обсуждение. С применением совокупности методов таксономии функциональных характеристик и квалитетических показателей проведена экспериментальная проверка пригодности предлагаемых технических решений [4, 5, 6, 7, 8] контроля качества пищевых продуктов, их технических характеристик и эксплуатационных свойств.

Цель экспериментальных исследований состояла в определении коэффициентов сходства эталонных квалитетических параметров пищевых продуктов с измеренными показателями (фактическими величинами, характеризующими качество исследуемых продуктов питания).

Количественные значения рассчитанных коэффициентов сходства эталонного образца с фактическим продуктом питания позволили определить интервалы единиц измерения физических квалитетических параметров соответствующих свежему (эталонному), удовлетворительному и неудовлетворительному качеству, а также фальсификату. Для этого была выполнена декомпозиция коэффициентов сходства эталонного образца продукта питания (рисунок 1).

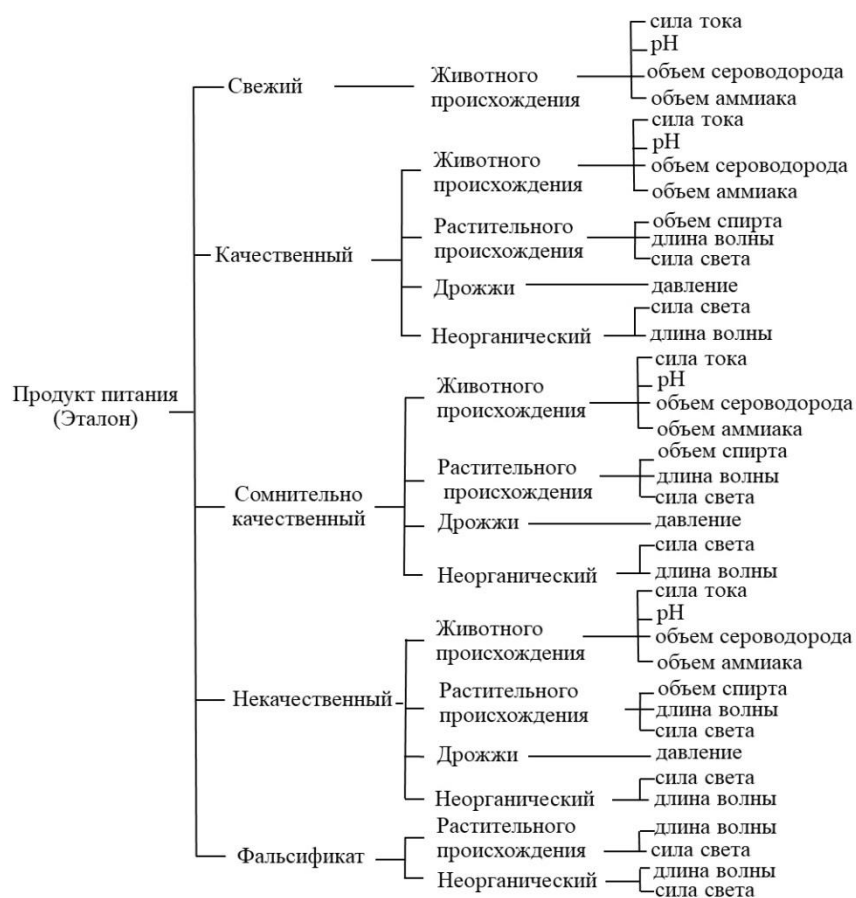


Рисунок 1. Декомпозиция коэффициентов сходства эталонного образца пищевого продукта

В результате декомпозиции и применения методов таксономического анализа, были определены показатели сходства исследуемых образцов с их эталонами.

Сходство оценивалось на основе показателей качества продуктов питания, характеризующих наличие или отсутствие у них определенных свойств. Вначале эти показатели рассматривались как логические, что позволило с достаточной точностью определить меру сходства конкретного образца с эталоном. При этом предполагалось, что известны квалитетические параметры некоторого множества пищевых продуктов. На следующем этапе рассчитывались количественные значения показателей качества, характеризующиеся конкретными физическими величинами с присущими им единицами измерения.

Значения полученных коэффициентов $K_{инф\ i}^{(0)}$ и $K_{инф\ i}^{(1)}$, рассчитанных по зависимостям (2) и (3), показаны в таблице 2.

Определение сходства испытуемых образцов с эталоном выполнялось по формуле (4). Результаты расчета степени сходства эталонных и фактических образцов приведены в таблице 3. Это позволило построить матрицу размерностью $N \times N$, которая обладает интерактивными свойствами, позволяющими сделать вывод о качественном состоянии пищевого продукта.

Таблица 2

Признаки органолептических показателей качества продуктов питания						
Продукты питания	Органолептические показатели качества					
	Внешний вид			Запах	Вкус	Текстура (консистенция) продукции
	Цвет	Форма	Состояние поверхности			
Мясо						
информативность	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5
отсутствие информативности	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6
Рыба						
информативность	1	3	3	1	3	1
отсутствие информативности	1	0,3	0,3	1	0,3	1
Масло коровье						
информативность	1	1	1	1	0,3	1
отсутствие информативности	1	1	1	1	3	1
Овощи						
информативность	2	2	0,5	0,5	2	0,5
отсутствие информативности	0,5	0,5	2	2	0,5	2
Фрукты						
информативность	2	2	0,5	0,5	2	0,5
отсутствие информативности	0,5	0,5	2	2	0,5	2
Дрожжи хлебопекарные						
информативность	2	2	2	2	2	2
отсутствие информативности	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Мука						
информативность	1	1	1	1	1	1
отсутствие информативности	1	1	1	1	1	1
Сахар						
информативность	1	1	1	1	1	1
отсутствие информативности	1	1	1	1	1	1

Таблица 3

Матрица квалитетических параметров пищевых продуктов измеряемых устройствами контроля качества

Объекты	Фотоэлектронный измеритель для эксп-пертизы свежести пищевых продуктов по цвету			Фотометр контроля качества продовольствия по измерению энергии, лм/м²	Анализатор концентрации летучих органических веществ в продуктах питания, Ом ⁻¹ · м ⁻¹		Прибор для оценки свежести мясных и рыбных продуктов по pH, мА	Анализатор качества хлебопекарных дрожжей по подъемной силе, Па	
	Красный, кд	Зеленый, кд	Белый, кд		Аммиак	Сероводород			Спирт
Мясо (свинина)									
эталонный образец	32-34	53-55	42-44	170-175	до 60	0	—	855-895	—
качественное	25-31	48-52	38-41	160-169	60-80	2	—	800-820	—
удовлетворительное	18-24	40-47	32-37	120-159	80-110	5	—	680-750	—
неудовлетворительное	10-12	32-38	22-29	90-118	110-160	10	—	460-535	—
фальсификат	≤ 9 или ≥ 36	≤ 30 или ≥ 58	≤ 18 или ≥ 46	≤ 85 или ≥ 180	0	1	—	0	—
Рыба (горбуша)									
эталонный образец	28-30	48-50	46-48	160-165	0	0	—	630-680	—
качественное	24-27	45-47	41-45	150-159	5	2	—	575-600	—
удовлетворительное	17-23	40-44	31-40	130-149	10	5	—	440-520	—
неудовлетворительное	9-15	30-35	22-30	110-125	20	10	—	до 420	—
Масло коровье									
эталонный образец	36-38	59-60	50-54	185-190	—	—	—	—	—
удовлетворительное	33-35	55-58	46-49	176-184	—	—	—	—	—
неудовлетворительное	30-32	50-54	40-45	150-170	—	—	—	—	—
фальсификат	≤ 29	≤ 48	≤ 39	≤ 145 или ≥ 200	—	—	—	—	—
Овощи (капуста)									
эталонный образец	—	—	—	—	—	—	0-10	—	—
удовлетворительные	—	—	—	—	—	—	11-20	—	—
неудовлетворительные	—	—	—	—	—	—	≥ 21	—	—
Фрукты (яблоки)									
эталонный образец	—	—	—	—	—	—	0-15	—	—
удовлетворительные	—	—	—	—	—	—	16-40	—	—
неудовлетворительные	—	—	—	—	—	—	≥ 41	—	—
Дрожжи хлебопекарные сухие									
эталонный образец	—	—	—	—	—	—	—	—	1050
удовлетворительные	—	—	—	—	—	—	—	—	1035
неудовлетворительные	—	—	—	—	—	—	—	—	≤ 1020
Мука пшеничная 1 сорт									
эталонный образец	37-38	59-62	47-49	193-195	—	—	—	—	—
удовлетворительная	33-36	56-58	43-45	187-192	—	—	—	—	—
неудовлетворительная	30-31	53-55	42-47	180-185	—	—	—	—	—
фальсификат	≤ 29	≤ 52	≤ 43	≤ 179 или ≥ 196	—	—	—	—	—
Сахар-песок (белый свекловичный сахар, мелкокристаллический)									
эталонный образец	39-40	64-65	58-60	198-200	—	—	—	—	—
удовлетворительное	35-38	60-63	54-57	194-197	—	—	—	—	—
неудовлетворительное	32-34	55-59	46-50	185-190	—	—	—	—	—
фальсификат	≤ 30	≤ 54	≤ 45	≤ 180	—	—	—	—	—

Качественное состояние конкретного пищевого продукта определялось по формуле (4), обеспечивающей возможность определения коэффициентов сходства.

Результаты экспериментальных исследований были использованы для разработки программного обеспечения в целях автоматизации расчетов, обеспечивающих экспресс-оценку качества продовольствия.

Выводы. В этом заключаются предлагаемые методологические принципы концептуального подхода к научному обоснованию технических решений модификации технических средств и технологического оборудования пищевых производств. Предполагается, что применение предлагаемого концептуального подхода даст возможность дальнейшему развитию теории оценки эксплуатационных свойств, стандартизации и метрологии технических средств и технологического оборудования пищевой промышленности, а также разработке и внедрению инновационных технологий в индустрии производства, хранения и транспортировки продовольствия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский // М.: Наука, – 1976. – 280 с.
2. Шишкина, В.В. Обоснование показателей качества инвестиционно-строительного проекта / Н.А. Ермошин, В.В. Шишкина // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы V Международной научно-практической конференции: Комсомольский-на-Амуре государственный университет. 2018. С. 351-359.
3. Ермошин, Н.А. Комплексный подход к определению сроков разработки и повышению качества проектов транспортных сооружений./ Н.А. Ермошин, А.А. Змеева // Актуальные проблемы транспортного обеспечения военной безопасности государства: Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции.- СПб.: ВAMTO, 2019. 384 с., с. 177-184.
4. Верболоз, Е.И. Особенности низкотемпературной тепловой обработки мясопродуктов в пароконвектомате с наложением ультразвуковых колебаний / Е.И. Верболоз, С.А. Романчиков // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 3 (73). С. 35-41.
5. Ermoshin N.A., The electrohydraulic method for meat tenderization and curing / N.A. Ermoshin, S.A. Romanchikov, O.I. Nikol'yuk //Theory and Practice of Meat Processing. 2020. Т. 5. № 2. С. 45-49.
6. Романчиков С.А. Способ электрохимического анализа качества пищевых продуктов /С.А. Романчиков // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 50-55.
7. Романчиков, С.А. Технология интенсификации производства макаронных изделий с использованием ультразвукового воздействия - инфракрасного излучения /С.А. Романчиков// Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 3. С. 96-104.
8. Романчиков, С.А. Устройство для замедления микробиологических процессов в продуктах питания / С.А. Романчиков// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. Т. 7. № 4 (44). С. 196-200.

REFERENCES

1. Adler, YU.P. Planirovanie ehksperimenta / YU.P. Adler, E.V. Markova, YU.V. Granovskii // M.: Nauka, – 1976. – 280 s.
2. Shishkina, V.V. Obosnovanie pokazatelei kachestva investitsionno-stroitel'nogo proekta / N.A. Ermoshin, V.V. Shishkina // Regional'nye aspekty razvitiya nauki i obrazovaniya v oblasti arkhitektury, stroitel'stva, zemleustroistva i kadaistrov v nachale III tysyacheletiya. Materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Komsomol'skii-na-Amure gosudarstvennyi universitet. 2018. S. 351-359.
3. Ermoshin, N.A. Kompleksnyi podkhod k opredeleniyu srokov razrabotki i povysheniyu kachestva proektov transportnykh sooruzhenii./ N.A. Ermoshin, A.A. Zmeeva // Aktual'nye problemy transportnogo obespecheniya voennoi bezopasnosti gosudarstva: Sbornik materialov mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii.- SPb.: VAMTO, 2019. 384 s., s. 177-184.
4. Verboloz, E.I. Osobennosti nizkotemperaturnoi teplovoi obrabotki myasoproduktov v parokonvektomate s nalozheniem ul'trazvukovykh kolebaniy / E.I. Verboloz, S.A. Romanchikov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii. 2017. Т. 79. № 3 (73). S. 35-41.
5. Ermoshin N.A., The electrohydraulic method for meat tenderization and curing / N.A. Ermoshin, S.A. Romanchikov, O.I. Nikol'yuk //Theory and Practice of Meat Processing. 2020. Т. 5. № 2. S. 45-49.
6. Romanchikov S.A. Sposob ehlektrokhimicheskogo analiza kachestva pishchevykh produktov /S.A. Romanchikov // Polzunovskii vestnik. 2018. № 2. S. 50-55.
7. Romanchikov, S.A. Tekhnologiya intensifikatsii proizvodstva makaronnykh izdelii s ispol'zovaniem ul'trazvukovogo vozdeistviya - infrakrasnogo izlucheniya /S.A. Romanchikov// Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2018. Т. 48. № 3. S. 96-104.
8. Romanchikov, S.A. Ustroistvo dlya zamedleniya mikrobiologicheskikh protsessov v produktakh pitaniya / S.A. Romanchikov// XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plus. 2018. Т. 7. № 4 (44). S. 196-200.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Ермошин Н.А., доктор военных наук, профессор, профессор кафедры автодорожной службы, ВAMTO, Санкт-Петербург, e-mail: ermonata@mail.ru

Yermoshin N. A., Doctor of Military Sciences, Professor, Professor of the Department of Road Service, VAMTO, St. Petersburg, e-mail: ermonata@mail.ru

Романчик Яна Сергеевна, студент группы Юр 3-20-01, РАНХиГС, Санкт-Петербург, e-mail: romanchicova.jana@mail.ru

Romanchik Yana Sergeevna, student of the group of Jurists 3-20-01, RANEPa, St. Petersburg, e-mail: romanchicova.jana@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020, Дата принятия к публикации: 03.01.2021

| КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS

УДК 641.53.095

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.13

С.А. Романчиков [S. A. Romanchikov],
И.П. Юхник [I. P. Yukhnik]РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХEXPANDING THE USE CASE GRAIN PROCESSING
PRODUCTS
IN BAKERY PRODUCTS*Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева, г. Санкт-Петербург, Россия*
*Military Academy of Material and Technical Support**named after General of the Army A.V. Khrulev, St. Petersburg, Russia, e-mail: romanchicova.jana@mail.ru*

Аннотация: Одной из актуальных проблем является использование в выпечных хлебобулочных изделиях различного рода модифицированных крахмалов. Такие крахмалы могут быть получены из зерна невысокого качества, обычно составляющего значительную часть потерь при его хранении. Особую актуальность переработка такого зерна в полезные ингредиенты для использования при получении продуктов питания представляет в условиях отсутствия рядом с хранилищами специализированных крахмально-паточных производств, например в районах Крайнего Севера, вахтовых поселков и других районов с компактным проживанием населения лишенных возможностей регулярного пополнения продуктами питания.

Ключевые слова: выпечные хлебобулочные изделия, модифицированные крахмалы, зерно невысокого качества, потери при хранении, полезные ингредиенты.

Abstract: One of the most pressing problems is the use of various types of modified starches in baked bakery products. Such starches can be obtained from low-quality grain, which usually accounts for a significant part of the losses during storage. The processing of such grain into useful ingredients for use in the production of food is of particular relevance in the absence of specialized starch-treacle production facilities near the storage facilities, for example, in the Far North, shift settlements and other areas with a compact population deprived of the possibility of regular replenishment of food.

Key words: baked bakery products, modified starches, low-quality grain, storage losses, useful ingredients.

Introduction. Modern requirements of critical technologies and priority directions of the development of science and technology associated with the rational use of natural resources and the development of biotechnology at the current level should be implemented in the food industries in the form of deep processing of such valuable food raw materials as grain. Experts believe that a promising direction in this area is the search and application of new technological methods for processing low-quality raw materials into useful ingredients for their use in the production of food products, in particular bakery products [1]. In this regard, additional research is required to identify the effectiveness of the use of different types of starch in baked small-piece bakery products.

Research objectives and formulation. Formulations and starch slurry manufacturing process chosen for the experiments traditional native starch and in accordance with the development of All-Russia Research Institute of starch products [2]. They included thorough mixing of the starting material in water at 50 of C, and maintaining the resulting slurry for one hour, and in 0.12% FeSO 4 and 0.20% H 2 O 2 wt. were taken as modifying reagents of dry substances.

For the prepared samples, the rate of gelation was determined in accordance with the developed technique.

A comparative qualitative analysis of the gelation rate was determined using high-speed photography on prepared samples of starch suspensions by the gelation rate determined by the ratio of the equivalent spreading diameter to the gelation time (Fig. 1)

$$V = D/\tau \text{ [m/s]} \quad \text{or} \quad V = \frac{2\sqrt{S}}{\tau} \text{ [m/s]}$$

Comparison of the experimental results obtained over a period of 5 to 20 minutes indicates that modified starches have a higher gelation rate, as evidenced by a lower spreading rate of the paste (Fig. 2). In order to improve the technology for the production of modified starches for workshops of low productivity, we have carried out studies of the combined thermo-chemical treatment of grain starch of the first grade in accordance with GOST 31935-2012 Wheat starch. Technical conditions. The composition of the raw material source for it was selected in the form of wheat with lower quality requirements bordering on substandard grain according to GOST 9353-2016 Wheat. Technical conditions. The chemicals used were the same as in the preliminary experiment with the same dosages.

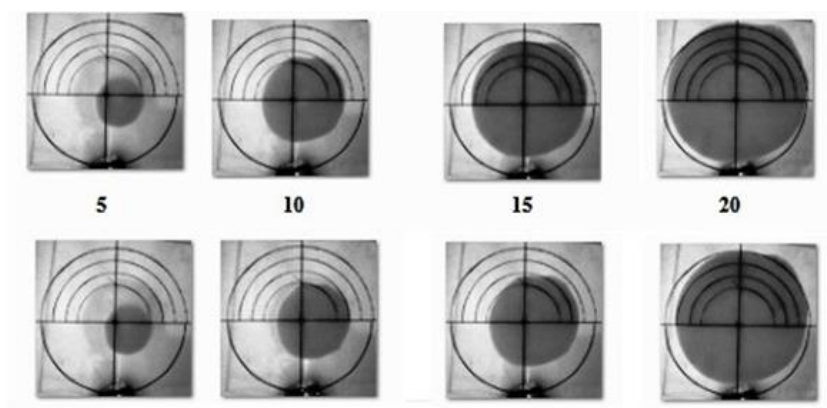


Figure 1. Dynamics of gelation of starch paste at 50 °C
(upper row - spreading of control samples along the measuring grid, lower row - spreading of modified samples)

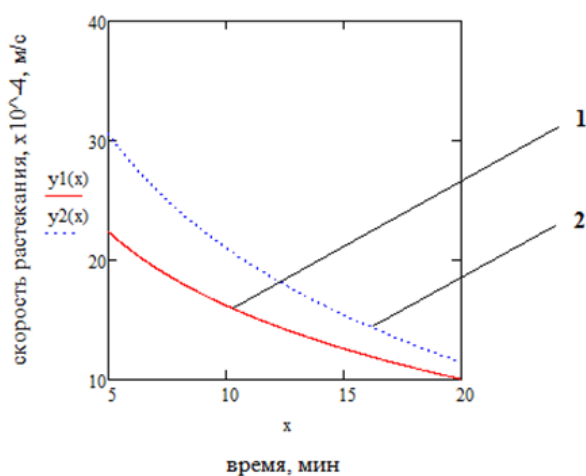


Figure 2. Comparative characteristics of the spreading rate of chemically modified (1) and native (2) and starch

Table 1

Characteristics of grain raw materials selected for the experiment

Indicator name	Characteristic	
	top grade	first grade
Mass fraction of moisture, %, no more	14	14
Mass fraction of total ash in terms of dry matter, %, no more	0.20	0.30
Acidity, cm, no more	20	25
Mass fraction of protein in terms of dry matter, %, no more	0.3	0.5

The thermo-chemical treatment of such grain was carried out on a KESh-2 extruder equipped with the necessary measuring sensors, according to the modes recommended for extruding starch-containing food raw materials [3].

After receiving the extruded product (Fig. 3), it was ground on a laboratory hammer mill MD 5 × 2 to the degree of powder.



Figure 3. Extruded starch

The obtained thermo-chemical modified starches were used for baking samples of small-piece bakery products to compare their organoleptic characteristics.

The quality of baked samples of bakery products was assessed organoleptically (Fig.4).

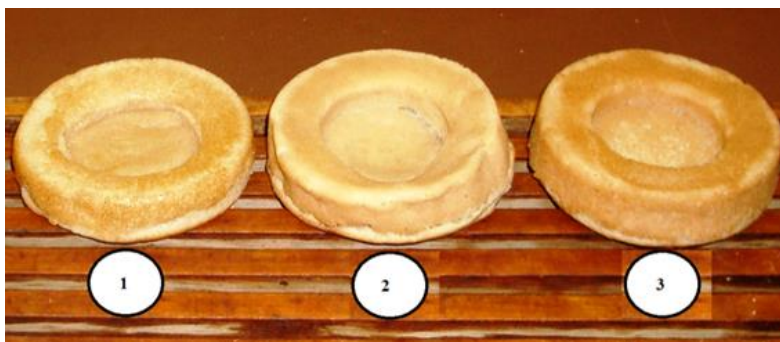


Figure 4. Samples baked using different starches for organoleptic evaluation:
1 - native; 2 - chemically modified; 3 - thermo-chemically modified

Results obtained and discussion

The organoleptic assessment of the quality of baked bakery products was carried out by a group of experts including designers of heating equipment, technologists of bakery production and representatives of customers from chain supermarkets, such as "Lenta". Concordance of the expert group was assessed by the Kendall criterion

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (1)$$

where M is the number of experts in the group;

N is the number of factors;

S is the sum of the squares of the rank differences (deviations from the mean), calculated by the formula:

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m A_{ij} - \frac{1}{2}m(n+1) \right)^2 \quad (2)$$

The value of this criterion turned out to be 0.87, which indicates the consistency of the opinions of experts.

During the survey, an attempt was made to identify the influence of the main organoleptic indicators on the quality of bakery products baked with native starch, chemically modified, thermo-chemically modified.

The indicators set for organoleptic control by the National Standard of the Russian Federation [4] were chosen as descriptors for such an assessment.

The collected data was subjected to statistical processing, taking the overall quality of the product as an objective function, and individual indicators as descriptors.

Table 2

Descriptors according to the national standard

Indicator name	Characteristic
Smell	Characteristic of a product of this type, without foreign smell. When using aromatic additives - the smell characteristic of the added additives
Surface	Corresponds to the type of product
Color	Light yellow to dark brown
The form	Inherent to the product
Baked	Baked, not wet to the touch, no traces of impurities
Promes	No traces of impurities
Porosity	Porous
Taste	Characteristic of a product of this type without any foreign taste, When using food additives, characteristic of the additives introduced

Table 3

Quality of baked goods

Name of indicator	Starch type		
	Native	Chemically modified	Thermo-chemically modified
1. Smell	77	64	75
2. Surface	22	41	31
3. Color	21	37	38
4. Form	22	34	41
5. Baked	31	33	23
6. Promes	16	15	17
7. Porosity	5	14	8
8. Taste	30	41	48

In order to more objectively assess the quality of baked products, you can determine the areas of the figures outlined by the corresponding curves. The results obtained are presented in Table 4 and Fig. 7. The calculation results showed that the filling factor for baking using thermo-chemically modified starch is 1303, and for chemically modified starch 812.242.

Table 4

Expert №	Starch type		
	Native	Chemically modified	Thermo-chemically modified
1	77	64	75
2	22	41	31
3	21	37	38
4	22	34	41
5	31	33	23
6	16	15	17
7	5	14	8
8	30	41	48

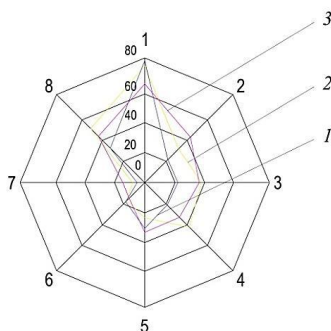


Figure 5. Processing of survey results by types of starch: 1 - native; 2 - chemically modified; 3 - thermochemically modified

For the scientific substantiation of the technology and technological processes of food production, a mathematical model has been developed for predicting the accuracy and stability of processes [5]. The essence and main stages of modeling are shown in figure 6.

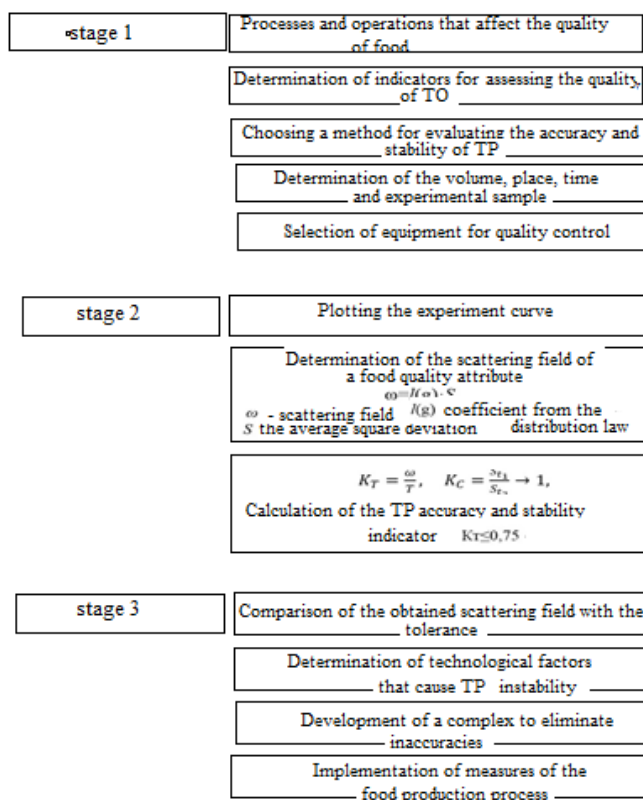


Figure 6. The main stages of the mathematical model for predicting the accuracy and stability of grain processing and production of baked goods

Results

Modern requirements for resource conservation, the fulfillment of which is implemented in the food industries, require deep processing of such valuable food raw materials as grain. One of the promising directions in this area is the use of modern technological methods for the processing of low-quality raw materials into useful ingredients for their use in the production of food products, in particular bakery products. The above experiments have shown that the best quality is possessed by baked goods containing thermo-chemically modified starch obtained by extrusion of low quality grain subjected to preliminary chemical treatment.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романчиков, С.А. Изменение условий разработки новых продуктов питания для импортозамещения в условиях экономических санкций / С.А. Романчиков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (49). С. 178-183.
2. Способ производства модифицированного крахмала, Патент РФ2159252Жушман А.И. и др. Опубликовано: 20.11.2000 Бюл. № 32.
3. Василенко, В.Н. Научное обеспечение производства полноценных коэкструдированных и экспандированных комбикормов/ докторская диссертация – Воронеж – 2010.
4. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию от 29 декабря 2005 г. N 480-ст«Изделия хлебобулочные из пшеничной муки».
5. Ермошин, Н.А. Методологические аспекты научного обоснования технических решений модификации технических средств и технологического оборудования продовольственной службы /Н.А. Ермошин, С.А. Романчиков// Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 100-106.

REFERENCES

1. Romanchikov, S.A. Izmenenie uslovii razrabotki novykh produktov pitaniya dlya importozameshcheniya v usloviyakh ehkonomicheskikh sanktsii / S.A. Romanchikov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 4 (49). S. 178-183.
2. Sposob proizvodstva modifitsirovannogo krakhmala, Patent RF2159252Zhushman A.I. i dr. Opublikovano: 20.11.2000 Byul. № 32.
3. Vasilenko, V.N. Nauchnoe obespechenie proizvodstva polnotsennykh koekstrudirovannykh i ehksandirovannykh kombikormov/ doktorskaya dissertatsiya – Voronezh – 2010.
4. Prikaz Federal'nogo agentstva po tekhnicheskemu regulirovaniyu ot 29 dekabrya 2005 g. N 480-sT«Izdeliya khlebobulochnye iz pshenichnoi mukl».
5. Ermoshin, N.A. Metodologicheskie aspekty nauchnogo obosnovaniya tekhnicheskikh reshenii modifikatsii tekhnicheskikh sredstv i tekhnologicheskogo oborudovaniya prodovol'stvennoi sluzhby /N.A. Ermoshin, S.A. Romanchikov// Polzunovskii vestnik. 2020. № 2. S. 100-106.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Романчиков С.А., доктор технических наук, старший преподаватель кафедры материального обеспечения Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, г. Санкт-Петербург, e-mail: romanchkovspb@mail.ru, тел. 8911-209-49-67

Romanchikov S. A. Doctor of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Material Security of the Military Academy of Material and Technical Support of the name of General of the Army A.V. Khrulev, St. Petersburg-mail: romanchkovspb@mail.ru, tel. 8911-209-49-67

Юхник И.П., магистрант 2 курса кафедры материального обеспечения, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева, г.Санкт-Петербург-e-mail: utv1981@mail.ru, Тел. 89295939754

Yukhnik I. P., 2nd year Master's student of the Department of Material Security Military Academy of Material and Technical Support of the General of the Army A.V. Khrulev, St. Petersburg-mail: utv1981@mail.ru, Tel. 89295939754

Дата поступления в редакцию:25.10.2019

После рецензирования:23.11.2020

Дата принятия к публикации:03.12.2020

О.Н. Блиnnикова [O.N. Blinnikova], Н.Н. Пачина [N. N. Pachina],
А.Р. Пачин[A. R. Pachin]

УДК 338.483/ 31

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.14

МОЛОДЕЖНАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ТУРИЗМА

YOUTH POLICY IN THE FIELD OF TOURISM

*ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет;
г. Липецк, Россия, /*

Lipetsk State Technical University; Lipetsk, Russia , e-mail: dorofeeva_81@mail.ru

Аннотация: В статье описана молодежная политика в сфере туризма. Определена методологическая основа молодежной политики в сфере туризма. Раскрыто нормативно-правовое обеспечение молодежной политики в сфере туризма. Определены методы продвижения турпродукта среди молодежи.

Ключевые слова: молодежная политика, туризм, методология, нормативно-правовая основа, туристский продукт, продвижение.

Abstract: The article describes the youth policy in the field of tourism. The methodological basis of the youth policy in the field of tourism is defined. The regulatory and legal support of youth policy in the field of tourism is disclosed. Methods of promotion of tourist products among young people are defined.

Key words: youth policy, tourism, methodology, regulatory framework, tourism product, promotion.

Introduction. Youth policy is aimed at realizing its potential in various spheres of life. The tourism sector is also in the focus of the implementation of youth policy. Young people are the main consumer of travel services in our country and abroad. Youth potential contributes to the development of tourism, the implementation of the main strategies of instrumentalization and, after that, the technological implementation of youth policy in the field of tourism.

Objects and research methods. The object of our research is youth policy. The subject is the implementation of youth policy in the field of tourism. The problem to be solved by the research: to reveal the theoretical and methodological basis for the implementation of youth policy in the field of tourism and the promotion of travel services among young people. The main tasks that are solved in our research: determination of the methodology of youth policy in the field of tourist services; regulatory support of youth policy in the field of tourism, determination of the main directions of youth policy in the field of tourism; promotion of tourist products among young people.

Theoretical and methodological substantiation of youth policy in the field of tourism is a rather complex phenomenon. This is due to the fact that youth policy as a type of state policy is an independent and multi-level phenomenon. The tourist industry, in turn, has its own purpose and its own specifics. In the study of youth policy in the field of tourism, integrative tendencies are manifested at different levels of their functioning.

The methodological substantiation of youth policy in the field of tourism is based on a systematic approach. Youth policy in the field of tourism is considered as a system of interconnected subsystems, which has its own functionality and synergistic effect in interaction, which contributes to the results of increasing the development and implementation of youth tourism products. An integrative approach allows for the integration of elements of youth policy in the field of tourism at different levels of integrity. The tasks set require the use of various levels of integrative paradigms: summative unity, complex, integration. A procedural approach is necessary to justify the development and implementation of the process of functioning of tourist services in the youth environment. The developing potential of youth policy in the field of tourism makes it possible to substantiate the acmeological approach, while it is important to algorithmize various kinds of decisions in promoting tourism services and tourism products. No wonder, according to the research of specialists, "the youth tourism market is the fastest growing in the world and every year there are more and more young travelers. This is primarily due to the increased economic stability of many countries [9]. The variety of methodological approaches provides flexibility in research directions and the use of methods adequate to the problem. Along with the methodological substantiation, it is important to provide legal support for youth policy in the field of tourism.

A number of bills are dedicated to the implementation of youth policy in the field of tourism. The "Model Law" On Children and Youth Tourism "has been established, according to the provisions of which," Children and youth tourism is understood as a means of harmonious development of children (persons under the age of 14), girls and boys (persons under the age of 18) , realized in the form of recreation and socially useful activity, the characteristic structural components of which are a hike, travel, excursion "" [1], [11].

Federal Law of November 24, 1996 No. 132-FZ "On the Basics of Tourist Activities in the Russian Federation" establishes that children's tourism is "tourism of an organized group of underage tourists accompanied by a leader who is responsible for their legal representative" [2], [11].

GOST R 54605-2011 "Tourist services. Services for children and youth tourism. General requirements "" contains definitions of children's and youth tourism (differing according to the age of the participants) - trips or excursions organized by tourist or excursion groups of children (boys and girls) aged 7 to 14 years (from 14 to 18 years old) accompanied by a group leader, on tourist routes with cognitive, educational, recreational, health-improving, physical culture and sports and other purposes "[3], [11].

A theoretical analysis of scientific research on youth policy in the field of tourism allows us to conclude that a number of areas in the field of tourism services are the most popular and in demand [12]. This is how the relationship of tourist resources with regional characteristics and the presence of youth potential is considered. In this case, we are talking about the possibilities and limitations in the implementation of youth tourism. Particular attention is paid to the sale of tourism products, which requires investment in various areas. The most popular routes are along the Golden Ring, Transbaikalia, Novosibirsk region [5,8,9]. The analysis of tourist offers in these directions indicates that the greatest attention in the development of tours is paid to adaptation to different age groups, with special attention being paid to young people. This experience needs to be extended to other regions. Lipetsk region is open for tourism and youth policy in this area is interconnected with the economy of the region. Based on the modern regional practice of the constituent entities of the Russian Federation, for the development of the tourism industry it is necessary to have tourist and recreational resources, to create such resources for young people [7].

Results and Discussions. Determination of the main directions of youth policy in the field of tourism is a guideline for the development of tourism products, the organization of travel services and further promotion. According to the research carried out in the Lipetsk region in the field of tourism among young people, data on the target orientation of young people in the field of using travel services were obtained. Thus, 41% of the respondents indicated that the purpose of travel in most cases is professional; 12% - leisure activities; 10% - for medical purposes; 37% - others (including religious / pilgrimage - 0.3%, education and vocational training - 4%). We see that only 12% of those surveyed have a vacation as the purpose of travel. A large share is taken by business and professional travel. At the same time, young people travel in groups - from 3 to 6 people. Among all types of tourism, young people are more interested in educational and entertainment tourism. Young people associate their trips with visiting the spiritual places of the cities of Yelets, Zadonsk, Lipetsk, with visiting the entertainment places of these cities, with a visit to the Forest Park (rope town), the Natural Park "Kudykina Gora". Based on the survey, the following conclusions were drawn. Seasonality is dominant in the demand for the route (preferably the warm season). The most relevant tours last up to a week and weekend tours. There is interest in youth programs with an interactive component.

A tourist product should be attractive to young people, in this regard, it is important to promote it by large tourist companies in the market of tourist services among young people using adequate advertising methods [4,6,7,10]. Promotion of a tourist product among young people can be both advertising and non-advertising. Not advertising are personal sales, information distribution, telephone sales, SMS messages, mailing. Sales promotion measures can be directed: "to the address of a potential tourist, a consumer of tourism services, or to the address of retail tourism firms and organizations" [4].

The objectives of stimulating consumers are: "encouraging more consumption of offered tours or individual services, determining the reasons to use or not use travel services that tourists have not used before" [4,6]. Methods for promoting a tourist product are selected depending on the objectives of the implementation of tourist services: advertising in the media, catalogs, brochures, brochures, street advertising, letters of sale, advertising at a point of sale [6]. Each of the advertising methods has its own pros and cons. But in any case, it is necessary to carefully study the contingent of customers and their tourist needs. If in the study of the tourist needs of the youth of the Lipetsk region, priorities are identified, then in accordance with the leading ones, you can use the methods of public relations: press release, press conference; videos, study visits. Promotion of a tourist product is the basis of a strategy for attracting youth in the sale of a tourist product.

Conclusion. Youth policy in the field of tourism is methodologically sound. The complex of methodological approaches and the corresponding methods make it possible to create a tool for the development of both a regulatory framework and the promotion of travel services and tourism products among young people. Regulatory support allows you to establish opportunities and restrictions in the field of youth tourism. Practical orientation of youth tourism lies in consumer demand for tourism products and travel services. Promotion of travel services allows to increase the involvement of young people in their consumption.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модельный закон «О детском и юношеском туризме» // Информационный бюллетень Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ. – 2005. – № 35. – Часть 2.
2. Федеральный закон от 24 ноября 1996 г. № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 1996. – № 49. – Ст. 5491.
3. ГОСТ Р 54605-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. «Туристские услуги. Услуги детского и юношеского туризма. Общие требования» (утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 08 декабря 2011 г. № 739-ст) // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 10 ноября 2014 г
4. Никулина О.В. Инновационные технологии в сфере развития туризма в России и за рубежом [Текст] // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – С.59.
5. Развитие туризма в Забайкальском крае : монография / Е. В. Крылова, В. В. Лиханова, Ю. Л. Пучкова [и др.] ; под общ. ред. Е. В. Крыловой ; Забайкал. гос. ун-т. – Чита : ЗабГУ, 2018. – 284 с.
6. Сидоренкова А.С., Современные методы продвижения тур. продукта [Текст] / Сидоренкова А.С., Царенко А.А. – Москва, 2009 – 137 с.
7. Аковенко, О. В. Public-private partnerships as one of the areas of tourism development at the federal and regional levels / О. В. Аковенко // Региональная экономика и управление. – 2016. – № 1.

8. Результаты аналитического исследования «Выявление проблематики и перспектив национального туристского маршрута «Золотое кольцо России» https://docviewer.yandex.ru/view/882127033/?*=%2FtLuyqW5j2VatYIjXt5lhBRPqyF7InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cuZ29sZGVucmluZ3Vua
9. Ростовская Т.К., Гомерова Е.Н., Развитие внутреннего молодежного туризма в Новосибирской области: его социально-педагогический ресурс // https://docviewer.yandex.ru/view/882127033/?page=1&*=f7Rkf9cRs4e4CjfCQTKkCBTyN
10. Туристский продукт: понятие, категории, стоимость, потребление // <https://infopedia.su/11x2fc9.html>
11. Удалов Д.Э. Классификация законодательных актов, регулирующих права детей в сфере туризма // <http://ljournal.ru/article/lj-28-02-2018-20.pdf>
12. Пачина Н.Н. Специфика продвижения регионального турпродукта в контексте реализации государственных проектов молодежной политики РФ / Пачина Н.Н., Блиникова О.Н. // Развитие туризма в контексте инновационных процессов современной экономики: Сборник материалов международной научно-практической конференции. 2018. С. 288-290. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36550045>

REFERENCES

1. Model'nyi zakon «O detskom i yunosheskom turizmE» // Informatsionnyi byulleten' Mezhpapamentsoi Assamblei gosudarstv – uchastnikov SNG. – 2005. – № 35. – Chast' 2.
2. Federal'nyi zakon ot 24 noyabrya 1996 g. № 132-FZ «Ob osnovakh turistskoi deyatel'nosti v Rossiiskoi Federatsii» // Sobranie zakonodatel'stva RF. – 1996. – № 49. – St. 5491.
3. GOST R 54605-2011. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. «Turistskie uslugi. Uslugi detskogo i yunosheskogo turizma. Obshchie trebovaniya» (utverzhden i vveden v deistvie Prikazom Rosstandarta ot 08 dekabrya 2011 g. № 739-st) // Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii <http://www.pravo.gov.ru>, 10 noyabrya 2014 g
4. Nikulina O.V. Innovatsionnye tekhnologii v sfere razvitiya turizma v Rossii i za rubezhom [Tekst] // Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika. – 2013. – S.59.
5. Razvitie turizma v Zabaikal'skom krae : monografiya / E. V. Krylova, V. V. Likhanova, YU. L. Puchkova [i dr.] ; pod obshch. red. E. V. Krylovoi ; Zabaikal. gos. un-t. – Chita : ZABGU, 2018. – 284 s.
6. Sidorenkova A.S., Sovremennye metody prodvizheniya tur. produkta [Tekst] / Sidorenkova A.S., Tsarenko A.A. – Moskva, 2009 – 137 s.
7. Akovenko, O. V. Public-private partnerships as one of the areas of tourism development at the federal and regional levels / O. V. Akovenko // Regional'naya ekonomika i upravlenie. – 2016. – № 1.
8. Rezul'taty analiticheskogo issledovaniya «Vyyavlenie problematiki i perspektiv natsional'nogo turistskogo marshruta «Zolotoe kol'tso Rossi» https://docviewer.yandex.ru/view/882127033/?*=%2FtLuyqW5j2VatYIjXt5lhBRPqyF7InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cuZ29sZGVucmluZ3Vua
9. Rostovskaya T.K., Gomerova E.N., Razvitie vnutrennego molodezhnogo turizma v Novosibirskoi oblasti: ego sotsial'no-pedagogicheskii resurs // https://docviewer.yandex.ru/view/882127033/?page=1&*=f7Rkf9cRs4e4CjfCQTKkCBTyN
10. Turistskii produkt: ponyatie, kategorii, stoimost', potreblenie // <https://infopedia.su/11x2fc9.html>
11. Udalov D.EH. Klassifikatsiya zakonodatel'nykh aktov, reguliruyushchikh prava detei v sfere turizma // <http://ljournal.ru/article/lj-28-02-2018-20.pdf>
12. Pachina N.N. Spetsifika prodvizheniya regional'nogo turprodukta v kontekste realizatsii gosudarstvennykh projektov molodezhnoi politiki RF // Pachina N.N., Blinnikova O.N. // V sbornike: Razvitie turizma v kontekste innovatsionnykh protsessov sovremennoi ekonomiki Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2018. S. 288-290. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36550045>

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Блиникова Ольга Николаевна аспирант, ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет; (г. Липецк, Липецкая область, РФ, e-mail: dorofeeva_81@mail.ru)

Blinnikova Olga Nikolaevna, postgraduate student, Lipetsk state technical University; (Lipetsk, Lipetsk oblast, Russia, e-mail: dorofeeva_81@mail.ru)

Пачина Наталия Николаевна доктор психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет; (г. Липецк, Липецкая область, РФ, e-mail: pachina_2017@mail.ru)

Pachina Natalia-doctor of psychological Sciences, associate Professor FSBEI of the Lipetsk state technical University, Lipetsk, Lipetsk oblast, Russia, e-mail: pachina_2017@mail.ru

Пачин Александр Романович, студент, ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет; (г. Липецк, Липецкая область, РФ), e-mail: pachina_2017@mail.ru

Pacin Alexander Romanovich, student FSBEI of the Lipetsk state technical University, Lipetsk, Lipetsk oblast, Russia, e-mail: pachina_2017@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 25.10.2019

После рецензирования: 23.11.2020

Дата принятия к публикации: 03.12.2020

УДК 377:613.2

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.15

Е.В.Извекова [E.V. Izvekova], Л.С. Большакова [L.S. Bolshakova],
О.Л. Ладнова [O.L.Ladnova], Л.А.Ашихина [L.A. Ashikhina],
Е.Г. Меркулова [E.G.Merkulova], А.В. Кузина [A.V. Kuzina]

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ СПЕЦИАЛИСТОВ
СРЕДНЕГО ЗВЕНА,
НА ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ**

**THE STUDY OF THE IMPACT OF TRAINING DESCRIPTION
IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS THAT TRAIN MIDDLE-
LEVEL SPECIALISTS ON THE NUTRITIONAL BEHAVIOR OF
THE STUDENTS**

**ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли»
Orel State University of Economics and Trade, e-mail: andizvek@mail.ru**

Аннотация: Целью настоящего исследования является выявление взаимосвязи пищевого поведения учащейся молодежи с профилем обучения и уровнем информированности учащихся о принципах здорового образа жизни и правильного питания. Исследование включало несколько этапов: определение уровня информированности юношей и девушек о принципах здорового образа жизни и правильного питания; изучение источников информации о рациональном питании; изучение и выявление нарушений пищевого поведения учащейся молодежи. Сравнительный анализ показателей проведен по профилям обучения.

Ключевые слова: правильное питание, здоровый образ жизни, пищевые привычки, качество питания, организация питания учащихся.

Abstract: The purpose of the study was to identify the relationship between nutritional behavior of the students with training description and the awareness level of the students about the principles of healthy lifestyle and proper nutrition. The study included several stages: assessment of the awareness level of young men and women about the principles of healthy lifestyle and proper nutrition, study of the sources of information about rational nutrition and study and identification of nutritional violation of the students. Comparative analysis of indicators was carried out according to training description.

Key words: proper nutrition, healthy lifestyle, nutritional habits, food quality, nutrition organization of the students.

Preserving and strengthening the physical and mental health of young people in a constantly changing medical and demographic situation is a priority task for increasing the productive power of society and the national security of the country [11; 18]. As you know, the state of health of all population groups without exception is influenced by the nature of the diet, including eating behavior. Currently, within the framework of monitoring the nutritional status of all groups of the population of Russia in the organization of nutrition for schoolchildren, violations have been identified, which are often associated with a lack of knowledge and awareness in this area.

Many factors influence the formation of eating behavior: social, economic, ethnocultural, personal characteristics, learning environment, etc. [1; 2; 6; ten; 14; 15]. From the point of view of the adequacy of eating behavior, student youth can be attributed to the risk group [7; 8; 12]. On the one hand, boys and girls those receiving secondary vocational education are often exposed to informational and emotional stress that accompanies the learning process. On the other hand, this age group of the population is a rather sensitive contingent with unfinished processes of body formation and growth. In addition, young people are a specific contingent with their own value attitudes, motives of activity, lifestyle features and stereotypes of behavior.

Currently, there are a number of scientific studies that confirm the need for educational programs to improve the nutritional culture of boys and girls [3, 4, 5, 13, 16, 17, 20, 21, 22]. However, in the majority of such studies, there is no objective assessment of the changes occurring in the eating behavior of young students under the influence of the knowledge gained in the field of nutrition.

The purpose of this study was to identify the relationship between the eating behavior of young students and the educational profile and level of awareness of young men and women about the principles of a healthy lifestyle and proper nutrition.

The study was carried out in 2015 in the process of teaching young men and women in their first year and in 2018 towards the end of their education in their third year. The object was students of educational institutions of Orel, who train mid-level specialists. The study included boys and girls receiving the qualification "Technician-technologist" ("food" profile) in the specialty "Technology of public catering products" (group TT) - 82 people; boys and girls receiving the qualification "Banking Specialist" ("non-food" profile), specializing in "Banking" (DB group) - 78 people. Throughout the entire period of study, the TT group studied special disciplines, acquiring knowledge in the field of nutrition, in contrast to the students in the BD group.

The average age of freshmen at the time of the study in 2015 was 15.8 ± 1.2 years. According to the data presented in the preliminary survey, all respondents were assigned to the first group of labor intensity, that is, with very low physical activity. The criteria for inclusion in the study were voluntary consent to participate, the provision of the necessary personal information, age 15-18, full-time training in educational organizations that train mid-level specialists.

The research included several stages: determination of the level of awareness of young men and women about the principles of a healthy lifestyle and proper nutrition; study of sources of information on good nutrition; study and identification of eating behavior disorders of student youth. Comparative analysis of indicators was carried out according to the profile of training.

To check the level of awareness of young people about the principles of a healthy lifestyle and proper nutrition, we used test items. The test included 30 questions. Students were considered to have successfully passed the test if they answered correctly more than 15 questions. In order to determine the sources of obtaining information about proper nutrition, a questionnaire was conducted using the tools of the questionnaire method. Eating behavior of respondents was assessed using the sociological method "Dutch Eating Behavior Questionnaire" (DEBQ, 1986, Netherlands) using the Dutch eating behavior questionnaire, which meets the criteria of validity and reliability [1].

The research materials were statistically processed using the Statistica-6 package and MSExcel capabilities. The choice of statistical processing methods was determined by the nature of the distribution of the studied features and the type of data.

The reliability of changes in the indicators of eating behavior, the level of awareness of the principles of healthy eating and the relationship of information sources about proper nutrition with the learning profile of respondents from unrelated groups was determined using the χ^2 -Pearson criterion. The critical level of significance was taken to be 0.01.

Among the many factors that cause nutritional disorders in young men and women, the determining role is played by the incompetence of young people in matters of nutrition culture. This fact was confirmed by the results obtained at the initial stage of the study, during which first-year students were tested. The test contained questions about the level of awareness of the respondents about a healthy lifestyle and proper nutrition.

The level of awareness of student youth about a healthy lifestyle and proper nutrition was determined using test items. The test results are presented in table 1.

Table 1

Level of awareness among students about healthy lifestyles and proper nutrition

Test results	Percentage of of students studying,%			
	1 course (2015 year)		3 course (2018 year)*	
	ТТ (n=82)	БД (n=78)	ТТ (n=82)	БД (n=78)
More than 50% of the questions answered correctly	34,1	32,0	83,0	42,3
Answer 50% of the questions correctly	4,9	7,7	7,3	6,4
Less than 50% of the questions answered correctly	63,7	60,3	9,7	51,3

* The relationship between the factorial and effective signs is statistically significant at a significance level of $p < 0.01$, $\chi^2 = 33.478$.

In the first year, the number of TT and DB respondents who gave correct answers to more than half of the questions was 34.1% and 32.0%, respectively. The groups of freshmen did not differ statistically significantly from each other in this indicator. It should be noted that at the initial stage of the study, the overwhelming majority of respondents, regardless of the educational profile, were informed that unhealthy diet can lead to nutritional-dependent diseases.

Testing, carried out on the 3rd year, showed a significant increase in knowledge among TT students - by 50%. The share of students who successfully passed the test tasks among TT boys and girls was significantly higher ($p < 0.01$) than in the BD group. A greater awareness of which foods contain polyunsaturated fatty acids and the most useful fats and carbohydrates, how to enrich the diet with dietary fiber, vitamins, minerals, which foods contain the greatest amount of complete proteins were demonstrated by the respondents of the 3rd course of TT in comparison with the BD group. the same course.

In order to determine the sources of obtaining information on the principles of proper nutrition, a survey of students was conducted. The results are shown in Table 2.

Table 2

Correlation of sources of information on proper nutrition with the educational profile of student youth

The source of information	Percentage of of students studying,%			
	1 course (2015 year)		1 course (2015 year)	
	ТТ (n=82)	БД (n=78)	ТТ (n=82)	БД (n=78)
Mass media (mass media), incl. Internet	31,7	24,3	14,6	47,4
Educational and scientific literature	4,9	2,6	34,1	2,6
Teachers	1,2	-	17,0	1,3
Medical professional recommendations	8,5	7,7	9,8	10,3
Parenting advice	48,8	59,0	19,5	26,9
Friends Tips	4,9	6,4	4,9	11,5
Other	-	-	-	-

* The relationship between factorial and effective signs is statistically significant at a significance level of $p < 0.01$, $\chi^2 = 91.778$

For most first-year students who are in the age of approximately 15 years in both groups of TT (40) and the database (44 people), a priority source of information about the correct nutrition is parenting tips. From 24.3 to 31.7% of first-year students received information from television programs, popular magazines and other types of media, including the Internet. An insignificant proportion of young people at school used the recommendations of medical workers, advice from friends. The respondents practically did not turn to the recommendations of teachers, educational and scientific literature. There were no significant differences in the analyzed indicators between the first-year students of TT and DB.

By the end of the third year, regardless of the educational profile, the share of students who named parental advice as the main source of knowledge about the principles of proper nutrition has significantly decreased. At the same time, the number of DB students increased (by 23.1%), focusing mainly on information from the Internet and other media, which can often be unreliable and even false [19]. It is a fact that among today's youth, the main sources of knowledge about healthy eating are television media and advertising, incl. the Internet, and not scientifically based recommendations, confirmed by other researchers [9]. The share of BD students also increased (by 5.1%), which in matters of nutrition was guided by the advice of friends. Yu burden and girls TT completion of the learning process priority sources of information in the questionnaire indicated teachers (14 people), educational and scientific literature (28 people). Vyyavlenaya relationship between the profile of training and sources of nutrition information were statistically significant ($p < 0.01$).

Since the nature of the diet is largely determined by the type of eating behavior, the eating behavior of students was also studied using the sociological method DEBQ. Eating behavior is assessed as adequate (harmonious) or deviating (deviant) depending on many parameters, in particular, on the place that the process of eating in the hierarchy of human values occupies, on the quantitative and qualitative indicators of nutrition. Deviant eating behavior, in turn, is subdivided into types: external, emotiogenic and restrictive [1]. The results of the assessment of the types of eating behavior of the TT and DB students in the 1st and 3rd courses are presented in Table 3.

Table 3

Distribution of student youth by types of eating behavior

Type of eating behavior	Percentage of students studying, %			
	1 course (2015 year)		1 course (2015 year)	
	TT (n=82)	БД (n=78)	TT (n=82)	БД (n=78)
Adequate	17,1	19,2	22,0	11,5
Deviant, incl.	82,9	80,8	78,0	88,5
-restrictive	19,5	23,1	36,6	20,5
-external	34,1	42,3	17,1	42,3
-emociogenic	29,3	15,4	24,3	25,7

* The relationship between factorial and effective signs is statistically significant at a significance level of $p < 0.01$, $\chi^2 = 12.798$.

According to the results obtained in the course of testing, it was found that in the 1st year the distribution of students by types of eating behavior did not depend on the profile of education. A significant part of the freshmen of the TT and BD groups had deviant eating behavior with a predominance of the external type - 34.1% and 42, 3% respectively.

When retesting by the end of the third year of training, a redistribution of respondents by groups of eating behavior was revealed. The number of people with adequate eating behavior in the TT group increased by 10.5% in comparison with the BD group. In TT students with deviating eating behavior, the restrictive type began to prevail, and among the students in the BD group, the external type still prevailed. The distribution of respondents by types of eating behavior, revealed during testing, statistically significantly depended on the learning profile ($p < 0.01$).

In this study, a relationship was established between changes in eating behavior stereotypes and the level of knowledge in matters of a healthy lifestyle and proper nutrition. of TT students with deviant eating behavior, the restrictive type began to prevail. This fact can presumably be associated with the acquisition of special knowledge from this part of the respondents in the learning process, which makes it possible to strengthen self-control in nutrition.

Thus, the results obtained in the study showed that young students, osvoivsh th "food" qualifications, as opposed to boys and girls of the "non-food" profile, the older exchange rate increased and food culture by changing the sources of information and as a result, their stereotypes and habits in this area. The data obtained will help in conducting targeted preventive work in the framework of hygienic education of student youth in educational organizations that train mid-level specialists.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинова Е.Г., Акимова И.С., Богунова О.С., Демакова Л.В. Состав тела и пищевое поведение студентов // Гигиена и санитария. – 2015. – №8. – С.45-48.

2. Бочаров Д.О. Исследование потребителей как важнейший фактор оценки конъюнктуры товарного рынка // Экономическая среда. – 2019. – № 4 (30). – С. 113-118.
3. Глаголева О.Н., Турчанинов Д.В., Вильмс Е.А. Эффективность образовательных программ для улучшения структуры питания населения и профилактики анемий // Гигиена и санитария. – 2015. – №94(7). – С. 77-80.
4. Должикова Х.В. Здоровьесберегающее поведение молодежи и студентов: сущность понятия и принципы формирования // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – № 9. – С. 125-128.
5. Дрожжак А.И. Формирование здорового образа жизни у обучающейся молодежи ОрелГУЭТ // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – № 10. – С. 283-287.
6. Дурнева М.Ю. Формирование отношения к телу и пищевого поведения у девушек подросткового и юношеского возраста: Автореф. дисс. ...канд психол. наук. – Москва, 2014.
7. Зубцова Т.И., Зубцов Ю.Н., Кузнецов В.Д. Ожирение у детей и подростков: проблемы и перспективы реабилитации // Вестник ОрелГИЭТ. – 2017. – № 3 (41). – С. 155-158.
8. Извекова Е.В., Зубцов Ю.Н., Большакова Л.С., Меркулова Е.Г., Ашихина Л.А. Оценка адекватности фактического питания девушек, обучающихся в профессиональных образовательных организациях // Вестник ОрелГИЭТ. – 2017. – № 4 (42). – С. 145-151.
9. Кича Д.И., Максименко Л.В., Дрожжина Н.А., Федотова Н.Н. Оценка источников информации о рациональном питании студентов // Гигиена и санитария. – 2013. – №2. – С. 48-52.
10. Коренная А.А. Здоровьесберегающее поведение // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. 2018. – № 10. – С. 185-189.
11. Лакшин А.М., Кожевникова Н.Г. Питание как фактор формирования здоровья и работоспособности студентов // Вопросы питания. – 2008. – № 1. – С. 43-45.
12. Ларина Н.Г. Особенности пищевого поведения, образа жизни и психологического статуса у подростков с ожирением и вегетативной дисфункцией // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2017. – № 8 (106). – С. 58.
13. Новикова Х.В., Артёменко В.В. Культура здоровья молодежи как важнейшая составляющая современного образования // Экономическая среда. – 2017. – № 2 (20). – С. 101-105.
14. Рудакова О.В., Калянов А.В., Соловьева И.А. Социально-культурная сфера как среда формирования человеческого капитала // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 2 (48). – С. 191-200.
15. Семенова Е.Е. Здоровый образ жизни молодежи в XXI веке // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2018. – № 7. – С. 201-205.
16. Формирование парадигмы подготовки специалистов для сферы питания / Маюрникова Л.А., Давыденко Н.И., Новоселов С.В., Рензеева Т.В., Попова Д.Г. // Современная наука и инновации. – 2018. – № 1 (21). – С. 194-200.
17. Шульдешова А.С. Здоровьесберегающие технологии в высшей школе // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2019. – № 11. – С. 160-164.
18. Шумаев В.А., Одинцов А.А., Морковкин Д.Е. Стратегические факторы повышения национальной экономической безопасности в условиях нарастания глобальных рисков // Вестник ОрелГИЭТ. – 2018. – № 2 (44). – С. 126-130.
19. Fassier P., Chhim A., Andreeva V., Hercberg S., Latino-Martel P., Pouchieu C., Touvier M. Seeking health- and nutrition-related information on the Internet in a large population of French adults: Results of the NutriNet-Santé study // British Journal of Nutrition. 2016. – № 115(11). – С. 2039-2046. – <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114516001355>.
20. Kyrkou C, Tsakoumaki F, Fotiou M, Dimitropoulou A, Symeonidou M, Menexes G, Biliaderis CG, Michaelidou AM. Changing Trends in Nutritional Behavior among University Students in Greece, between 2006 and 2016. // Nutrients. – 2018. – Т. 10. – № 1. – С. 64. <http://dx.doi.org/10.3390/nu10010064>.
21. Matvienko O., Lewis D.S., Schafer E. A college nutrition science course as an intervention to prevent weight gain in female college freshman // Journal of nutrition education. – 2001. – № 33(2). – С. 95-101. – [http://dx.doi.org/10.1016/s1499-4046\(06\)60172-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1499-4046(06)60172-3).
22. Sandrick J., Tracy D., Eliasson A., Roth A., Bartel J., Simko M., Bowman T., Harouse-Bell K., Kashani M., Vernalis M. Effect of a Counseling Session Bolstered by Text Messaging on Self-Selected Health Behaviors in College Students: A Preliminary Randomized Controlled Trial // JMIR Mhealth Uhealth. – 2017. – Т. 5. – № 5. – С. e67. – <http://dx.doi.org/10.2196/mhealth.6638>.

REFERENCES

1. Blinova E.G., Akimova I.S., Bogunova O.S., Demakova L.V. Sostav tela i pishchevoe povedenie studentov // Gigena i sanitariya. – 2015. – №8. – С. 45-48.
2. Bocharov D.O. Issledovanie potrebitelei kak vazhneishii faktor otsenki kon'yunktury tovarnogo rynka // Ehkonomicheskaya sreda. – 2019. – № 4 (30). – С. 113-118.
3. Glagoleva O.N., Turchaninov D.V., Vil'ms E.A. Ehffektivnost' obrazovatel'nykh programm dlya uluchsheniya struktury pitaniya naseleniya i profilaktiki anemii // Gigena i sanitariya. – 2015. – №94(7). – С. 77-80.
4. Dolzhikova K.H.V. Zdorov'esberegayushchee povedenie molodezhi i studentov: sushchnost' ponyatiya i printsipy formirovaniya // Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. – 2019. – № 9. – С. 125-128.
5. Drozhzhakov A.I. Formirovanie zdorovogo obraza zhizni u obuchayushchisya molodezhi OreLGUEHT // Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. – 2019. – № 10. – С. 283-287.
6. Durneva M.YU. Formirovanie otnosheniya k telu i pishchevogo povedeniya u devushek podrostkovogo i yunosheskogo vozrasta: Avtoref. diss. ...kand psikhol. nauk. – Moskva, 2014.
7. Zubtsova T.I., Zubtsov YU.N., Kuznetsov V.D. Ozhirenie u detei i podrostkov: problemy i perspektivy reabilitatsii // Vestnik OreLGIEHT. – 2017. – № 3 (41). – С. 155-158.
8. Izvekova E.V., Zubtsov YU.N., Bol'shakova L.S., Merkulova E.G., Ashikhina L.A. Otsenka adekvatnosti fakticheskogo pitaniya devushek, obuchayushchikhsya v professional'nykh obrazovatel'nykh organizatsiyakh // Vestnik OreLGIEHT. – 2017. – № 4 (42). – С. 145-151.

9. Kicha D.I., Maksimenko L.V., Drozhzhina N.A., Fedotova N.N. Otsenka istochnikov informatsii o ratsional'nom pitanii studentov // Gigiena i sanitariya. – 2013. – №2. – S. 48-52.
10. Korennaya A.A. Zdorov'esberegayushchee povedenie // Obrazovanie i nauka bez granits: sotsial'no-gumanitarnye nauki. – 2018. – № 10. – S. 185-189.
11. Lakshin A.M., Kozhevnikov A.N.G. Pitanie kak faktor formirovaniya zdorov'ya i rabotosposobnosti studentov // Voprosy pitaniya. – 2008. – № 1. – S. 43-45.
12. Larina N.G. Osobennosti pishchevogo povedeniya, obraza zhizni i psikhologicheskogo statusa u podrostkov s ozhireniem i vegetativnoi disfunktsiei // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Yaroslava Mudrogo. – 2017. – № 8 (106). – S. 58.
13. Novikova K.H.V., Artemenko V.V. Kul'tura zdorov'ya molodezhi kak vazhneishaya sostavlyayushchaya sovremennogo obrazovaniya // Ehkonomicheskaya sreda. – 2017. – № 2 (20). – S. 101-105.
14. Rudakova O.V., Kalyanov A.V., Solov'eva I.A. Sotsial'no-kul'turnaya sfera kak sreda formirovaniya chelovecheskogo kapitala // Vestnik OrelGIEHT. – 2019. – № 2 (48). – S. 191-200.
15. Semenova E.E. Zdorovyi obraz zhizni molodezhi v XXI veke // Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. – 2018. – № 7. – S. 201-205.
16. Formirovanie paradigmy podgotovki spetsialistov dlya sfery pitaniya / Mayumikova L.A., Davydenko N.I., Novoselov S.V., Renzyaeva T.V., Popova D.G. // Sovremennaya nauka i innovatsii. – 2018. – № 1 (21). – S. 194-200.
17. Shul'deshova A.S. Zdorov'esberegayushchie tekhnologii v vysshei shkole // Obrazovanie i nauka bez granits: sotsial'no-gumanitarnye nauki. – 2019. – № 11. – S. 160-164.
18. Shumaev V.A., Odintsov A.A., Morkovkin D.E. Strategicheskie faktory povysheniya natsional'noi ehkonomicheskoi bezopasnosti v usloviyakh narastaniya global'nykh riskov // Vestnik OrelGIEHT. – 2018. – № 2 (44). – S. 126-130.
19. Fassier P., Chhim A., Andreeva V., Herberg S., Latino-Martel P., Pouchieu C., Touvier M. Seeking health- and nutrition-related information on the Internet in a large population of French adults: Results of the NutriNet-Santé study // British Journal of Nutrition. 2016. – № 115(11). – S. 2039-2046. – <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114516001355>.
20. Kyrkou C., Tsakoumaki F., Fotiou M., Dimitropoulou A., Symeonidou M., Menexes G., Biliaderis CG, Michaelidou AM. Changing Trends in Nutritional Behavior among University Students in Greece, between 2006 and 2016. // Nutrients. – 2018. – T. 10. – № 1. – S. 64. <http://dx.doi.org/10.3390/nu10010064>.
21. Matvienko O., Lewis D.S., Schafer E. A college nutrition science course as an intervention to prevent weight gain in female college freshman // Journal of nutrition education. – 2001. – № 33(2). – S. 95-101. – [http://dx.doi.org/10.1016/s1499-4046\(06\)60172-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1499-4046(06)60172-3).
22. Sandrick J., Tracy D., Eliasson A., Roth A., Bartel J., Simko M., Bowman T., Harouse-Bell K., Kashani M., Vernalis M. Effect of a Counseling Session Bolstered by Text Messaging on Self-Selected Health Behaviors in College Students: A Preliminary Randomized Controlled Trial // JMIR Mhealth Uhealth. – 2017. – T. 5. – № 5. – S. e67. – <http://dx.doi.org/10.2196/mhealth.6638>.

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Извекова Елена Витальевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: andizvek@mail.ru

Izvekova Elena Vitalevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: andizvek@mail.ru

Большакова Лариса Сергеевна, кандидат биологических наук, профессор кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: ogietif@ya.ru

Bolshakova Larisa Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: ogietif@ya.ru

Ладнова Ольга Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: oladnova@mail.ru

Ladnova Olga Leonidovna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: oladnova@mail.ru

Ашихина Людмила Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: alla-orel@ya.ru

Ashikhina Ludmila Anatoljevna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: alla-orel@ya.ru

Меркулова Елена Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: lenamerkuliva1972@yandex.ru

Merkulova Elena Gennadjevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: lenamerkuliva1972@yandex.ru

Кузина Алина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии, организации и гигиены питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли», РФ 302028, г. Орел, ул. Октябрьская, 12, e-mail: alina-orel@ya.ru

Kuzina Alina Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Orel State University of Economics and Trade; 12 Oktyabrskaya Street, Orel 302028, Russian Federation, e-mail: alina-orel@ya.ru

УДК 664.66

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.16

М.П. Байысбаева [M. P. Baisbaeva], Б.А. Изтаев [B. A. Iztaev]
М.А. Якияева [M. A. Yakiyeva],
З.Н. Молдакүлова [Z. N. Moldakulova],
А.К. Изембаева [A. K. Izembayeva], Г.К. Искакова [G. K. Iskakova]

ПУТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗДРОЖЖЕВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

THE WAYS TO EXPAND THE RANGE OF YEAST-FREE BAKERY PRODUCTS

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: me-ruert_80@mail.ru.

Аннотация Современные условия в которых сегодня живет человечество содержат большое количество антропогенных факторов, влияющих на организм, экологическая ситуация катастрофическая и диктует новое понимание к хлебобулочным изделиям, как к наиболее употребляемому пищевому продукту. Нами разработана рецептура и интенсивная технология приготовления теста бездрожжевой хлебобулочной продукции. Определены органолептические и физико-химические показатели качества бездрожжевой хлебобулочной продукции.

Ключевые слова: тесто, бездрожжевой хлеб, закваска, сыворотка, ионизированная вода.

Abstract: Defined organoleptic and physicochemical parameters quality non-yeasted bakery (physicochemical parameters, organoleptic.) Using the dough intensive technology.

Key words: dough, yeast-free bread, sourdough, whey, ionized water.

The diet of a healthy person cannot be imagined without bread. People in need of dietary nutrition also cannot do without bread. This product has a rare property for food - bread never gets boring, and this allows it to be included in the diet everywhere.

Since the beginning of the last century, experts and adherents of healthy nutrition have been discussing what types of bread can be considered healthy. According to supporters of baking yeast-free bread, yeast fungi (store yeast, dry yeast in packages), getting into the human body, can gradually accumulate, while destroying the beneficial microflora, both in the stomach and intestines, thereby undermining immunity and affecting our general well-being.

Regular consumption of fermentation products in food leads to increased fatigue, the body's susceptibility to the harmful effects of the environment.

The best solution for those who lead a healthy lifestyle, as well as people suffering from diseases of the gastrointestinal tract, may be the use of yeast-free sourdough bread without the use of baker's yeast.

The purpose of the study is the development of recipes and technological modes for the production of yeast-free bakery products from wheat flour.

The objects of research are wheat flour of the first grade (GOST 26574-85); dry milk whey; leaven; ionized water.

To study the quality of yeast-free bread from first grade wheat flour, bread was baked in laboratory conditions. Bread dough (control sample) was prepared in a safety-free way. Dough kneading, fermentation, proofing and bread baking were carried out according to the methods described in the manual [1,2,3].

To obtain semi-finished products from wheat, a mixture of rye and wheat flour, a biological method is traditional, providing for their loosening as a result of alcoholic and lactic acid fermentation.

The dough was kneaded in the following ways:

- in a safe way (control);
- without activation of fermentation;
- in an accelerated way (with the addition of serum and ionized water);
- preparation of sourdough dough (part of ripe dough and ionized water);
- in an accelerated way to ferment with the addition of serum and ionized ionized water.

The use of ionized water, which has many useful properties (bactericidal, redox, etc.) in the production of flour products is a promising direction in the production of environmentally friendly products. Ionozonized water was obtained using a hydroionozonator setup [4].

To accelerate the maturation of the dough, intensive kneading was used and acidifiers and multicomponent bakery improvers were used. A part of the fermented dough of the previous batch and dry milk whey were used as acidifying additives.

An urgent task in the production of yeast-free bread with a reduced cycle is to obtain a pronounced aroma and color of the product. This can be achieved by adding sourdough to the recipe, using fermented old dough as a sour-

dough. Such a dough is made from flour and water without additives and left for a while. You will soon notice how various gases are formed in the dough. Under their influence, the dough turns sour, becomes loose, the fermentation process begins in it. Various enzymes are formed in the dough. If you add flour and water to such a dough, the fermentation process will intensify. The result is a dough that is fermentable, just like yeast. It should be noted that the resulting dough has a different smell and taste than yeast dough. In sour dough, along with useful ones, foreign microorganisms are formed, which reduce the lifting force of the dough, therefore it must be periodically refreshed by adding fresh flour and water. The moisture content of the starter is 56%, the acidity is 12 degrees. To obtain a sour dough, flour and water are taken in a ratio of 10: 6. The water should be at the same temperature as the dough - 24-26 ° C.

Organoleptic (surface condition, consistency, degree of dryness, aroma) and physicochemical (temperature, humidity, acidity) indicators of dough for unleavened bread prepared in various ways from wheat flour of the first and second grade are shown in Table 1.

Table 1

Organoleptic and physicochemical indicators of the test

Test indicators	The control	Without activation of fermentation	With added whey	On leaven	With sourdough with the addition of whey
from wheat flour of the first grade					
Organoleptic					
Surface condition	convex	Less convex	less convex	convex	convex
Consistency	norms	strong	norms	norms	norms
Dryness degree	dry	dry	dry	dry	dry
Scent	alcoholic	no smell of alcohol a	alcoholic	alcoholic	alcoholic
Physicochemical					
Temperature, °C	31	32	33	33	33
Acidity, hail					
initial	3.5	3.5	4.8	5.5	6.0
the ultimate	4.0	3.6	5.5	6.5	7.0
Humidity,%	45.5	45.0	45.0	45.0	45.0

When developing the technology of yeast-free bread, the study of the quality of the finished product is of practical importance. For this, laboratory baking of bread from wheat flour of the first and second grade was carried out in an accelerated way with the addition of whey and ionized water; with the addition of starter culture and ionized water; in an accelerated way with sourdough with the addition of whey and ionized water. Control samples were samples of wheat bread prepared according to the recipe given in the literature. The analysis of the quality of the bread was carried out 14-16 hours after baking according to the methods described in the literature. The results of the study of the quality of yeast-free bread made from wheat flour of the first grade are presented in tables 2.

Table 2 shows that all samples have the correct shape, the crust is smooth, without cracks and explosions, the crumb is characterized by a uniform arrangement of pores and good elasticity, except for a sample of bread prepared without fermentation activation. Bread cooked without fermentation activation had a pale gray crust and less elastic crumb. The moisture content of the bread in all samples was approximately 43.0%. The acidity ranged from 3 to 6.5 degrees. The highest acidity was in the sample prepared with sourdough with the addition of whey. The specific volume of bread varied from 2.5 to 3.85 cm³/g, the lowest specific volume of bread was in the samples prepared without yeast and with the addition of whey 2.5 and 2, 7, respectively.

Similar changes were observed in the porosity index. The porosity of the bread varied from 55 to 70%, the lowest porosity was in the samples of bread prepared without fermentation activation and with the addition of whey, 55 and 65%, respectively. Then, as in the control sample, the porosity was 72%.

Form stability of the bread ranged from 0.32 to 0.5. The lowest dimensional stability in bread prepared without fermentation activation was 0.32, in bread with the addition of whey - 0.35, in bread prepared with sourdough - 0.4, in bread prepared with sourdough with the addition of whey - 0.45, while in the control sample, this figure is 0.5.

Analyzing the data obtained, it was found that in terms of organoleptic and physicochemical indicators, bread samples prepared from first grade wheat flour without yeast and using whey are much inferior to the quality of the control sample, while bread samples prepared on sourdough and sourdough with whey are almost are similar to control.

Table 2

Quality of yeast-free bread made from wheat flour of the first grade

Indicators	The control	Without activation of fermentation	With added whey	On leaven	Sourdough with added whey
Organoleptic					
Appearance: the form	correct	correct	correct	correct	correct
peel color	light brown	pale gray	light brown	light brown	light brown
surface condition	smooth	cracked and undermining	smooth	smooth	smooth
Crumb condition:		less			

elasticity	lastic	elastic	elastic	elastic	elastic
color	light coloured	light with a gray tint	light with a yellowish tinge	light coloured	light with a yellowish tinge
porosity	uniform, medium	uniform, fine	uniform, medium	uniform, medium	uniform, medium
Physicochemical					
Humidity,%	43.0	42.5	43.0	43.0	43.0
Acidity, hail	3.5	3.0	4.0	5.0	6.5
Porosity,%	72	55	65	68	70
Specific volume, cm ³ /g	3.85	2.5	2.7	3.5	3.7
Form-stable vost, N /A	0.50	0.32	0.35	0.40	0.45

On the basis of the obtained results of the study, a recipe and modes for preparing a dough of unleavened bread from wheat of the first grade with the use of ionized water for dough testing, having an optimal ozone concentration of 2 mg / l, were developed and proposed.

The dough was prepared in a safe manner using ion-ionized water.

The dough is prepared under pressure in a hermetically sealed kneading and whipping machine from wheat flour of the first grade and additional raw materials according to the recipe.

The dough is kneaded for 3-5 minutes in a laboratory batch mixer at a kneading body rotation frequency of 5 s⁻¹, then ion-ozonated cavitation air is fed into the kneading chamber under a pressure of 0.40 MPa and the dough is knocked down for 5-7 minutes at a kneading speed. organ 4-5 s⁻¹.

The kneaded dough was divided into two pieces and weighed with a mass of 400 g and 200 g and shaped. The dough was cut manually. Pieces immediately after molding were placed in pre-lubricated molds: 400 g for baking tin bread, 200 g for baking hearth bread.

After cutting, the dough pieces were sent to the final proofing for 35-45 minutes for products made of 1st grade wheat flour. The products were baked in a humidified baking chamber at a temperature of 220-240 ° C. The baking time is 35-40 minutes, depending on the weight of the products. Bread should be stored at a temperature of 25 ° C and a relative humidity of no more than 85%. Photos of finished bakery products are shown in Figure 1.



Figure 1. Wheat bread made of first grade flour with sourdough: 1 - using ionized water with sourdough; 2 - control

The results of studies of the properties of the dough, the quality of yeast-free bread from wheat flour of the first and second grade, prepared in different ways, show that samples of yeast-free bread made from wheat flour of the first and second grade and ionized water without yeast and using whey are much inferior to the quality of the control sample, then as the samples of bread prepared with sourdough and sourdough with whey are similar in quality to the control samples.

Based on the data obtained, a recipe and technological modes for preparing dough for yeast-free bakery products from 1st grade wheat flour with the use of ionized water, whey, starter culture and ionozonocavitation technology have been developed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., Попов В.И., Хатуаев Р.О. Разработка рецептуры сбивного бездрожжевого хлеба в лечебном питании онкологических больных // Хлебопродукты. - 2016. - №9. - С. 52-54.
2. Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Алейник И.А. Инновационные технологии сбивных бездрожжевых хлебобулочных изделий функционального назначения // Фундаментальные исследования. - 2008. - № 1. - С. 71-72

3. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
4. Изтаев А.И., Турсынбаева Ш.А., Якияева М.А. Исследование влияние кавитации на развитие теста//Материалы международной научно-практической конференций «Инновационное развитие пищевой и легкой промышленности и индустрии гостеприимства», 22-23 октября 2020 года. - г.Алматы, 2020. - С. 111-112.

REFERENCES

1. Magomedov G.O., Zatsepilina N.P., Popov V.I., Khatuaev R.O. Razrabotka retseptury sbivnogo bezdrozhzhevogo khleba v lechebno-m pitanii onkologicheskikh bol'nykh // Khlebopro-dukty. - 2016. - №9. - S. 52-54 .
2. Magomedov G.O., Ponomareva E.I., Aleinik I.A. Innovatsionnye tekhnologii sbivnykh bezdrozhzhevykh khlebobulochnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniya // Fundamen-tal'nye issledovaniya. – 2008. – № 1. – S. 71-72
3. Puchkova L.I. Laboratornyi praktikum po tekhnologii khlebopekarnogo proizvodstva. – 4-e izd., pererab. i dop. – SPb.: GIORД, 2004. – 264 s.
4. Iztaev A.I., Tursynbaeva SH.A., Yakiyaeva M.A. Issledovanie vliyanie kavitatsii na razvitie testa//Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsionnoe razvitie pishchevoi i legkoi promyshlennosti i industrii gostepriimstva», 22-23 oktyabr' 2020 goda. - g.Almaty, 2020. - S. 111-112

ОБ АВТОРАХ | ABOUT AUTHORS

Байысбаева М.П. [M. P.Baisbaeva], кандидат технических наук, доцент, ассоциированный профессор кафедры Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинского технологического университета, г. Алматы, Казахстан, e-mail: meruert_80@mail.ru.

Изтаев Б.А. [B. A. Iztaev], кандидат технических наук, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: baurgoldman@mail.ru

Якияева М.А. [M. A.Yakiyaeva], ³PhD,Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: yamadina88@mail.ru.

Молдақұлова З.Н. [Z. N. Moldakulova], докторант, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: meruert_80@mail.ru.

Изембаева А.К. [A. K. Izembayeva], ⁵PhD, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: asel_19.01.83@mail.ru.

Искакова Г.К. [G. K. Isakova], ⁶доктор технических наук, доцент, ассоциированный профессор кафедры Технологияхлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинского технологического университета, г. Алматы, Казахстан, e-mail: iskakova-61@mail.ru.

УДК 32.019.52

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.17

Г.Р. Змановский [G.R. Zmanovsky],
О.В. Мясоутов [O.V. Myasoutov]**МЕТОД РАНГОВ И НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ОЦЕНИВАНИЕ
ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА АКТИВНОСТЬ
СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ****THE RANK METHOD AND DIRECT ASSESSMENT OF
FACTORS AFFECTING THE ACTIVITY OF STUDENTS***Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
г. Красноярск, Россия/ Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,
Krasnoyarsk, Russia, e-mail: zmanovskii_q@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению методологических подходов к выявлению и оцениванию факторов, оказывающих влияние на активность современной студенческой молодежи. В современной социологии, как правило, анализируются общие теоретические проблемы молодежи и молодежной политики. Активно проводимые эмпирические исследования в рамках молодежной проблематики в большей степени нацелены на сбор статистических данных, а также изучение различных аспектов состояния молодежи. Предметом данного исследования являются новые подходы и методы к изучению факторов социальной и политической активности студенческой молодежи. Исследование базируется на методологии комплексного подхода: системного, политического и социологического анализа, методов экспертных оценок, в частности метода рангов, структурно-функционального и факторного анализа. В статье представлены основные выводы по результатам социально-политического исследования студенческой среды исторического факультета Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Анализ эмпирических данных, полученных в результате анкетного опроса студентов, позволяет выявить факторы, влияющие на их активность в социально-политическом пространстве, и сформулировать предложения по корректировке методологии работы с современной студенческой молодежью.

Ключевые слова: студенческая молодежь, социальная активность, экспертная оценка, экспертное ранжирование, метод рангов, структурно-функциональный анализ, факторный анализ.

Abstract

The article is devoted to the consideration of methodological approaches to identifying and evaluating factors that influence the activity of modern students. In modern sociology, as a rule, the general theoretical problems of youth and youth policy are analyzed. Actively conducted empirical research in the framework of youth issues is aimed at collecting statistical data, as well as studying various aspects of the state of youth. The subject of this research is new approaches and methods to the study the factors of social and political activity of students. The research is based on the methodology of a comprehensive approach: system, political and sociological analysis, methods of expert assessments, in particular, the rank method, structural-functional and factor analysis. The article presents the main conclusions based on the results of socio-political research of the student environment of the faculty of history of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev. The analysis of empirical data obtained as a result of a questionnaire survey of students allows us to identify factors that affect their activity in the socio-political space, and formulate proposals for adjusting the methodology of working with modern students.

Key words: students, young people, social activity, expert assessment, expert ranking, rank method, structural and functional analysis, factor analysis.

Discussions about the characteristics of modern student youth In the scientific literature, you can find a wide range of studies of youth issues within the framework of sociology [1; 2; 3; four; 5; 6; 7; 8; 9], psychology [10], anthropology [11], philosophy [12], cultural studies [13; 14; 15; 16]. At the same time, according to I.S. Kohn, "there are two polar approaches to youth and youth in world literature, the first of which can be called naturalistic-ontological, and the second already has its own name - social constructivism" [17]. Within the framework of the first approach, youth is defined from the point of view of ontogenesis, within the framework of the second - through the influence of social dynamics.

Studying youth in the framework of the second approach, some scholars note that the concept of "youth" is included in the socio-political discourse at the turn of the 19th and 20th centuries, which was largely due to certain sociocultural reasons. According to S.I. Levikova, "there is no concept of "youth" in any pre-industrial society. Moreover, in the so-called primitive societies, the child became an adult either at the time of the appearance of the first essential signs of physiological puberty, or, if this was the case in his community, after passing the initiation rite ... No period of adolescence or youth was expected in such societies" [14, from. 60]. Thus, we can say that youth as a special social group appears in the era of "modernity-modern" [18, p. 112].

It should be noted that if "youth" is considered as a phenomenon that arose only at the industrial stage of the socio-historical development of mankind, then the understanding of this phenomenon will not be entirely complete and deep. M.M. Belousova rightly asserts that "many researchers of youth and youth culture, who deny their presence at the pre-industrial stages of human evolution, are very uncritical about the ideas of Western culture anthropologists" [19, p. 19].

Based on the scientific discussion, we can assert that youth "was" in different societies at different stages of their socio-historical development, and not only as a specific age group, but also as a certain socio-political concept in public consciousness. We see that in history, each epoch had both, in fact, young people and their inherent socio-cultural forms.

Considering the problems of modern youth, it is worth noting that youth is traditionally distinguished by such an attributively inherent value as the desire for change. At the same time, today the desire for change is one of the dominant values and gives rise to a higher degree of contradiction between young people and other social groups than in recent decades, which some researchers consider as a prerequisite for a "youth explosion" [20, p. 196].

As an actualized concept, young people are considered by scientists as "a socio-demographic social group, distinguished on the basis of a set of characteristics, characteristics of social status, conditioned by certain socio-psychological properties and characteristics, which in turn are determined by the level of socio-economic and cultural development, and also by the peculiarities of socialization in Russian society" [21]. Hence, the statement of V.A. Lukov that youth is always "a social structure of a certain time and certain socio-cultural conditions" [13]. If this is so, then today's characteristics of young people, including the absolute domination of consumption over creativity, the specifically hedonistic orientation of leisure, the borderline of norms of behavior, etc., and the events it produces are a harsh assessment of the state of modern society, and therefore a "serious challenge" [22].

Meanwhile, today the question of the existence of special signs and socio-political characteristics of student youth remains debatable. We see in scientific research the allocation of student youth as a separate phenomenon, but at the same time, only students who are not engaged in any systematic business, except for study, are defined as carriers of a special student culture, since otherwise they can only be called relatively students, since they appear in educational institutions from time to time usually during sessions.

In our case, the bearers of student culture is understood as student youth who regularly attend classes, have systematic interpersonal contacts in the student community, and also have certain socio-cultural characteristics, for example, a specific language (student slang).

Interpreting the youth context in this way, it can be assumed that today, on the basis of social values prevailing in the youth environment, new (or renewed) values and preferences are formed, which, in addition to special features (legal, political, social, etc.), have fundamental sociocultural content. *niyem*. As if to prove this, E.L. Omelchenko notes that recently youth activity has moved mainly from the political space to the socio-cultural space [23]. Thus, the socio-cultural content of the values of student youth objectively reflects its specificity as a subject of socio-political activity.

The problem of methodology for identifying factors affecting the activity of young students

The processes of change in the Russian higher education system continue. The process of consolidation of universities has been practically completed, innovative universities have been created. The mechanisms for managing them have changed, new rules for the selection of applicants have been introduced. The educational process is being improved, new areas of training are being created, the material base is developing, etc.

The ongoing process of transformation of the Russian higher education system determines the need to find solutions to key problems that are adequate to the corporate culture of the university, the mechanisms of its educational process, correction of the university management system, etc.

Today, it is becoming more and more obvious to build a complex multidimensional stratification of youth, the growth of its differentiation (both in terms of socio-political activity and in accordance with new criteria, including material status, employment, lifestyle, sociocultural identification).

No less relevant is the request for the study of the corporate culture of students, their expectations from studying at the university, their free pastime, their participation in various cultural, socio-political practices, both of their own university and the city where the university is located. The principles of structural and functional analysis in the study of youth problems were actively used by sociologists at the end of the last century. The object of their analysis was the basic indicators: as the socio-economic status of young people, the discrepancy between their professional status and qualifying university training, labor and social activities, formal involvement in management structures and real participation in decision-making that determine the relationship between youth and society [24; 25].

Numerous sociological studies in universities, in our opinion, do not reveal the real tendencies in the development of problematic phenomena in the university. To search for solutions to the problems of the university, relations "university - student", "student - city - urban environment", not just sociological research is needed, but complex monitoring studies using methods of qualitative analysis, methods of expert assessments, which increases the reliability of solving scientific and managerial problems.

When solving many practical problems, especially when studying youth problems and young people themselves, it often turns out that the factors that determine the final results of behavior, the forms and methods of youth policy, cannot be directly measured. It is important to find approaches and research methods not just opinions in the moment, but to understand the mechanisms, conditions, factors, etc. at the moment of the stratification transition from one age category to the

next, to represent in general the dynamics of changes in the sequential "cohort" transition. As a rule, the objects under consideration, behavioral reactions, the formation of value preferences, the choice of life strategies, etc., have a different nature in nature and, therefore, become incommensurable. In this case, the establishment of their significance with the help of experts, as well as the assignment of natural numbers, which in turn determine the order (and place) of each phenomenon in the studied population, greatly facilitates the choice of the more preferable of the alternatives.

Expert ranking is proposed to be applied in cases where it is impossible or impractical to directly assess the problem objects under study. Since when ranking, we receive information only about which of the studied objects is more preferable, but without specific comparative characteristics of the preference of one object over another. In terms of meaning, ranking in such a context is, first of all, a process of quantitative determination of ranks, and rank, first of all, is the degree of difference in any attribute of the object under study.

When ranking information, the importance, perceptibility, significance, persuasiveness or "weight" of various quality indicators is revealed, a list ("register") of quality indicators is determined.

In combination with the factor analysis of the student-university relationship, we obtain more adequate information, since the interrelation and interdependence of subject-object relations are taken into account. Some of them are directly related, others are indirectly.

This method of research allows, on the one hand, to describe the object of research correctly and at the same time comprehensively; on the other hand, to identify the factors responsible for the presence of linear statistical relationships of correlations between the observed variables. After that, in each case, we conduct a ranking (form a hierarchical list) and analyze the structure of the hierarchy according to various parameters, first of all, by age, select, refute (merge) groups, that is, we conduct a deep parametric and nonparametric analysis, depending on the resulting intermediate results and assigned tasks. Thus, we get an answer to the question of whether the structure of values of young people is the same in general, across groups, and what it is, we identify significant factors for a particular stable structure of a group of young people.

Empirical research results. The rank method was used by the authors in 2017 when conducting an initiative questionnaire survey of full-time students of the Faculty of History of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev (KSPU named after V.P. Astafiev). The analysis of the entire empirical base of the research was carried out on the basis of the complex application of methods of qualitative and quantitative analysis of the results. At the same time, the education process was understood as an important part of a life strategy, especially for student youth, since the quality of education is the result of the dialectic of interaction and politics, and the economy, culture and social roles of an individual.

When developing the program and research tools, semantic blocks were identified. One of them: Higher education is a strategically decisive stage in the implementation of the life plans of young people. The questionnaire survey covered four-year students of the Faculty of History. In total, 130 students of the Faculty of History, studying in the areas of training: Political Science 40 (15 students), Pedagogical education: history and social studies (42 students), Pedagogical education: history (14 students), Pedagogical education: history and law (38 students), Pedagogical education: history and foreign language (13 students). 8 students refrained from answering.

Within the framework of this article, the general "passport" information of the surveyed students, the answers to the questionnaire are given only in the general characteristics of the students of the faculty, without breakdown by specializations and courses of study. The final report of the initiative research contains an analysis of information taking into account specific courses, specializations, and the age of survey participants. Separately, for some of the questions, the analysis of the received answers was carried out, taking into account the places of residence, receiving secondary education, living in a hostel, with parents or in a rented apartment. The analysis of the structure of answers and correlations was carried out, taking into account the specifics of the participants in the questionnaire survey.

The age of the students who took part in the survey: 64 students - 17-19 years old, 64 students - 20-22 years old, 1 student noted his age in the range of 23-25 years. There were no students older than 25 at the Faculty of History at the time of the survey. 1 person did not indicate their age. Of 130 respondents, 47 people received secondary education in the city of Krasnoyarsk, in other municipalities of the Krasnoyarsk Territory - 83 people.

The following answers were received to the question of the questionnaire **"Indicate your current place of residence"**. In the hostel of the KSPU named after V.P. Astafieva is home to 49 students; together with parents - 42 students; 14 students indicated their accommodation; rented apartment or room - 14 students; other (for example, from relatives) - 11 people. The use of the rank method made it possible to draw the following conclusions: the predominance of residents of Krasnoyarsk and other cities of the region among students. Residents from rural areas and other regions of Siberia are extremely insignificantly represented.

"What were the motives for choosing the Faculty of History?" As a result of ranking and analysis of the hierarchical list of preferences, summing up students' answers to the questionnaire, the following results were obtained:

The main motive for choosing a faculty was the state status of the university - for 27 people; the fame and prestige of the faculty determined the choice of 26 people; the high quality of teaching, which the future student learned about from relatives / friends, became a defining motive for 31 people; the possibility of employment after graduation from this university has become a defining motive for 58 people; interesting student life prompted 18 people to enroll; low competition for the direction of training 40 determined the choice of 16 people; the decision of the parents was a

decisive factor for 5 respondents; the choice of friends / classmates according to the principle "where everyone is - there and I" influenced 2 people; "There was no other choice" - this is how 13 people defined their choice.

Thus, based on the data obtained, we can conclude: the main motives for choosing their future profession for the majority of the surveyed students when ranking the answers, judging by the quantitative distributions, the priority was the possibility of employment after graduating from the university (58.44%), high quality of teaching, about which the student learned from relatives / friends (31.24%), the state status of the university (27.20%), the fame and prestige of the faculty (26.19%).

Using the rank method, the specifics of the choice of the faculty are revealed. Judging by the percentage distributions of the answers received, the majority of students consciously approached the choice of the place of study, while making the choice in most cases independently. However, the motives of more than a third of the respondents indicate that the position of the survey participants on this issue was not yet fully formed, which is possibly due to their age and social status at the moment in their lives.

"Can you say that you understand the content of your future profession well enough?" Content analysis of the answers to this question in the questionnaire gave the following results: "Yes, I am confident in the correctness of my choice and I am preparing for my future professional activity" - 59 answers; "I have a very vague idea of my future profession, but I hope that at the beginning of my practical activity I will not be disappointed in my choice" - 22 answers; "I doubt the correctness of my choice of my future profession" - 17 answers; "I haven't thought about it yet, the main thing is to graduate from the university" - 12 answers; "The main thing for me is just to get a higher education" - 15 answers. Based on the data obtained, it was concluded that a significant part of the respondents still lacks a stable professional orientation.

The rank method in the formation of a hierarchical list of students' social expectations from studying at the faculty revealed the following: a set of expectations, which is practically unrelated to future professional activities, somewhat prevails, and faculty students are more likely focused on the social and humanistic function of higher education rather than professional. This fact is extremely important to take into account when forming the youth policy of the university, all educational work with students, as well as in the process of forming the corporate culture at the university.

"What is your attitude to the quality of the organization of the educational process?" The analysis of the answers to this question in the questionnaire gave the following results: "no special complaints" - 57 answers; "Inconsistency of the studied disciplines of the specialty being received" - 9 answers; "Discrepancy between the significance of the subject and the number of hours" - 24 responses; "Overloaded with auditorium lessons" - 10 answers; "Dissatisfaction with the quality of classes" - 17 answers; "Dissatisfaction with the organization of tests and exams" - 7 answers.

In addition to these answers, other assessments were expressed: "dissatisfaction with specialists", "biased attitude of some teachers", "the schedule is not set on time", "few subjects", "more psychology, political science and history, and the rest is less", "dissatisfaction with the organization of educational activities; distribution of loads during the semester", "inconvenient schedule, "windows" in the schedule".

Based on the data obtained, it was concluded that most of the students at the time of the research were, on the whole, satisfied with the organization of the educational process at the faculty. At the same time, some of the students surveyed (67 answers) were to one degree or another dissatisfied with the system of assessing knowledge, the schedule of classes, and the quality of the curriculum.

The process of studying at the faculty arouses a certain interest among the majority of the respondents, which indicates the involvement of the respondents in educational activities, their focus on acquiring knowledge. It was also received important information that, no significant differences in attitudes towards learning among students studying on a budgetary and non-budgetary basis were found.

"What student problems are of particular concern to you now?"

The quality of scheduling classes - 55 answers; quality of teaching - 50 answers; quality of knowledge assessment - 47 answers; the work of the canteen of the faculty - 44 answers; no hygiene products in toilets - 39 responses; practice - 41 answers; independent work of students - 21 answers; living conditions in a hostel - 32 answers.

Other problems were named: "there is always no money", "there are few shops on the floors", "projectors, interactive whiteboards in each classroom", "cockroaches in the dining room and classrooms", "the size of the scholarship forces you to work at night", "few budget places", "Expensive training".

"How satisfied are you with the material base of the faculty?"

The following answers were received: quite satisfactory - 28 answers; partially satisfies - 71 answers; does not satisfy - 27 answers.

Specific problems were indicated: "repair in offices", "no free wi-fi", "call a repair school", "equipping offices", "no payment for trips to sporting events." The content analysis of the answers to the questions of this block of the questionnaire gave the following results: some of the students, answering the questions of the questionnaire, expressed dissatisfaction with the state of the material base of the faculty. The greatest dissatisfaction of students was caused by the following aspects: the state of toilets, moving to physical education classes at the expense of the student, sanitary and hygienic conditions of the 10th canteen of the faculty, cleanliness of smoking areas, the state of the territory adjacent to the educational building (paths, flower beds, benches, trash cans), the availability of parking for personal vehicles, the state of hostels.

Some of the students surveyed experience certain difficulties in their studies. Among the most important reasons causing these difficulties, judging by the answers, are the lack of knowledge and the inability to replenish it, complex interpersonal relationships and relationships with teachers, as well as various external circumstances, for example, the remoteness of the place of study from the place of residence, the need to combine studies with work, family problems, etc.

"Evaluate the educational activity at the faculty as a whole on a 5-point scale." The content analysis of the answers to this question of the questionnaire gave the following results: the item "Compliance of the information presented by the teacher with the subject of the subject" was assessed by the majority of students at 4 points (51 votes); the item "Equipping practical training with modern equipment" was rated by the majority of students at 2-3 points (34-37 votes); the point "Relevance and relevance of information taught in the classroom" was assessed by most of the students at 4 points (53 votes); the item "The ability of the teacher to interest students in the learning process" was rated by the majority of students at 3 points (47 votes); the item "Accessibility of practical training" was rated by most of the students at 4 points (34 votes); the point "Objectivity in assessing students' knowledge, respectful attitude" was assessed by the majority of students at 4 points (42 votes).

"Are you satisfied with the organization of training / practical training?"

Most of the votes were cast for the option "got acquainted with the work, but nothing interesting" – 49 people and 11 people think that they "lost time on unnecessary and uninteresting work".

Conclusion

The use of the rank method when conducting a questionnaire survey made it possible to obtain an array of empirical data, form hierarchical lists of preferences and then analyze correlations, etc. This also provided an understanding of the system of value orientations of faculty students, to determine a kind of deep basis of personality, conditions and factors influencing the content of social activity, semantic priorities and the direction of the social position of young people, to identify a common approach to oneself.

The use of the rank method in the processing of empirical material and an expert assessment of the received answer options revealed the need to create a communication system "student - university", social activity of students both within the faculty and outside the university. Such a system should ensure the disclosure of abilities, and in the organization of the educational process create conditions when the accumulated competencies would allow directly testing the general cultural knowledge and socio-cultural orientations of students acquired at the university.

The use of the rank method in socio-political studies of youth issues allows us to form an integrated approach to the study of student youth in cities, to ensure the actualization of youth issues in order to find the optimal algorithm for municipal youth policy, while considering students as the main partner group, a consistent supporter of changes that affects the process of transformation at the municipal level, which has significant potential in order to facilitate the implementation of practice-oriented education for young people, active citizens.

At the municipal level, within the framework of youth policy, the application of the rank method and direct assessment of factors in the study of the social activity of student youth in the city will make it possible to develop models for the structures of participatory management, that is, management aimed at liberating the creative activity of student youth, creating opportunities and freedom in the city for individual achievements, talented people.

The use of the rank method in the development of various target programs for the development of the city will allow developing a unified approach to expanding the participation of students in the organization of the activities of a particular municipal entity.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hall G. Stanley. Youth: Its Education, Regiment and Hygiene / Stanley G. Hall. – New York, 1906. – 206 p.
2. Лисовский В.Т. Социология молодежи / В.Т. Лисовский. – М.: Политиздат, 1982. – 457 с.
3. Чупров В.И. Молодежь в общественном воспроизводстве, проблемы и перспективы / В.И. Чупров, Ю.А. Зубок. – М.: Ин-т соц.-полит. исслед., 2000. – 114 с.
4. Сикевич З.В. Социология молодежи / З.В. Сикевич. Учебник. – Л.: Лениздат, 1990. – 204 с.
5. Суртаев В.Я. Молодежь и культура / В.Я. Суртаев. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т культуры, 1999. – 223 с.
6. Полутин С.В. Социология молодежи: история становления и перспективы развития / С.В. Полутин, О.Н. Тюлякова // Интеграция образования. – 2010. – №1. – С. 108-111.
7. Лучанкин А.И. Социально-клубная работа с молодежью: проблемы и подходы / А.И. Лучанкин. В 2 кн. Кн. 1. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 396 с.
8. Плотников А.Д. Молодежь как важный ресурс социальных перемен в российском обществе и основа формирования института семьи / А.Д. Плотников. // Электронная библиотека Московского гуманитарного университета. – М., 2006. Режим доступа: <http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/professor.ru/Plotnikov/index.html>.
9. Сергеев С.А. Молодежные субкультуры в республике / С.А. Сергеев. // Социс. Социологические исследования. – 1998. – №11. – С. 95-102.
10. Rokeach M. The Nature of Human Values / M. Rokeach. – New York: The Free Press, 1973. – 438 p.
11. Мид М. Культура и мир детства. Избранные произведения / М. Мид / пер. с англ. и коммент. Ю.А. Асеева. – М.: Наука, 1988. – 429 с.
12. Ильинский И.М. Молодежь и молодежная политика / И.М. Ильинский. – М.: Голос, 2001. – 696 с.
13. Луков В.А. Молодежная организация в контексте своего времени и субъективность социокультурных изменений // Молодежь и молодежная политика: новые смыслы и практики. Серия «Демография. Социология. Экономика». Том 5. №1 / под ред. чл.-корр. РАН С.В. Рязанцева, д.с.н. Т.К. Ростовской, д.с.н. Ю.А. Зубок. – М.: Экон-информ, 2019. – С. 36-47.

14. Левикова С.И. Молодежная субкультура/ С.И. Левикова. – М.: ФАИР-Пресс, 2004. – 607 с.
15. Курганский К.С. Генезис и метаморфозы молодежной культуры / К.С. Курганский: дис. ... канд. филос. наук. – Белгород: БелГУ, 2006. – 190 с.
16. Воронина С.А. Социокультурные практики современной российской молодежи // Современные исследования социальных проблем. – 2019. Т. 11. №2. С. 14-26.
17. Молодежь в современном мире: проблемы и суждения (Материалы «круглого стола») // Вопросы философии. – 1990. – № 5. – С. 12-33.
18. Егоршева О.И. Культурно-исторические смыслы «современности», или Когда начинается «Новое время»? / О.И. Егоршева, В.П. Римский // Современная социокультурная динамика и духовная жизнь: Сборник статей молодых ученых, аспирантов и докторантов. – Белгород, 2002. – С. 111-120.
19. Белоусова М.М. Антропологические основания и знаково-символические формы молодежной культуры/ М.М. Белоусова: дис. ... канд. филос. наук. – Ростов н/Д: ЮФУ, 2008. – 161 с.
20. Теории молодежи: междисциплинарный анализ: научная монография / В.А. Луков. – М., 2012. – 527 с.
21. Лисовский В.Т. Социология молодежи/ В.Т. Лисовский. – М.: Политиздат, 1982. – 457 с.
22. Карлова О.А., Мясоутов О.В. Социокультурная деятельность: молодежь как вызов/ О.А. Карлова, О.В. Мясоутов. // Сибирский антропологический журнал. – 2020. – Т. 4. – №1. – С. 98-109.
23. Омельченко Е.Л. Уникален ли российский случай трансформации молодежных культурных практик/ Е.Л. Омельченко // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2019. – №1 (149). – С. 3-27.
24. Титма М.Х. Молодое поколение / М.Х. Титма, Э.А. Саар. – М.: Мысль, 1986. – 254 с.
25. Молодежь: ориентации и жизненные пути (на материалах социологического исследования в Советской Прибалтике) / М.Х. Титма, М.Е. Ашмане, А.А. Матуленис и др.; отв. ред. М.Х. Титма. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.

REFERENCES

1. Hall G. Stanley. Youth: Its Education, Regiment and Hygiene/ Stanley G. Hall. – New York, 1906. – 206 p.
2. Lisovskij V.T. Sociologiya molodezhi/ V.T. Lisovskij. – M.: Politizdat, 1982. – 457 s.
3. CHuprov V.I. Molodezh' v obshchestvennom vosproizvodstve, problemy i perspektivy/ V.I. CHuprov, YU.A. Zubok. – M.: Int-soc.-polit. issled., 2000. – 114 s.
4. Sikevich Z.V. Sociologiya molodezhi/ Z.V. Sikevich. Uchebnik. – L.: Lenizdat, 1990. – 204 s.
5. Surtaev V.YA. Molodezh' i kul'tura/ V.YA. Surtaev. – SPb.: Sankt-Peterburgskij gos. un-t kul'tury, 1999. – 223 s.
6. Polutin S.V. Sociologiya molodezhi: istoriya stanovleniya i perspektivy razvitiya / S.V. Polutin, O.N. Tyulyakova. // Integraciya obrazovaniya. – 2010. – №1. – S. 108-111.
7. Luchankin A.I. Social'no-klubnaya rabota s molodezh'yu: problemy i podhody/ A.I. Luchankin. V 2 kn. Kn. 1. – Ekaterinburg: UrO RAN, 1997. – 396 s.
8. Plotnikov A.D. Molodezh' kak vazhnyj resurs social'nyh peremen v rossijskom obshchestve i osnova formirovaniya instituta sem'i / A.D. Plotnikov. // Elektronnyaya biblio-teka Moskovskogo gumanitarnogo universiteta. – M., 2006. Rezhim dostupa: <http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/professor.ru/Plotnikov/index.html>.
9. Sergeev S.A. Molodezhnye subkul'tury v respublike / S.A. Sergeev. // Socis. So-ciologicheskie issledovaniya. – 1998. – №11. S. 95-102.
10. Rokeach M. The Nature of Human Values / M. Rokeach. – . New York: The Free Press, 1973. – 438 p.
11. Mid M. Kul'tura i mir detstva. Izbrannye proizvedeniya / M. Mid / per. s angl. i komment. YU.A. Aseeva. – M.: Nauka, 1988. – 429 s.
12. Il'inskij I.M. Molodezh' i molodezhnaya politika / I.M. Il'inskij. – M.: Golos, 2001. – 696 s.
13. Lukov V.A. Molodezhnaya organizaciya v kontekste svoego vremeni i sub'ektivnost' sociokul'turnyh izmenenij/ V.A. Lukov. // Molodezh' i molodezhnaya politika: novye smysly i praktiki. Seriya «Demografiya. Sociologiya. Ekonomika». – Tom 5. – №1 / pod red. chl.-korr. RAN S.V. Ryazanceva, d.s.n. T.K. Rostovskoj, d.s.n. YU.A. Zubok. – M.: Ekon-inform, 2019. – S. 36-47.
14. Levikova S.I. Molodezhnaya subkul'tura/ S.I. Levikova. – M.: FAIR-Press, 2004. – 607 s.
15. Kurganskij K.S. Genezis i metamorfozy molodezhnoj kul'tury/ K.S. Kurganskij: dis. ... kand. filos. nauk. – Belgorod: BelGU, 2006. – 190 s.
16. Voronina S.A. Sociokul'turnye praktiki sovremennoj rossijskoj molodezhi // Sovremennye issledovaniya social'nyh problem. 2019. T. 11. №2. S. 14-26.
17. Molodezh' v sovremennom mire: problemy i suzheniya (Materialy «kruglogo sto-la») // Voprosy filosofii. – 1990. – №5. – S. 12-33.
18. Egorshcheva O.I. Kul'turno-istoricheskie smysly «sovremennosti», ili Kogda na-chinaetsya «Novoe vremya»? / O.I. Egorshcheva, V.P. Rimskij. // Sovremennaya sociokul'turnaya dinamika i duhovnaya zhizn': Sbornik statej molodyh uchenyh, aspirantov i doktorantov. – Belgorod, 2002. – S. 111-120.
19. Belousova M.M. Antropologicheskie osnovaniya i znakovo-simvolicheskie formy molodezhnoj kul'tury/ M.M. Belousova: dis. ... kand. filos. nauk. – Rostov n/D: YUFU, 2008. – 161 c.
20. Teorii molodezhi: mezhdisciplinarnyj analiz: nauchnaya monografiya / V.A. Lukov. – M., 2012. – 527 s.
21. Lisovskij V.T. Sociologiya molodezhi/ V.T. Lisovskij. – M.: Politizdat, 1982. – 457 s.
22. Karlova O.A., Myasoutov O.V. Sociokul'turnaya deyatel'nost': molodezh' kak vy-zov/ O.A. Karlova, O.V. Myasoutov. // Sibirskij antropologicheskij zhurnal. – 2020. – T. 4. – №1. – S. 98-109.
23. Omel'chenko E.L. Unikalen li rossijskij sluchaj transformacii molodezhnyh kul'turnyh praktik/ E.L. Omel'chenko. // Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i social'nye peremeny. – 2019. – №1 (149). – S. 3-27.
24. Titma M.H. Molodoe pokolenie / M.H. Titma, E.A. Saar. – M.: Mysl', 1986. – 254 s.
25. Molodezh': orientacii i zhiznennye puti (na materialah sociologicheskogo is-sledovaniya v Sovetskoj Pribaltike) / M.H. Titma, M.E. Ashmane, A.A. Matulenys i dr.; отв. red. M.H. Titma. – Riga: Zinatne, 1988. – 204 s.

ОБ АВТОРАХ /ABOUT AUTHORS

Змановский Георгий Ренгольдович, кандидат политических наук, доцент кафедры политологии и права; Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, zmanovskii_g@mail.ru

Zmanovsky Georgy R., Candidate of Political Sciences, Associate Professor, Department of Political Science and Law; Krasnoyarsk State Pedagogical University named after Viktor P. Astafyev, zmanovskii_g@mail.ru

Мясоутов Олег Валерьевич, начальник управления молодежной политики Сибирского государственного института искусств имени Дмитрия Хворостовского, polius@mail.ru

Myasoutov Oleg V., Head of Department of Youth Policy, Siberian State Academy of Arts named after Dmitry Hvorostovsky, polius@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

УДК 130.2

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.18

Т.В. Шкайдерова [T.V. Shkaiderova], О.В. Ярмач [O.V. Yarmak],
А.С. Цепкова [A.S. Tsepikova], А.Г. Маранчак [A.G. Marunchak]

**ИДЕНТИЧНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА: ПРОИСХОДИТ ЛИ СМЕНА
ЭТНИЧЕСКИХ ГРАНИЦ? (ЧАСТЬ I)**

**IDENTITY OF THE INHABITANTS OF THE CRIMEAN
PENINSULA:
IS THERE A CHANGE OF ETHNIC BORDERS? (PART I)**

*Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия /
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, olga_yarmak@inbox.ru*

Аннотация. Представлен анализ исследования идентичностей и смысловых конструкций ценностного сознания жителей Республики Крым и Севастополя в этнических группах. Использован подход социального антрополога Ф. Барта о смене этнической идентичности, с помощью которого анализируется процесс формирования идентичности жителей Крыма в новой социально-политической реальности. Авторы попытались понять, как социальные процессы способствуют сохранению этнического статуса, что происходит при размывании или смене этнических характеристик.

Эмпирическая модель исследования содержала массовый опрос 2000 жителей городов Республики Крым и Севастополя. Объектом исследования выступили жители полуострова, в ходе которого были выделены три группы по национальному признаку: относящие себя к русским – в группу «русские», относящие себя к украинцам – в группу «украинцы», относящие к крымско-татарскому населению – в группу «крымские татары».

Понимание процесса формирования и смены идентичностей у жителей Крымского полуострова авторы связывают с факторами социальной среды, коммуникациями, политическими и экономическими выгодами. В качестве вывода авторы отмечают, что процесс формирования идентичностей в различных этнических группах Крыма следует основывать на принципах регионального патриотизма с учетом территориальной привязанности к Крыму, создании объединяющих культурных кодов, предоставления открытых альтернатив, социальных возможностей, социальных траекторий успешности, которые может транслировать этническая принадлежность.

Ключевые слова: идентичность, ценности, личностные качества, межнациональное согласие, межрелигиозное согласие, большие данные, Республика Крым, Севастополь

Abstract. The analysis of the study of identities and semantic constructions of the value consciousness of the inhabitants of the Republic of Crimea and Sevastopol in ethnic groups is presented. The approach of the social anthropologist F. Barthes about the change of ethnic identity is used, with the help of which the process of the formation of the identity of the inhabitants of Crimea in the new socio-political reality is analyzed. The authors tried to understand how social processes contribute to the preservation of ethnic status, which occurs when ethnic characteristics are blurred or changed.

The empirical model of the study included a mass survey of 2000 residents of the cities of the Republic of Crimea and Sevastopol. The object of the study was the inhabitants of the peninsula, during which three groups were singled out according to their ethnicity: those who consider themselves to be Russians - into the group of "Russians", who identify themselves as Ukrainians - into the group "Ukrainians", who refer to the Crimean Tatar population - into the group "Crimean Tatars".

The authors associate the understanding of the process of formation and change of identities among residents of the Crimean peninsula with factors of the social environment, communications, political and economic benefits. As a conclusion, the authors note that the process of forming identities in various ethnic groups of Crimea should be based on the principles of regional patriotism, taking into account territorial attachment to Crimea, creating unifying cultural codes, providing open alternatives, social opportunities, social trajectories of success that ethnicity can transmit.

Key words: identity, values, personal qualities, interethnic harmony, interreligious harmony, big data, Republic of Crimea, Sevastopol.

Introduction. Taking into account the multinationality, informational and terrorist challenges, it remains relevant to analyze the factors influencing the process of forming the identity of the population of the Crimean peninsula. Analyzing scientific sources and already available research material, the authors formulated the assumption that people of different nationalities can reproduce in different ways the model of interethnic and interreligious behavior in their living space [14, 23]. The speed of formation of "collective ideas", "agendas", patterns (patterns of behavior), demonstration of the position of the "generalized other" ("likes", "reposts", "friends", etc.) significantly affects the process of forming value orientations, behavioral attitudes and identity.

Value shifts in mass consciousness often occur during a period of radical changes in society. And such a significant geopolitical event as the reunification of Crimea and Sevastopol with the Russian Federation marked the problem of the formation of a new semantic and value field among the inhabitants of the peninsula, which is complicated

by the fact that the value orientations of people of different ethnicity were formed in different historical and socio-cultural environments. In this regard, from the perspective of our research, it was important to understand not only the process of forming the identity of Crimeans and Sevastopol residents, but also the structure of their value consciousness, life priorities and strategies, attitudes towards various ethnic groups.

Turning to the approach of value researchers, Russian classics of sociology A.G. Zdravomyslov and V. A. Yarov, it is important to understand value as a component of the personality structure, with the help of which her thoughts and feelings are formed and from the point of view of which many life issues are resolved [8]. Sociologist R. Inglehart, analyzing values, attributes them to human needs and distinguishes materialistic (material and physical security), post-materialistic (freedom, participation, self-expression) and self-expression values (interpersonal trust, happiness, tolerance) [10]. The authors will analyze the structure of value orientations of the inhabitants of Crimea, relying on Inglehart's hierarchy of values.

Identity is a reflection of consolidation processes in the interethnic space. In the course of the study, the authors turn to the concept of identity, disclosed by the Russian sociologist L. M. Drobizheva - "not only through loyalty to the state, but also through identification with the citizens of the country, ideas about this community, responsibility for the fate of the country and feelings, experienced by people" [5]. It is from this perspective that the identity of the residents of the Republic of Crimea and Sevastopol, who are still in a borderline state after the events of the Crimean Spring, is analyzed.

The approach of the Norwegian social anthropologist F. Barth to the study of ethnicity is interesting for our analysis because ethnic groups are formed at the boundaries of interaction with other ethnic groups, and these boundaries between them are understood by him not as geographical, but as social. His reflections on the change of identity, how in one or two generations people from one ethnic category can turn into representatives of another, that is, change their ethnic "label". Barthes' approach to the study of the change of identities in the borderline state of society contributes to the analysis of the process of formation of the identity of the inhabitants of the Crimea in the new socio-political reality [22].

Important for our research are Barthes' ideas about the relationship between identities and values: the more differences between value orientations, the more restrictions are imposed on interethnic interaction, which affects the behavior of people - they fear that their behavior does not correspond to people of their identity, associating themselves with a certain ethnic cluster. In this way, members of all ethnic groups in a multi-ethnic society can act in a way that preserves differences, which shape the emergence of boundaries that support ethnic diversity.

The formation of such a new field with moving ethnic boundaries creates a kind of network - a system of relationships in which values are exchanged. Members of such a network behave as if ethnicity "does not matter", or there are paradoxical situations: when ethnic status forms relations in a public network. The authors tried to understand how social processes contribute to the preservation of ethnic status, what happens during the erosion or change of ethnic characteristics, whether they cease to be representatives of this nationality from the point of view of the social environment and to be associated with this identity.

Theoretical and methodological basis of the research. The theoretical foundation of the research was formed by the theory of discourse (E. Laclau, C. Mouffe, T. van Dijk, N. Fairclough), the theory of collective representations (G. Le Bon, G. Marcuse, E. Durkheim), the concept of factors of socio-political destabilization (J. Goldstone, F. Howard), the tradition of realism in the analysis of the nation and interethnic relations (W. Altermatt), the theory and concept of social, ethnic and interethnic attitudes (G. Allport, D. Uznadze, Yu.V. Harutyunyan), the concept of social and cultural distance (G. Simmel, E. Burgess), concepts and theories of the system of identities and ethnic identity (E. Erickson, J.G. Mead, N. Luhmann, F. Barth), concepts and theories of interethnic and interfaith harmony (V. A. Tishkov, L. M. Drobizheva) [1-30].

The principles of social phenomenology were used (A. Schütz, P. Berger, T. Luckmann), according to which the key factor influencing the formation of value orientations is the social environment changing in the process of communication [2, 20]. The research methodology is based on the following approaches: new institutionalism, network and cognitive approaches, comparative and conflictological analysis. The new institutionalism makes it possible to explore the rationality of the choice of behavior strategy in a complex society (D. North, E. Ostrom) [29]. The network approach will make it possible to study the relationship between the mobilization of political action and the network activity of Internet users (G. Gradoselskaya, L. Smorgunov) [4, 16]. The cognitive approach is focused on the analysis of the processes of formation of the subjective interethnic and interreligious world, subjective perception and interpretation of messages broadcast in the social media space. Comparative analysis is used to compare the substantive features of indicators of interethnic and interreligious relations; Conflict analysis will make it possible to understand the procedural, structural-role and functional features of the cases considered in the study.

Description of the study. The sociological dimension of interethnic and interreligious harmony in the Republic of Crimea and Sevastopol included research blocks on value orientations, personal qualities, life strategies and identity of Crimeans and Sevastopol residents. The empirical research model contained a mass survey with a final sample of 2000 people (1265 residents of 16 cities of the Republic of Crimea - Alupka, Alushta, Armyansk, Bakhchisarai, Belogorsk, Dzhankoy, Evpatoria, Kerch, Krasnoperekopsk, Saki, Simferopol, Sary Crimea, Sudak, Feodosia, Shchelkino, Yalta and 735 residents of Sevastopol aged 18 and older, representativeness by territory of residence,

gender, age, subject to the maximum sampling error of 3%). To measure the meaningful characteristics of interethnic and interreligious harmony, the Bogardus scale was used, modified to the Crimean conditions.

The object of the study is the residents of the cities of the Republic of Crimea and Sevastopol, during which three groups were identified according to their ethnicity: those who refer to themselves as Russians - into the group of "Russians", who refer themselves to Ukrainians - into the group of "Ukrainians", referring to the Crimean Tatar population - to the group "Crimean Tatars".

Empirical results. An analysis of the identity of the inhabitants of the peninsula showed that a fifth of the group is close to the group "we are citizens of Russia", about 20% of respondents define themselves as residents of Crimea and 15% as residents of their city; thus, 35% of the respondents have a strong peninsular - Crimean - identity. The ethnic and religious affiliation of the inhabitants of Crimea is very low, which indicates the weakness of the national and religious factors in the formation of the identity of the inhabitants of the peninsula (Fig. 1).



Figure 1. Choose from the groups listed below that are closest to you in spirit (as a percentage of the number of respondents, the choice of no more than 3 answer options)

To understand the construction of the foundations of identity in the ethnic groups identified by us, we analyzed the correlations of answers to the questions "Choose from the groups listed below that are closest to you in spirit" and "Who do you consider yourself to be?" (Table 1). State and peninsular identities are in the priorities of all ethnic groups. But it should be noted that the Crimean Tatars are more strongly associated with Russian citizenship, and the attachment to the peninsula is strong in the Ukrainian group. Ukrainians, more than others, are inclined towards the groups "bearers of a certain culture", "people of our nationality", "people of a common destiny", which indicates their separation into a separate ethnic and cultural community. The Crimean Tatars have a stronger territorial attachment to their place of residence, gender and confessional identity. In the group of Russians, identity is based, first of all, on the basis of belonging to the Russian state, to Crimea and their city as a territory of residence, is formed under the influence of generational, political (political views) and economic (living standards) factors.

Table 1

Belonging to a social group depending on ethnicity (as a percentage of the number of respondents)

<i>Social group membership / Nationality</i>	Russian	Ukrainians	Crimean Tatars
We are citizens of the Russian Federation	23,6	21,9	30,2
We are residents of our city / village	16,1	13,1	18,8
We are the people of our generation	10,8	7,4	7,3
We are people of our nationality	6,2	9,2	7,3
We are the inhabitants of the peninsula	18,9	23,9	15,6
We are men / We are women	7,6	4,8	8,3
We are people of our standard of living	2,2	0,9	0
We are the bearers of the family role	2,5	1,8	2,1
We are people of the same faith	2,3	2,4	3,1
We are people of a common destiny	2,7	3,7	3,1
We are the bearers of a certain culture	5,4	9,2	5,4
We are people of the same political views	1,9	1,8	1,0

Identity is manifested not only in belonging to a particular social group, but also in certain actions of people, revealing their attitude, in particular, to the state and place of residence. So, only 40% of the respondents answered that they know to varying degrees - they know but do not perform in public, or they know only some phrases, or they

gladly perform - the words of the Russian anthem. These are mainly representatives of the Crimean Tatar and Russian groups. In the Ukrainian group, 37% of respondents do not know the Russian anthem and do not consider it important.

Only a third of the respondents (36%) see themselves in Crimea in the next five years, of which 62% are Crimean Tatars and the same number are Russians, 59% are Ukrainians. Among those who seek to leave for other Russian regions, 35% of respondents are Crimean Tatar, 25% are Russians and 24% are Ukrainians; Ukrainians tend to go abroad to a greater extent (17% in comparison with Russians (13%) and Crimean Tatars (3%)).

The data obtained on the structure of the value consciousness of the inhabitants of the peninsula made it possible to analyze the value and semantic criteria influencing the formation of interethnic and interfaith integration on the peninsula. The basic values of the Crimean people are traditional - health (45%), happy family life (43%), love and friendship (42%, respectively). The authors described the second group of values as ambitious - these are the values of freedom, the desire for education and professional growth, the importance of a happy environment, and creative self-realization. The value of material security was not included in the nuclear value structure of the inhabitants of the peninsula (Fig. 2).



Figure 2. Value orientations of the residents of the Republic of Crimea and Sevastopol (as a percentage of the respondents, the most significant according to a scale assessment from 5 to 10)

For a deeper analysis of the value consciousness of the inhabitants of the Crimea and Sevastopol, it was assumed an understanding of the qualities that a modern person should have. It turned out that these are efficiency in business (51%), responsibility (40%) and honesty (39%). In addition to assessing personal qualities, the respondents assessed the qualities that they value in others. The main thing is the community of interests (42%), 24% of the respondents pay attention to the social status of a person, and the community of religious views and ethnic origin of the interlocutor are not significant criteria for assessing the other (Fig. 3).



Figure 3. The importance of personality traits in others (as a percentage of the respondents)

The community of interests is more significant for the representatives of the Crimean Tatar group. Common political interests are significant for Crimean Tatars and Ukrainians, ethnic origin - for Russian and Crimean Tatars (Table 2).

Table 2

The significance of personal qualities depending on ethnicity (as a percentage of the number of respondents)

	Community of religious views	Community of political views	Ethnic origin	Social status	Material well-being	Community of interests
Russian	6,8	7,8	4,9	24,7	15,1	40,7
Ukrainians	4,8	10,9	2,7	23,7	16,3	41,6
Crimean Tatars	5,8	10,1	4,3	23,2	10,1	46,4

The connection between the ethnic "label", as Barthes put it, and the definition of reference and personal communication, the attitude towards social approval or condemnation, manifested itself in the respondents' answers when choosing value judgments. Thus, when choosing a friend, the respondents pay attention to his ethnic and religious affiliation, but when choosing a life partner, they do not care. 60% of respondents are ready to justify a bad deed or even a crime of a person with the same nationality and faith to which they belong. Half of the respondents have a feeling that representatives of certain ethnic groups are critical of them. The data obtained make it possible to reflect on the existence of boundaries between ethnic groups living on the Crimean peninsula: at the same time, these boundaries are erased in the family, but they are present in communications, attitudes and models of behavior in relation to other ethnic groups.

Findings. Summing up, it can be noted that the process of the formation of identities, value orientations, attitudes and models of behavior in various ethnic groups of the Crimean peninsula is differentiated. In the system of identities of the Ukrainian group, peninsular attachment is most pronounced, while territorial or settlement - in the group of Crimean Tatars. The formation of the identity of Ukrainians and Crimean Tatars is influenced by cultural and ethnic factors: in these groups, belonging to a common culture, nationality and faith is strong. The identity of the Crimean Tatar group is based on "land" attachment, gender and confessional identity.

At the core of the structure of the value consciousness of the inhabitants of the peninsula, there are basic, universal values; near-nuclear are those that provide a person with self-realization, education and professional growth, which, in the definition of R. Inglehart, speaks of the priority of traditional and post-materialistic values among Crimeans. The insignificance of material values is explained by the fact that for people they are not values, but rather needs that ensure their standard of living.

The presence of a bloc of so-called ambitious - post-materialistic - values among Crimeans and Sevastopol residents is enhanced by the fact that among personal qualities they highlight efficiency in business, responsibility and community of interests. The commonality of religious views and ethnic origin turned out to be insignificant, which reflects the weakness of the confessional and national criteria when choosing their reference environment. This thesis confirms the fact that when creating a family, the ethnic and religious affiliation of the partner is not important. However, some concern is caused by the fact that when communicating with representatives of other ethnic groups, half of the respondents feel discomfort.

In the modern world, transitions of individuals across "ethnic boundaries" are often observed, according to Barthes, but at the same time a change of place of residence, lifestyle or political orientation does not lead to a change in their ethnic identity. At the same time, there are situations when there is a complete change of identity, value and cultural integration, within which a person fully adapts and adopts a new ethnic model. According to Bart, the incentives to change identity are inherent in the social conditions of life: ethnic identity will not persist if a person adheres to a system of values that does not bring him success or promising opportunities, or alternatives. And there is often confirmation of this: when people in the public sphere demonstrate their identity without formally belonging to it. The analysis of the process of changing identities observed in Crimea is similar to Bart's research notes: ethnic boundaries are erased in the immediate environment, but in society they become more accurate and brighter, defined primarily socially. At the same time, the emergence of "Russian Crimean Tatars" and "Russian Ukrainians" is thus a consequence of a change of identities: belonging to Russia and the Russian world, Russian culture and its values provides social alternatives and opportunities for professional growth and career, which, as noted, are significant for Crimean residents.

Understanding the process of the formation and change of identities among the inhabitants of the Crimean peninsula is associated with an analysis of the factors of the social environment, communications, political and economic benefits. Systemic monitoring of the value components of interethnic and interfaith consolidation, value-semantic structures and personal attitudes makes it possible to identify the mechanisms of the successful formation of ethnic and interreligious harmony in the Republic of Crimea and Sevastopol. The process of forming identities in various ethnic groups of Crimea should be based on the principles of regional patriotism, taking into account territorial attachment to Crimea, creating unifying cultural codes, providing open alternatives, social opportunities, social trajectories of success that ethnicity can transmit.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтерматт У. Этнонационализм в Европе/ У. Альтерматт. – М., 2000.
2. Бергер П. Социальное конструирование реальности/ П. Бергер, Т. Лукман. – М.: Медиум, 1995.
3. Берджесс Э. Рост города: введение в исследовательский проект / Э. Берджесс // Личность, культура, общество. – 2002. – Т. IV. – № 1-2.

4. Градосельская Г.В. Сетевые измерения в социологии/ Г.В. Градосельская: Учебное пособие. – М.: Издательский дом "Новый учебник", 2004. – 248 с.
5. Дробизева Л.М. Национально-гражданская и этническая идентичность: проблемы позитивной совместимости/ Л.М. Дробизева. Режим доступа: civisbook.ru/files/File/Nacionalno-grajd.pdf. Дата обращения: 22.12.2020.
6. Дробизева Л.М. Социальные проблемы межнациональных отношений в постсоветской России/ Л.М. Дробизева. – М.: Центр общечеловеческих ценностей, 2003.
7. Дюркгейм Э. Представления индивидуальные и представления коллективные // Э. Дюркгейм. Социология. Ее предмет, метод и предназначение. – М.: Канон +, РООИ «Реабилитация», 2006.
8. Здравомыслов А.Г. Отношение к труду и ценностные ориентации личности/ А.Г. Здравомыслов, В.А. Ядов. В кн.: Социология в СССР. – М.: Мысль. – Т.2., 1965.
9. Зиммель Г.О сущности культуры // Г. Зиммель Избранное. Созерцание жизни / Сост. С.Я. Левит. - 2-е изд. - М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2017. – С. 295-301.
10. Инглхарт Р. Модернизация, культурные изменения и демократия: Последовательность человеческого развития/Р. Инглхарт, К. Вельцель. – М.: Новое издательство, 2011. – 364 с.
11. Лебон Г. Психология народов и масс/ Г. Лебон. – СПб: «Макет», 1995.
12. Луман Н. Самоописания/Н. Луман // Эпистемология и философия науки. – 2005. – № 2. – С. 118-135.
13. Маркузе Г. Одномерный человек/ Г. Маркузе. – М.: REFL-book, 1994. – 368 с.
14. Межнациональное и межрелигиозное согласие в студенческой среде Крыма и Севастополя: мониторинг и анализ уровня развития: коллективная монография / Мин-во науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский гос. университет; отв. ред. О.В. Ярмук. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 144 с.
15. Опыт этносоциологического исследования образа жизни: по материалам МССР / отв. ред. Ю.В. Арутюнян. – М.: Наука, 1980.
16. Сморгун Л.В. Сетевой подход к политике и управлению/ Л.В. Сморгун // Полис. – 2001. – № 3. – С. 108.
17. Теория личности Г. Олпорта (2006) // Психология личности в 2 т. Т. 1. – М. – С. 445-453.
18. Тишков В.А. Реквием по этносу: Исследования по социально-культурной антропологии / В.А. Тишков. – М.: Наука, 2003.
19. Узнадзе Д.Н. Психология установки. – СПб.: Питер, 2001. – 416 с.
20. Шюц А. Структура повседневного мышления/А.Шюц // Социологические исследования. – 1988. – № 2. – С. 129-137.
21. Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис/Э.Эриксон. – М., 1996.
22. Этнические группы и социальные границы. Социальная организация культурных различий. Сборник статей / Под ред. Ф. Барта; пер. с англ. И. Пилишикова. – М.: Новое издательство, 2006. – 200 с.
23. Ярмук О.В., Нелина Л. П., Ярмук В. Е. Межнациональное и межрелигиозное согласие в среде крымского студенчества/ О.В. Ярмук, Л.П.Нелина, В.Е.Ярмук // Вестник Института социологии. – 2019. – Том 10. – № 3. – С. 96-112, DOI: 10.19181/vis.2019.30.3.592
24. Fairclough N. The language of critical discourse analysis: reply to Michael Billig // First Published November 1, 2008 Other doi.org/10.1177/0957926508095896. Режим доступа: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0957926508095896>. Дата обращения: 22.12.2020.
25. Goldstone J.A. Revolution and Rebellion in the Early Modern World/ J.A. Goldstone // Published March 4th 1993 by University of California Press, 1991.
26. Howard Ph.N., Parks M.R. Social Media and Political Change: Capacity, Constraint and Consequence // Journal of Communication. – 2012. – № 62. – P. 359-362.
27. Laclau E. and Mouffe Ch. Hegemony and Socialist Strategy: Towards a Radical Democratic Politics. – London: Verso, 1985.
28. Mead G.H. Genesis of Self and Social Control // International Journal of Ethics. – 1925. – V. 35.
29. Ostrom E.A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action Presidential Address. American Political Science Association. Indiana University. 1997.
30. Teun Van Dijk. Ideology: A Multidisciplinary Approach. – London: Sage, 1998.

REFERENCES

1. Al'termatt U. Etnonacionalizm v Evrope/ U. Al'termatt. – М., 2000.
2. Berger P. Social'noe konstruirovaniye real'nosti/ P. Berger, T. Lukman. – М.: Me-dium, 1995.
3. Berdzhe E. Rost goroda: vvvedeniye v issledovatel'skiy proekt / E. Berdzhe // Lich-nost', kul'tura, obshchestvo. 2002. T. IV. № 1-2.
4. Gradosel'skaya G.V. Setevye izmereniya v sociologii/ G.V. Gradosel'skaya: Uchebnoye posobie. – М.: Izdatel'skiy dom "Novyy uchebnik", 2004. – 248 s.
5. Drobizheva L.M. Nacional'no-grazhdanskaya i etnicheskaya identichnost': problemy pozitivnoy sovместimosti/ L.M. Drobizheva. Rezhim dostupa: civisbook.ru/files/File/Nacionalno-grajd.pdf. Data obrashcheniya: 22.12.2020.
6. Drobizheva L.M. Social'nye problemy mezhnacional'nyh otnoshenij v postsovet-skoj Rossii/ L.M. Drobizheva. – М.: Centr obshchechelovecheskih cennostej, 2003.
7. Dyurkgejm E. Predstavleniya individual'nye i predstavleniya kolektivnye // E. Dyurkgejm. Sociologiya. Ee predmet, metod i prednaznachenie. – М.: Kanon +, ROOI «Rea-bilitaciya», 2006.
8. Zdravomyslov A.G. Otnoshenie k trudu i cennostnye orientacii lichnosti/ A.G. Zdravomyslov, V.A. YAdov. V kn.: Sociologiya v SSSR. – М.: Mysl'. – Т.2., 1965.
9. Zimmel' G.O sushchnosti kul'tury // G. Zimmel' Izbrannoe. Sozercanie zhizni / Sost. S.YA. Levit. - 2-e izd. - М.; SPb.: Centr gumanitarnykh iniciativ, 2017. – S. 295-301.

10. Inghart R. Modernizatsiya, kul'turnye izmeneniya i demokratiya: Posledova-tel'nost' chelovecheskogo razvitiya/R. Inghart, K. Vel'cel'. – M.: Novoe izdatel'stvo, 2011. – 364 s.
11. Lebon G. Psihologiya narodov i mass/. G. Lebon. – SPb.: «Maket», 1995.
12. Luman N. Samoopisaniya/N. Luman // Epistemologiya i filosofiya nauki. – 2005. – № 2. – С. 118-135.
13. Markuze G. Odnomernyj chelovek/ G. Markuze. – M.: REFL-book, 1994. – 368 s.
14. Mezhnacional'noe i mezhreligioznoe soglasie v studencheskoj srede Kryma i Sevastopolya: monitoring i analiz urovnya razvitiya: kollektivnaya monografiya / Min-vo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, Sevastopol'skij gos. universitet; otv. red. O.V. YArmak. – Sevastopol': SevGU, 2019. – 144 s.
15. Opyt etnosociologicheskogo issledovaniya obraza zhizni: po materialam MSSR / otv. red. YU.V. Arutyunyan. – M.: Nauka, 1980.
16. Smorgunov L.V. Setevoy podhod k politike i upravleniyu/ L.V. Smorgunov // Polis. – 2001. – № 3. – С. 108.
17. Teoriya lichnosti G. Olporta (2006) // Psihologiya lichnosti v 2 t. T. 1. – M. – С. 445-453.
18. Tishkov V.A. Rekviem po etnosu: Issledovaniya po social'no-kul'turnoj antropologii / V.A. Tishkov. – M.: Nauka, 2003.
19. Uznadze D.N. Psihologiya ustanovki. – SPb.: Piter, 2001. – 416 s.
20. SHyuc A. Struktura povsednevnogo myshleniya/A.SHCHyuc // Sociologicheskie is-sledovaniya. – 1988. – № 2. – С. 129-137.
21. Erikson E. Identichnost': yunost' i krizis/E.Erikson. – M., 1996.
22. Etnicheskie gruppy i social'nye granicy. Social'naya organizatsiya kul'turnyh razlichij. Sbornik statej / Pod red. F. Barta; per. s angl. I. Pilycikova. – M.: Novoe izdatel'stvo, 2006. – 200 s.
23. YArmak O.V., Nelina L. P., YArmak V. E. Mezhnacional'noe i mezhreligioznoe soglasie v srede krymskogo studenchestva/ O.V. YArmak, L.P.Nelina, V.E.YArmak // Vestnik Instituta sociologii. – 2019. – Tom 10. – № 3. – С. 96-112, DOI: 10.19181/vis.2019.30.3.592
24. Fairclough N. The language of critical discourse analysis: reply to Michael Billig // First Published November 1, 2008 Other doi.org/10.1177/0957926508095896. Rezhim dostupa: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0957926508095896>. Data obrashcheniya: 22.12.2020.
25. Goldstone J.A. Revolution and Rebellion in the Early Modern World/ J.A. Goldstone // Published March 4th 1993 by University of California Press, 1991.
26. Howard Ph.N., Parks M.R. Social Media and Political Change: Capacity, Constraint and Consequence // Journal of Communication. – 2012. – № 62. – P. 359-362.
27. Laclau E. and Mouffe Ch. Hegemony and Socialist Strategy: Towards a Radical Democratic Politics. – London: Verso, 1985.
28. Mead G.H. Genesis of Self and Social Control // International Jornal of Ethics. – 1925. – V. 35.
29. Ostrom E.A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Ac-tion Presidential Address. American Political Science Association. Indiana University. 1997.
30. Teun Van Dijk. Ideology: A Multidisciplinary Approach. – London: Sage, 1998.

ОБ АВТОРАХ /ABOUT AUTHORS

Шкайдерова Татьяна Викторовна, кандидат филологических наук, доцент, кафедры социальной коммуникации, Севастопольский государственный университет

Shkaiderova Tatyana Viktorovna, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Department of Social Communication, Sevastopol State University

Ярмак Ольга Валерьевна, заведующий кафедрой «Социальные коммуникации», ведущий научный сотрудник центра социологических исследований Севастопольского государственного университета, olga_yarmak@inbox.ru

Yarmak Olga Valeryevna, Head of the Department of "Social Communications", a leading researcher at the Center for Sociological Research of Sevastopol State University, olga_yarmak@inbox.ru

Цепкова Анна Сергеевна магистр, Институт общественных наук и международных отношений, Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Республика Крым, 299053, Россия. E-mail: oceanovskaya829@mail.ru

Tsepkova Anna Sergeevna, master's Degree, Institute of Social Sciences and International Relations, Sevastopol State University, 33 Universitetskaya str., Sevastopol, Republic of Crimea, 299053, Russia. E-mail: oceanovskaya829@mail.ru

Маранчак Анастасия Геннадиевна, специалист 1-ой категории, Институт социологических исследований, Севастопольский государственный университет, amaranchak@yandex.ru

Maranchak Anastasia Gennadiyevna., specialist of the 1st category, Institute of Sociological Research, Sevastopol State University, amaranchak@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

УДК 101.1:130.12:
316: 796.011

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.19

И. Л. Бирюков [I. L. Biryukov]

СПОРТИВНАЯ ДУХОВНОСТЬ В РЕСАКРАЛИЗАЦИИ ФЕНОМЕНА ПОЛИТИЧЕСКОГО

SPORTS SPIRITUALITY IN RESACRALIZATION OF POLITICAL PHENOMENON

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», г. Армавир/ *Armavir State Pedagogical University, Armavir, Russia*, e-mail: birukoff26@gmail.com

Аннотация. Автор рассматривает взаимосвязь политики и спорта в аспекте политической теологии. Актуальность темы статьи заключается в необходимости осмысления взаимосвязи политики и спорта в современных условиях. В качестве цели статьи автор ставит поиск подхода к проблеме взаимосвязи религиозного, политического и духовного на материале спортивной деятельности. В первой части статьи автор провел необходимый анализ концепций духовности как богостроения в религиозном аспекте, а во второй части сосредоточил внимание на определении концепции духовности в спортивной политике. Делается вывод, что политика не должна рассматриваться как единственный определяющий фактор спортивной духовности. Религиозная перспектива ресакрализации политической области спорта не менее важна и существенна в современном российском обществе. В результате выявлены функции спортивной духовности в спортивной политике и обозначен прикладной аспект данного направления.

Ключевые слова: политическая теология, спортивная политика, сакрализация, спортивная духовность, спортивное сообщество, физическая культура и спорт, государственная политика в спортивной деятельности.

Abstract: The author examines the relationship between politics and sports in the aspect of political theology. The relevance of the topic of the article lies in the need to understand the relationship between politics and sports in modern conditions. As the goal of the article, the author sets the search for an approach to the problem of the relationship between religious, political and spiritual on the basis of sports activity. In the first part of the article, the author conducted the necessary analysis of the concepts of spirituality as comprehension of God in a religious aspect, and in the second part he focused on defining the concept of spirituality in sports politics. It is concluded that politics should not be seen as the only determining factor in sports spirituality. The religious perspective of the resacralization of the political field of sport is no less important and essential in modern Russian society. As a result, the functions of sports spirituality in sports policy were revealed and the applied aspect of this direction was indicated.

Key words: political theology, sports politics, sacralization, sports spirituality, sports community, physical culture and sports, state policy in sports activities.

The relevance of the topic lies in the fact that this topic is aimed at solving applied problems of identifying the relationship between political theology, sports policy and sports spirituality in understanding the problems of resacralization of spirituality in secular reality. For the secular consciousness, the sacred tradition of the Christian understanding of political realities has lost its significance, therefore, the comprehension of these tasks will be the purpose of the article. It is impossible to disregard such a very important detail that in modern society there are millions of Christians who mentally perceive political reality through the prism of Christian definitions and understandings [5]. Therefore, the spiritual functions of sports policy can be considered in the practical aspect of ortho-doxal traditionalism at the all-Russian, regional and municipal levels in the upbringing, education, integration and national self-identification of Russian society.

Ordinary, secularized political science remains outside the boundaries of the Christian worldview, does not suit the modern Christian understanding of the political and cannot help it in any way, since it is precisely political theology that is needed to define religious views in the direction of fundamental political problems [1]. Christian political science, possessing inexhaustible heuristic possibilities, is able to reveal the facets of political reality hidden from the secular consciousness, highlighting the nuances of meaning in various theoretical models.

It is socially oriented political theology that opens up the opportunity to “explain the entire social space and structure through Christ,” deciphers the hierarchy of spiritual determinants and events of sports politics, translating their meanings into the language of theology, thereby contributing to the formation of knowledge of how God dwells and acts in life human community [4]. The thesis about the modesty of the Christian approach to sports activity, apparently, contradicts the fact that for the last two hundred years sports policy was carried out under religious slogans, competitions were carried out, clubs and social movements were created. The ideas and concepts of political theology, concentrated in the works of Christian philosophers and political scientists, could contribute to the removal of political consciousness in sports activities of a modern person from the atheistic state of attitude to the spiritually religious [24]. The idea of the spirituality of the political sphere prompts reflections on sports politics, taking into account a religious-theological perspective. The question arises, which point of view: political or religious-theological is more important here, which point of view dominates and which is the most priority? What do we mean by the idea of spirituality in sports politics and what can ultimately be hidden under this name?

Not superficial reflections on this, but scientific research can enrich political philosophy and theology, achieving deeper results in the applied aspect, taking into account not only the metaphysical, but also the religious point of view. To people for whom the religious dimension of human life is essential, this thesis seems quite obvious, if not banal [2]. The idea of combining political and theological points of view, for example, from the perspective of political theology, is obviously not a full-fledged invention of Karl Schmitt, the German theorist of state and law, who played an important role in spreading

this concept thanks to the book *Political Theology* [22], published almost a hundred years ago in 1922. He himself knew well the work of Nikolai Bakunin "The Answer of an Internationalist Mazzini" (1871) [15]. It is also worth mentioning the work of Baruch Spinoza "Theological and Political Treatise" [20], published two centuries earlier, in 1670. The dispute about possible copyright for the concept itself seems unimportant here, but much more significant is the assumption underlying the sacralization of public thinking, which is directly related to this concept.

Schmitt wrote his work as a challenge to secularization, in which the prevailing understanding of theology in political reality begins to emerge as a field of scientific knowledge. Schmitt's work, and especially the famous phrase that opens the third chapter of *Political Theology*: "All important concepts of modern science of the state are secularized theological concepts" [22], was a deliberate controversy and provocation addressed to the then intellectual mainstream of specialists in the field of state and rights, for which politics has become a purely technical problem - the art of institutional organization of human life and effective management of material resources [11]. Schmitt posed a polemical challenge to those who looked at the world of politics in accordance with the modern paradigm of modernity, where the center around which everything revolves and from which everything arises is technical progress, and a person is perceived as an autonomous personality exclusively in the linear aspect of time.

Now let's move on to the question of what might the concept of spirituality in sports politics mean? It should be emphasized that the perspective of thinking associated with the concept of spirituality in both sports and political space is not completely clear and unambiguous and, thus, can easily confuse us [6]. Therefore, it is necessary to introduce the appropriate differences and elementary order. I think it's worthwhile to think a little about what politics and spirituality are first, and then move on to the political spirituality of sports activities and related issues. Let's start with the political sphere. What is politics in the original plane of this social phenomenon? One of the definitions of politics is the issues and events of public life, penetrating and including all forms of social activity of people, all types of activities for their organization and leadership [13]. The definition is associated with the etymology of the Greek. πολιτικός, where πολι (poly) means set, and τικός (tikos) - interest; (literally - "many interests.") Further, speaking about spirituality, we naturally think about the religious context and definitions formed in this plane, where spirituality is (Art. Slav. Дхъ; Greek πνοή, πνεῦμα, ψυχή - spirit, soul) dimension of human existence, associated with the conscious and responsible orientation of the individual to the development of old and the creation of new spiritual values, the basis of which is the humanistic, morally justified content of human existence [14].

However, let's try to get away from this picture for a while and look at the problem more broadly. Spirituality - in the most general and simple sense - is a natural natural property as a state manifested in the consciousness of a person, which consists in attraction, in the striving for the unity of Man with God, with meta-consciousness and manifested in Divine love, in the highest criteria of spiritual ethics and principles, as knowledge of the Divine in line with a particular confession and tradition, for example, Orthodox theology.

But how do you know anything about the divine? This knowledge can be obtained from two different sources. First, what we know about the Divine we receive from other people is knowledge transmitted to us in the form of a certain religious tradition inherent in the community in which we grow up and in whose life we participate. These stories, myths, customs and religious symbols that are transmitted to us shape our ideas about the divine and the absolute. Among the many religious traditions, a special place is occupied by those that directly relate to divine revelation - these are the religions of the Word of God written in the Holy Books. According to this, God reveals Himself to man by speaking to him. He tells people who he is and at the same time indicates what kind of human existence and action he expects. This applies to all human activity, including those associated with the organization of various forms of political life [25]. A person rooted in a certain religious tradition basically knows (even if it is fuzzy and confused knowledge) how he should act and what his political community should look like. Spirituality, practiced within the framework of a specific religious tradition, allows one to present in a systematic form given or revealed knowledge about God and its consequences for man and the human community [12].

Secondly, God and divine manifestations can be known and described in another way, as the ancient Greeks taught us, who replaced the language of religious stories and myths with philosophy. An example and proof of what natural theology is were ancient philosophers such as Socrates or Plato [9]. Four centuries before the birth of Christ, they were able to bracketed the entire world of Greek beliefs of that time and by the power of natural reason to discover the image of God, very close to that which we know thanks to Christian revelation. Starting with the question of the "Arche" - about the root cause, the basis, the principle that governs the world - we are dealing with a series of attempts to penetrate the human mind to ontological reality. What we call the first philosophy - metaphysics, we may well call natural theology - the achievement of who God is in essence, but not through a given message and recorded in culture, but directly, by the natural light of reason [23]. Such an approach, however, can mean distancing and critical attitude towards specific religious forms and content present in the modern community.

Plato was the first to consciously and consistently put forward a project of political spirituality - it was a natural political theology based not on Revelation, but on a rational understanding of the metaphysical basis of reality. As we read in the X Book of *Laws*, the world is ruled by God, who is not only the Creator of harmony in space, as evidenced by the "regularity of the movements of the stars and other celestial bodies" [966e], but also the Highest Good with distinctive features. His concern for people shows and confirms that he is "a will consciously striving for good" [967a]. In their actions, people should imitate God: "whoever, like God, wants to become good, should become as much as possible" [716c-d], and this applies, above all, to those who will be responsible for creating and maintaining harmony in the political community - this is

what Plato's vision of an ideal political community ruled by philosophers-guards fits. On the other hand, in no case should someone who does not have real knowledge of God, "who is not filled with God's spirit and does not strive for the most powerful knowledge of God's things" [966d] [16], should not participate in politics and govern the state. Indeed, it is difficult to find a clearer formulation of spirituality in political theology.

What does this mean for us? First of all, that each person has double access to the knowledge of God. In a sense, we are dealing with a double revelation: external spirituality, which we owe to the knowledge of our tradition and culture, and internal, given to us directly by natural light, illuminating the search for our mind. The systematic work of the human mind takes Revelation as a starting point, and then tries to understand, that is, to reveal what it says is a bridge that connects man with God [8]. The perspective of theology and the science of God was completely opened thanks to the coming into the world of Jesus Christ, but philosophers have developed tools of rational thinking, which, thanks to the natural light of reason, are a form of revelation of the divine Logos, a kind of theological reflection [19]. It is by these constant mutual adjustments that theology is properly practiced as the science of God, which connects the truths of faith with the philosophical workings of reason and compares them [3]. We can say that in the broadest sense, the religious aspect of the manifestation of spirituality can be natural knowledge of God, that is, simply metaphysics, the first philosophy, rational thinking that raises questions about the foundations of our world, but it can also be an attempt to rationally organize the message that is believed people associated with a particular religious revelation.

Now let's move on to the issues of spirituality of political theology, and as a result, we can talk about the essential for us the importance of the integration of political theology, sports politics and the philosophy of traditionalism. The basis and assumption of this is the recognition of the close connection between how we understand our God, how we act, and how our life looks like, including the shape of our political community. The image of God and his theological interpretation show and establish a model of correct interpersonal relations between God and man, and, therefore, form the appropriate institutions [17]. For us, the most important question is what consequences for the organization of the life of the political community can a sports spirituality close to us have in the interpretation of orthodox Christian traditionalism and Revelation [21].

To consider the problem in more detail, let us ask ourselves the question: can a Christian community or church organization take part and interact in certain forms of government? First of all, what is characteristic of the Church and the most essential in it concerns the order of salvation, for which concrete historical and political conditions create only an external decoration [10]. Simply put, the very drama of God's love awaits a personal response from each individual person, and the sphere of political realities is not a prerequisite and necessity for salvation. The church can still remain a church, even if it has completely thrown the political sphere out of its interests [7]. Christians, unlike Jews, knew from the very beginning that their kingdom was not of this world, that they were citizens of another heavenly homeland, and that living in a certain state and the requirements arising from it did not ultimately bind their worldview [18]. In other words, the absolute starting point for them will never be the order of power or even the good of their own political community, but only the manifested will of God.

The thesis that the world of politics is not the prerogative of the Church finds strong support in the Holy Scriptures. The first commandment, engraved on the tablets of Moses, tells us about the insurmountable border of the demands of political power: "May you have no other gods before Me!" (Ex 20: 3). In the Gospels, we find two statements of Jesus that directly relate to this issue: - to Pilate's question whether he was the king of the Jews, Jesus says: "Yes, I am a king," adding, however, "My kingdom is not of this world" (John 18: 33-36). - Earlier, to the question of the Pharisees: "Is it legal to pay tax to Caesar or not?" he answered: "So give Caesar what is Caesar's, and God's what is God" (Matt 22: 15-22; Mark 12: 13-17; Luke 20:20 -26). In the New Testament texts, we do not find many indications of which model of public policy a Christian might consider his own. A general statement from the Epistle of the Apostle Paul to the Romans (Romans 13: 1-7) shows that the proper task of government is to safeguard security, justice and peace.

The toolkit, which researchers arm the Holy Scripture, the Christian understanding of the spiritual and intellectual tradition of political reality [26] in the field of physical culture and sports, has its own language and style of thinking. The books of the Old and New Testaments, the thoughts expressed by Jesus Christ and the Apostles, the works of the holy fathers and teachers of the Church, old and new theological developments - appear as the main sources of ideas and principles of Christian spirituality in sports politics. In them, the main didactic goal is to provide everyone with an opportunity to look at the political life of sports communities from the perspective of religious positions and relations. Orientation to everyday political life makes it possible to identify and combine deep semantic constants of biblical truths with the categories of state and world politics in the field of physical culture and sports. One could even say that Christian political theology seems apophatic (negative), that it tells us what a Christian should avoid in politics, what he should say "no." Filling this empty space is left to human creative freedom, for example in sports politics. thus characterizing the political community of Christians.

Thus, sports spirituality in politics is a project in political thought aimed at researching the connection between theological concepts and politics in physical culture and sports, towards resacralization and studying the influence of the spiritual aspects of sports policy on the "sports community" and its formation. Politics should not be seen as the only determinant of sporting spirituality. The religious perspective of the resacralization of the political field of sports is no less important and essential in modern Russian society. The main spiritual functions of sports policy in modern Russian society are state and civil self-identification, military-patriotic education, national security, regulating and integrating functions, the function of resacralizing power.

Sports spirituality in the political space can solve the following socio-political tasks:

- to demonstrate the analytical, explanatory capabilities that Christian thought has in relation to the reality of sports policy;
- to systematize individual and collective socio-political experience in the light of the principles of the Christian world interpretation;
- transform this experience into forms that meet the criteria of modern Christian political culture in the field of physical culture and sports activities;
- in the applied aspect of modern practices, sports spirituality means the formation of not only physically, but also a spiritually healthy lifestyle of the population.

With this understanding, Christian spirituality and revelation leaves enough room for theological and philosophical reflections on the political space of physical culture and sports. In modern reality, the spirituality of sports policy can be designated in two variations: as a kind of analytical form that interprets certain events in the world of sports policy from the point of view of Revelation, or as a specific mechanism aimed at resacralizing sports policy.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамбен Д. Гражданская война как политическая парадигма/ Д. Агамбен. //Серия: Политическая теология. – СПб.: «Владимир Даль», 2020. – С. 26-27.
2. Бирюков И.Л. Роль спортивной политики в духовной жизни современного общества/И.Л. Бирюков // Гуманитарные и социальные науки. Южный федеральный университет. – 2020. – №3. – С.2-10.
3. Бондарева Я.В. Восточно-христианский гносис: единство откровения и умознания (к вопросу о методологических основаниях русской религиозной философии)/ Я.В. Бондарева // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. – 2009. – №3. – С. 22-27.
4. Ворохонов А.В. Коммунизм как религия в философии христианского реализма Райнхольда Нибура/ А.В. Ворохонов // Труды Нижегородской духовной семинарии. – 2018. – №16. – С. 367- 379.
5. Ворохонов А.В. Основные черты протестантской либеральной теологии/ А.В. Ворохонов // Православная церковная наука: традиции, новации, актуальные контексты. Сборник статей по материалам ежегодной научно-богословской конференции. Под редакцией А.В. Ворохонина. Труды Нижегородской духовной семинарии. – 2020. – С. 20-28.
6. Говорун К. Церковь и идеология: разделения и редукции/ К. Говорун // Государство, религия, церковь в России и за рубежом. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва). 2014. № 3 (32). С. 225-246.
7. Джентиле Э. Политические религии. Между демократией и тоталитаризмом./ Э. Джентиле / Серия: Политическая теология. – СПб.: «Владимир Даль», 2020. – С. 42-43.
8. Жильсон Э. Избранное. Томизм. Введение в философию св. Фомы Аквинского/ Э. Жильсон. – М.-СПб.: Унив. книга, 1999. Т. 1. – 495 с.
9. Золотухин В.В. Естественное откровение: у истоков науки о религии/ В.В. Золотухин // Вестник Московского университета. Философия. – 2019. – №3. – С. 109-127.
10. Иларион (Алфеев) митр. Духовный мир преподобного Исаака Сирина / Иларион (Алфеев). – М.: «Познание», 2017. – С. 18-29.
11. Кондуров В.Е. Политическая теология Карла Шмитта: дискурс и метод/ В.Е. Кондуров //Труды Института государства и права Российской академии наук. – 2019. – №3 (14). – С. 66-67.
12. Марков А.В. Откровение как нарратив в новейшей философской дискуссии/ А.В. Марков // Гуманитарий Юга России. – 2019. – №4(8). – С. 111-120.
13. Национальная политическая энциклопедия. URL:<https://politike.ru/termin/politika.html>
14. Национальная философская энциклопедия. URL: <https://terme.ru/termin/teologija.html>
15. Павлов А.Г. Политическая теология М.А. Бакунина/ А.Г. Павлов // Актуальные вопросы церковной науки. Санкт-Петербургская духовная академия Русской православной церкви. – 2019. – С. 272-275.
16. Платон. Законы // Классическое наследие. – М.: Русайнс, 2015. – С. 324.
17. Сазонова Н.И. Пространство религиозного культа и сакральная топоика города: восточно-христианская традиция/ Н.И. Сазонова // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. – 2018. – №1(15). – С. 115.
18. Смирнов А.И. Становление первохристианской церкви. Часть первая (от рождения церкви до первых гонений)/ А.И. Смирнов // Богословский вестник. – 2015. – № 1-2. – С.108.
19. Соболев Ю.В. Онтогносеологическая эвристика средневековья: от обретения логоса к ратификации радио/ Ю.В. Соболев. // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: гуманитарные и социальные науки. – 2019. – №2. – С. 69-77.
20. Спиноза Б. Богословско-политический трактат/ Б. Спиноза. // Пер. с лат. М.М. Лопаткина, С.М. Роговина, Б.В. Чредина. – М.: Академический проект, 2015. – С. 486.
21. Шишков А.В. Церковная автокефалия через призму суверенитета Карла Шмитта/ А.В. Шишков. // Государство, религия, церковь в России и за рубежом. – 2014. – №3(32). – С. 197 – 224.
22. Шмитт К. Политическая теология/ К. Шмитт // Сборник. Переводы с нем. Заключит. статья и составление А. Филиппова. – М.: КАНОН-пресс-Ц, 2000. – С. 57.
23. Шохин В.К. Философия религии и ее исторические формы/ В.К. Шохин. – М.: Издательский Дом "Альфа-М", 2010. – С. 784.
24. Bartyzel J. Teologia polityczna, w: Encyklopedia polityczna, t. 1, red. J. Bartyzel, B. Szlachtai A. Wielomski, Radom 2007, s. 399.
25. Marion J.-L. Thinking Elsewhere/ J.-L. Marion // Journal for Continental Philosophy of Religion. – № 1 (1). 2019. – P. 5-24.
26. Strauss L. Jerozolima i Ateny oraz inne eseje z filozofii i politycznej, tłum. R. Mordarski, Kęty 2012, s. 76.

REFERENCES

1. Agamben D. Grazhdanskaya vojna kak politicheskaya paradigma/ D. Agamben. //Seriya: Politicheskaya teologiya. – SPb.: «Vladimir Dal'», 2020. – S. 26-27.
2. Biryukov I.L. Rol' sportivnoj politiki v duhovnoj zhizni sovremennogo obshchestva/I.L. Biryukov // Gumanitarnye i social'nye nauki. YUzhnyj federal'nyj universitet. – 2020. – №3. – S.2-10.
3. Bondareva YA.V. Vostochno-hristianskij gnosiz: edinstvo otkroveniia i umozreniia (k voprosu o metodologicheskikh osnovaniyakh russkoj religioznoj filosofii)/ YA.V. Bondareva // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Filosofskie nauki. – 2009. – №3. – S. 22-27.
4. Vorohobov A.V. Kommunizm kak religiya v filosofii hristianskogo realizma Rajnhol'da Nibura/ A.V. Vorohobov // Trudy Nizhegorodskoj duhovnoj seminarii. – 2018. – №16. – S. 367- 379.
5. Vorohobov A.V. Osnovnye cherty protestantskoj liberal'noj teologii/ A.V. Vorohobov // Pravoslavnaya cerkovnaya nauka: tradicii, novicii, aktual'nye konteksty. Sbornik statej po materialam ezhegodnoj nauchno-bogoslovskoj konferencii. Pod redakciej A.V. Vorohobova. Trudy Nizhegorodskoj duhovnoj seminarii. – 2020. – S. 20-28.
6. Govorun K. Cerkov' i ideologiya: razdeleniia i redukcii/ K. Govorun // Gosudarstvo, religiya, cerkov' v Rossii i za rubezhom. Rossijskaya akademiya narodnogo hozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente RF (Moskva). – 2014. – № 3 (32). – S. 225-246.
7. Dzhentile E. Politicheskie religii. Mezhdum demokratiej i totalitarizmom./ E. Dzhentile / Seriya: Politicheskaya teologiya. – SPb.: «Vladimir Dal'», 2020. – S. 42-43.
8. ZHil'son E. Izbrannoe. Tomizm. Vvedenie v filosofiju sv. Fomy Akvinskogo/ E. ZHil'son. – M.-SPb.: Univ. kniga, 1999. T. 1. 495 s.
9. Zolotuhin V.V. Estestvennoe otkrovenie: u istokov nauki o religii/ V.V. Zolotuhin // Vestnik Moskovskogo universiteta. Filosofiya. – 2019. – №3. – S. 109-127.
10. Ilarion (Alfeev) mitr. Duhovnyj mir prepodobnogo Isaaka Sirina / Ilarion (Alfeev). – M.: «Poznanie», 2017. – S. 18-29.
11. Kondurov V.E. Politicheskaya teologiya Karla SHmitta: diskurs i metod/ V.E. Kondurov //Trudy Instituta gosudarstva i prava Rossijskoj akademii nauk. – 2019. – №3 (14). – S. 66-67.
12. Markov A.V. Otkrovenie kak narrativ v novejshej filosofskoj diskussii/ A.V. Markov // Gumanitarij YUga Rossii. – 2019. – №4(8). – S. 111-120.
13. Nacional'naya politicheskaya enciklopediya. URL:<https://politike.ru/termin/politika.html>
14. Nacional'naya filosofskaya enciklopediya. URL: <https://terme.ru/termin/teologija.html>
15. Pavlov A.G. Politicheskaya teologiya M.A. Bakunina/ A.G. Pavlov // Aktual'nye vo-prosy cerkovnoj nauki. Sankt-Peterburgskaya duhovnaya akademiya Russkoj pravoslavnoj cerkvi. – 2019. – S. 272-275.
16. Platon. Zakony // Klassicheskoe nasledie. – M.: Rusajns, 2015. – S. 324.
17. Sazonova N.I. Prostranstvo religioznogo kul'ta i sakral'naya topika goroda: vos-tochno-hristianskaya tradiciya/ N.I. Sazonova // Praksema. Problemy vizual'noj semiotiki. – 2018. – №1(15). – S. 115.
18. Smirnov A.I. Stanovlenie pervohristianskoj cerkvi. CHast' pervaya (ot rozhdeniya cerkvi do pervyh gonenij)/ A.I. Smirnov // Bogoslovskij vestnik. – 2015. – № 1-2. – S.108.
19. Sobolev YU.V. Ontognoseologicheskaya evristika srednevekov'ya: ot obreteniya logosa k ratifikacii racio/ YU.V. Sobolev. // Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo uni-versiteta. Seriya: gumanitarnye i social'nye nauki. – 2019. – №2. – S. 69-77.
20. Spinoza B. Bogoslovsko-politicheskij traktat/ B. Spinoza. // Per. s lat. M.M. Lopat-kina, S.M. Rogovina, B.V. CHredina. – M.: Akademicheskij proekt, 2015. – S. 486.
21. SHishkov A.V. Cerkovnaya avtokefaliya cherez prizmu suvereniteta Karla SHmitta/ A.V. Shishkov. // Gosudarstvo, religiya, cerkov' v Rossii i za rubezhom. – 2014. – №3(32). – S. 197 – 224.
22. SHmitt K. Politicheskaya teologiya/ K. SHmitt // Sbornik. Perevody s nem. Zaklyuchit. stat'ya i sostavlenie A. Filippova. – M.: KANON-press-C., 2000. – S. 57.
23. SHohin V.K. Filosofiya religii i ee istoricheskie formy/ V.K. SHohin. – M.: Izda-tel'skij Dom "Al'fa-M", 2010. – S. 784.
24. Bartyzel J. Teologia polityczna, w: Encyklopedia polityczna, t. 1, red. J. Bartyzel, B. Szlach-tai A. Wielomski, Radom 2007, s. 399.
25. Marion J.-L. Thinking Elsewhere/ J.-L. Marion // Journal for Continental Philosophy of Re-ligion. – № 1 (1). 2019. – P. 5-24.
26. Strauss L. Jerolim i Ateny oraz inne eseje z fi lozofi i politycznej, tłum. R. Mordarski, Kęty 2012, s. 76.

ОБ АВТОРАХ /ABOUT THE AUTHORS

Бирюков Игорь Леонидович, священник; магистр педагогических наук; историк; аспирант кафедры философии, права и социально-гуманитарных наук Армавирского государственного педагогического университета, преподаватель кафедры физического воспитания и медико-биологических дисциплин АГПУ; Краснодарский край, Армавир; e-mail: birukoff26@gmail.com; 8(928)848-11-85

Biryukov Igor Leonidovich, priest; master of pedagogical sciences; historian; Post-graduate student of the Department of Philosophy, Law and Social Sciences and Humanities, Armavir State Pedagogical University; Lecturer of the Department of Physical Education and Biomedical Disciplines of ASPU; Krasnodar Territory, Armavir; e-mail: birukoff26@gmail.com; 8 (928) 848-11-85

Дата поступления в редакцию: 02.12.2020

После рецензирования: 23.12.2020

Дата принятия к публикации: 03.01.2021

Ю.А. Говенко [Y.A. Govenko]¹,
А.П. Мазуренко [A.P. Mazurenko]²,
Э.С. Таболова [E.S. Tabolova]¹,
А.Р. Шерудило [A.R. Sherudilo]¹

УДК: 343.97

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.20

КРИМИНАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ КАК СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

CRIMINALIZATION OF YOUTH AS A SOCIO-POLITICAL PROBLEM

¹Ставропольский государственный педагогический институт (филиал) в г. Железноводск, Россия/Stavropol State Pedagogical Institute (branch) in Zheleznovodsk, e-mail: kirsankir05@mail.ru
²Северо-Кавказский федеральный университет (филиал) в г. Пятигорске, Россия/ North Caucasus Federal University (branch) in Pyatigorsk, Russia

Аннотация. Исследование посвящено анализу проблем преступности среди несовершеннолетних с социально-политической точки зрения. Отмечается, что растущая из года в год преступность в молодежной среде вызывает серьезную озабоченность, как в обществе, так и во властных структурах. Многие молодые правонарушители сами являются жертвами социальной нестабильности, преодоление которой требует усилий со стороны государства по достижению баланса общественных и личных интересов. Делается вывод, что криминализация молодежи является международной проблемой, характерной для большинства государств современного мира.

Рассматриваются преступность среди несовершеннолетних и правосудие с социально-политической точки зрения. Многие утверждают, что нам предстоит пройти долгий путь, прежде чем мы придем к ювенальной юстиции, доброжелательной к детям. Во всем мире существуют различные и неадекватные правовые рамки, которые не соответствуют возрасту правонарушителей, отсутствуют специализированные ювенальные службы и учреждения, а также наблюдается острая нехватка специалистов, что приводит к проблемам, связанным с обучением и контролем за этой уязвимой социальной группой населения.

Мета-анализ выявил три основных фактора, связанных с эффективными вмешательствами для несовершеннолетних правонарушителей: философия «терапевтического» вмешательства, обслуживание правонарушителей из группы высокого риска и качество реализации. Эти результаты согласуются с факторами, которые, как предполагается, взаимосвязаны с хорошими результатами в центрах-интернатах для неблагополучных подростков и несовершеннолетних правонарушителей: хорошие отношения между персоналом и подростками, восприятие персонала как просоциальных ролевых моделей, положительное давление со стороны сверстников, индивидуальный подход к терапевтической программе, соответствующие программы и мероприятия, четкие ожидания и границы, а также места размещения, позволяющие поддерживать постоянные контакты с семьей. Было установлено, что в обществе принудительные стили взаимодействия менее успешны для достижения приверженности среди несовершеннолетних правонарушителей, чем подход, ориентированный на клиента.

Цена антиобщественного поведения несовершеннолетних высока и ложится на плечи общества и государства. Нынешний климат жесткой экономии в сфере государственных услуг требует, чтобы любые меры вмешательства были не только эффективными, но и рентабельными, что создает проблемы в реализации мер вмешательства для этой уязвимой социальной группы молодых людей.

Ключевые слова: молодежная преступность, социально-политические предпосылки, криминализация молодежи, формы молодежной преступности, особенности молодежных преступлений, судебная детская и подростковая психиатрия.

Abstract. The study analyzes the problems of juvenile delinquency from a socio-political point of view. It is noted that the crime among the youth that is growing from year to year causes serious concern, both in society and in government structures. Many young offenders are themselves victims of social instability, which requires government efforts to balance public and personal interests. It is concluded that the criminalization of youth is an international problem that is characteristic of most states in the modern world.

The article considers juvenile delinquency and justice from a socio-political point of view. Many argue that we have a long way to go before we arrive at child-friendly juvenile justice. Around the world, there are different and inadequate legal frameworks that do not correspond to the age of offenders, there are no specialized juvenile services and facilities, and there is an acute shortage of specialists, which leads to problems related to the training and supervision of this vulnerable social group.

The meta-analysis identified three main factors associated with effective interventions for juvenile offenders: the philosophy of “therapeutic” intervention, service for high-risk offenders, and quality of implementation. These results are consistent with factors that are thought to be associated with good outcomes in residential care centers for disadvantaged adolescents and juvenile delinquents: good staff-adolescent relationships, perceptions of staff as pro-social role models, positive peer pressure, individualized treatment program, related programs and activities, clear expectations and boundaries, and placements to maintain ongoing contact with the family. In society, coercive interaction styles have been found to be less successful in achieving adherence among juvenile offenders than a client-centered approach.

The price of antisocial behavior of minors is high and falls on the shoulders of society and the state. The current climate of austerity in public services requires that any intervention is not only effective but also cost-effective, which poses challenges in implementing interventions for this vulnerable social group of young people.

Thus, the relevance of such studies at the present time lies in the fact that, having summarized the opinions of various scientists, having analyzed modern Russian and foreign legislation, judicial practice, we must admit that the problem of criminalization of youth, both in our country and in the world as a whole has a pronounced socio-political character due to its influence on the fate of future generations and the states themselves.

Key words: youth crime, socio-political preconditions, criminalization of youth, forms of youth crime, features of youth crimes, forensic child and adolescent psychiatry.

Introduction. In recent years, there has been a steady scientific interest in the influence of a person's mental health on his antisocial behavior, while more and more attention is paid to the socio-political analysis of the criminal behavior of minors and young people [2; 4; 7].

The magnitude of the problem of youth crime is causing mixed reactions from governments around the world and from the media around the world. At the same time, calls for improved rehabilitation and support for juvenile offenders compete with the voices of those who advocate strengthening punitive approaches. Meanwhile, decades of rigorous scientific research have shed light on the complex and varied needs of adolescents and young people in conflict with the law. Much of the literature on juvenile delinquents demonstrates significant overlap between criminological, social and biomedical research, with consensus emerging on the importance of understanding the development of juvenile delinquency and at the government (political) level.

This is due to a number of circumstances. First, the protection and maintenance of the most important political and legal object - the physical and moral health of the population, as an inalienable condition for the full life of society. The main task of the state in the field of protecting the safety of the population is to create a special system of socio-economic, medical and political and legal instruments. The latter includes the criminal legislation of Russia, which protects these important objects from the most dangerous encroachments.

Secondly, the ability to protect a wide range of potential victims by political and legal means, since offenders infringe on the physical and moral health of not only the nation as a whole, but also an individual individual, and, what is especially regrettable, minors and young people, in our opinion, it is quite obvious that this can include spiritual qualities, ethical standards by which society is guided, and the moral health of society.

Thirdly, the growth trend in the overall structure of crime. So, for example, the Stavropol Territory in 2020 was in 7th place among other constituent entities of the Russian Federation, with the highest growth rates - 26% [5]. Juvenile offenders are invariably identified as a group that suffers from a significantly higher prevalence and severity of mental disorders than the general juvenile population. Meeting the needs of these young offenders presents practical and ethical challenges with regard to their treatment and management, including liaising with other institutions.

Discussion. Who is considered a minor?

Juvenile delinquency is a term commonly used in academic literature to refer to a young person who has committed a criminal offense, although the precise definition may vary depending on local jurisdiction. The specific reasons behind these differences are unclear, but they may arise due to the lack of an agreed international standard.

The term "minor" in this context refers to a person who, by law, may commit a criminal offense because he or she exceeds the minimum age of criminal responsibility, but who has not reached the age of majority when the person is legally considered an adult. The minimum age of criminal responsibility in different countries varies from 6 to 18 years, but the age of majority is usually 18 years.

In some cases, persons over 18 years of age may be heard in a juvenile court and will therefore still be considered minors. Indeed, the United Nations (UN) defines "youth" as the age from 15 to 24 years old. The term "child offenders" has been used to refer to children under the age of 13 who have committed an offense, although elsewhere "children" are often defined as persons under the age of 18. The term "young offenders" is broad and can refer to offenders under the age of 18 or include young people under the age of 25 [4, 256].

What is an offender?

An offender is a person who has committed an offense. Thus, the offense includes a huge range of actions that are regulated by legislation that differs from one jurisdiction to another, and over time may change in legislation. While acts of theft and serious interpersonal violence are generally considered criminal offenses, other acts, including alcohol consumption and sexual behavior among young people, are tolerated to very different degrees around the world. Fighting with a partner, revenge, divorce, job loss, and the need to pay debts are other reasons that can lead girls to prostitution. Sometimes these differences arise as a result of historical or cultural factors and can be reinforced by traditional religious laws, for example, in some countries of the Middle East. East. Some offenses can be divided between jurisdictions, but punishable by different standards - for example, "illegal assembly", often used to prevent disorder, is used in Singapore for young people who gather in public in groups of five or more as part of police efforts to combat youth gangs. In addition, "status offenses" - acts that would be permissible for adults but criminalized for children, such as drinking alcohol or absenteeism - not only differ from jurisdiction to jurisdiction, but also contribute to interruption when comparing juvenile delinquency and the adult population in the same jurisdiction.

Lack of clarity can also arise in jurisdictions where the treatment of a young offender is carried out through the social security system rather than through the juvenile justice process. Countries with a high minimum age of criminal responsibility may not technically criminalize young people for behavior that is usually prosecuted and therefore classified as an "offense" in other countries.

Not all juvenile prisoners are "offenders", as some of them can be held in pretrial detention and cannot be convicted of an offense. Even if found guilty, it would be wrong to assume that every "juvenile offender" meets the criteria for a conduct disorder diagnosis: the offenses vary considerably and may not be associated with a wide range of offenses. In addition, most "juvenile offenders" do not pose an immediate risk of violence to others, and the vast majority of convicted juveniles serve their sentences in the community.

The ideology of youth criminal gangs is inherently criminal, since the composition of its views and ideas is designed to motivate young people to commit crimes. Although such an ideology is not the basic reason for committing

specific crimes, at the same time, its danger is determined by the fact that its influence forms in specific young people a basic readiness to commit crimes. It is important to note that this is a stable growth of public offenses that are committed openly, and often with an open challenge to others [4, 257]. In our opinion, attraction is understood as the commission of active actions aimed at encouraging a minor to take part in the above activities. The form of attraction can be any and be expressed in the form of bribery, agreement, threats of a property nature, blackmail.

And yet, the main reason for the criminalization of young people lies in the peculiarities of psychological development in a given age period.

To meet the diagnostic criteria for conduct disorder, evidence of a consistent pattern of dissocial or aggressive behavior that conflicts with age-appropriate social expectations is required. Behavior can include cruelty to people or animals, truancy, frequent and violent tantrums, excessive fighting or bullying and arson. Conduct disorder can be diagnosed when one of these behaviors is clearly present.

In general, the term juvenile delinquent is widely used in academic literature, but requires some caution. This can be a potentially problematic term, and in some contexts it can sound derogatory and misleading. For example, the UN has used the phrase "children in conflict with the law" for several years to describe a diverse group of people under the age of 18 who have broken the law or are at risk of doing so [4, 258-259].

General principles of juvenile justice.

A conviction for a convicted felon is largely driven by three key considerations: retribution (punishment), deterrence and rehabilitation. In the case of juvenile offenders, the principle of rehabilitation is often given the highest priority.

The focus on juveniles in the criminal justice system is not a new concept. In Roman law, the *doli incapax* principle protected young children from prosecution on the basis of the presumption of incapacity and an understanding of the conditions necessary for the commission of a criminal offense. Most countries have provisions for the special treatment of children in conflict with the law, but the extent to which this is granted varies from location to location. In some countries the "welfare" model prevails, which focuses on the needs of the child, diagnosis, treatment and more informal procedures, while other states prefer the "justice" model, which emphasizes responsibility, punishment and procedural formalities [2; 245-246].

Belgium is often cited as an example of a country with an advanced social security system supported by a high minimum age of criminal responsibility of 18 years. Likewise, France earned a solid reputation for social security, placing education and rehabilitation at the center of juvenile justice reform in the 1940s. In New Zealand, the widely recognized family group conference system was established in 1989 as an integral part of juvenile justice, with an emphasis on rebuilding relationships and reducing incarceration, which could be considered part of an approach to welfare. [3] In contrast, the United Kingdom and the United States are traditionally associated with a model of justice and a low age of criminal responsibility - 10 years in England and Wales, and only 6 years in several US states [1].

Under welfare or justice models, a young person may at some point be "deprived of his liberty" - defined as any form of official detention in a public or private place from which the child is not allowed to leave. Places where children may be deprived of their liberty include police stations, detention centers, prisons for minors, safe pre-trial detention centers, work or training camps, penal colonies, closed specialized schools, educational or rehabilitation facilities, military camps and prisons, immigration detention centers, guarded youth hostels and hospitals.

The correlation between less and more punitive systems.

The UN supports the development of specialized systems for working with children in conflict with the law. When the first children's courts were established in the United States in the 1930s, they were widely recognized as a progressive system serving the best interests of the child. Although informality was championed as a particular benefit, serious concerns arose in the 1960s about due process and the protection of the legal rights of minors. The subsequent development of formal juvenile courts took place in the context of an ongoing ethos of youth rehabilitation, with the move away from juvenile imprisonment in the 1970s, especially in Massachusetts and California. However, after a noticeable peak in juvenile delinquency statistics in the 1980s and 1990s, public and political opinion changed dramatically in a more punitive direction [6].

When the UN Convention on the Rights of the Child came into force in 1990, the United States did not sign it due to the fact that 22 states allowed the death penalty for those who committed crimes during adolescence. It is reported that 19 juvenile offenders were executed in the United States between 1990 and 2005. While this number may represent a small percentage of the total number of those sentenced to death in the United States during this period, the practice has been widely criticized by international bodies and organizations. A landmark decision by the US Supreme Court outlawed the execution of juvenile offenders in the United States, but today a small number of countries around the world still practice this practice, sometimes as a result of religious laws [1; 6].

However, it would be wrong to assume that social security systems are automatically preferable to a juvenile justice approach, since social security measures can be equally coercive in terms of juvenile incarceration. They may lack proper procedures, guarantees to obtain reliable evidence from young people, procedures for checking evidence, and procedures for checking or appealing after removal.

Membership in a juvenile gang.

One of the characteristics of urbanization around the world is the rise of youth gangs, groups of young people often defined by geography, ethnicity or ideology. Recent reports indicate a rise in extremist groups. Models explain-

ing the rise of youth gangs include factors such as economic migration, loss of extended family networks, declining control over children, globalization, and exposure to unattainable lifestyle “ideals” portrayed in today's media.

The Japanese authorities attribute the surge in serious youth crime in the 1990s primarily to juvenile bicycle gangs known as *bosozoku*, who are believed to be responsible for more than 80% of serious juvenile crimes, allegedly backed up by the repression of *yakuza* organized crime syndicates. Although difficult to quantify, gang involvement appears to be present in a significant proportion of juvenile delinquency, and there is evidence that gang membership contributes to the most serious acts of violence, including murder [4, 256].

Mental health.

Compared to common and juvenile offenders, juvenile gang members have significantly higher rates of mental disorders such as conduct disorder: antisocial personality disorder, post-traumatic stress disorder (PTSD), anxiety disorders, and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Gang members are much more likely to use mental health services than non-gang members and have significantly higher levels of mental illness, primarily antisocial personality disorder, psychosis and anxiety disorders.

Gang members are also arriving with an increase in cases of depression and suicidal tendencies among younger gang members. The prevalence of ADHD is significantly higher among young prisoners (30.1%) than in the general estimates of young people (3-7%), so a similar increase in the prevalence among juvenile gang members can be expected [7, 239-240].

Forensic psychiatric services for children and adolescents.

Raising awareness of the socio-political factors that contribute to juvenile delinquency has strengthened the public health perspective on the issue. In the UK, for example, joining the juvenile justice system has been adopted as an indicator of the general health of the population. Dictionaries often define “forensic expertise” as “legal”, meaning a relationship with any court. Indeed, many forensic psychiatrists, especially in child and adolescent services, take on roles that span many legal areas relevant to mental health, including criminal law, family and child custody cases, special training tribunals, and immigration or extradition.

Requirements for forensic psychiatric examination vary considerably from country to country, but generally forensic psychiatric assessment and treatment of individuals in psychiatric hospitals with varying levels of safety and control are maintained in the community. In some countries, there is a tendency for forensic psychiatrists to work almost exclusively with the courts of general jurisdiction, providing independent expert opinions to assist the court.

In the UK, forensic child and adolescent psychiatry has developed into a clinical specialization. Some services are based in specialized safe youth hospitals and serve a relatively small number of high-risk juvenile offenders with the most severe mental disorders. In the absence of such specialized resources, young people may be in suboptimal settings, such as juvenile prisons, safe places or secure psychiatric wards for adults, or even not receiving treatment [4, 257].

In case of the growing number of evidence-based interventions for juvenile delinquents within the public health system, the role of child and family mental health services may increase over time. In addition to their direct clinical roles, forensic child and adolescent psychiatry practitioners are also well positioned to work with a wide range of partner agencies to plan and implement broader primary and secondary prevention of juvenile delinquency.

Mental health treatment for juvenile delinquents.

The incidence of mental health problems among juvenile offenders is significantly higher than among their non-offended peers, with two thirds of male juvenile offenders identified as meeting the criteria for at least one mental disorder. It is estimated that one in five juvenile offenders suffers from serious functional impairment as a result of mental health problems. Paradoxically, these needs are often not met, despite evidence of an increase in mental health services, especially among juvenile offenders.

Of additional concern are the data on the relationship between mental health problems and mortality among juvenile prisoners, including an increased suicide rate among men. Mental health problems should be the target of intervention for juvenile offenders, but treatment focused solely on clinical problems is unlikely to benefit crime outcomes. Thus, there is a clear need for effective interventions to meet both the clinical and criminogenic needs of these people.

Estimates of the prevalence of PTSD among juvenile offenders indicate that 20 to 23% meet the clinical criteria, with prevalence rates significantly higher among women than among men (40% versus 17%). Moreover, 62% experienced trauma during the first 5 years of life and up to 93% experienced at least one traumatic event during childhood or adolescence [4, 258].

Cognitive Behavioral Therapy (CBT) is considered the most effective intervention for adults with PTSD and has also been shown to be effective for juveniles who have not committed the offense. There is limited evidence of significant reductions in PTSD symptoms after group CBT in male juvenile offenders, and an adapted version of CBT, a cognitive processing therapy that also results in a significant decrease in self-esteem - reported symptoms of PTSD and depression compared to controls from waiting list. A trauma-focused emotion regulation intervention has received preliminary empirical support for use in this population. This resulted in a nearly doubled reduction in the severity of PTSD symptoms compared to conventional treatment, in addition to significant reductions in depression, behavioral disorders, and increased optimism.

Mood / anxiety disorders and self-harm.

Mood and anxiety disorders (67% of women, 41% of men), self-harm (11% of women, 7% of men) and a history of suicide attempts (33% of women, 20% of men) are common among juvenile offenders. The same high prevalence was observed in the intercultural context, namely in the USA, Switzerland and Finland [7, 241-242].

Despite this high prevalence, there appears to be a lack of high-quality evaluations of the effectiveness of interventions for juvenile delinquents with mood disorders and / or anxiety or self-harm problems. However, the limited evidence available suggests that group CBT may help reduce symptoms. Recovery rates for major depressive disorder after CBT are more than double that of life skills training (39% versus 19%, respectively), although there were no significant differences at follow-up at 6 or 12 months. CBT also led to significant improvements in depression symptoms and social functioning reported by patients and observers [7,243].

It has also been reported that Dialectical Behavioral Therapy (DBT) significantly reduces the incidence of physical aggression among juvenile delinquents and among juvenile offenders expressing suicidal thoughts. This significantly reduced serious behavioral problems and staff penalties among juvenile offenders in the psychiatric ward, although no similar significant reductions were seen for those without mental health problems.

Substance abuse.

Motivational interviewing represents a promising approach for juvenile offenders, especially as a treatment for substance abuse. The motivational group interview received positive feedback from participants when it was conducted with juvenile offenders who used alcohol or drugs, and compared to other programs, juvenile offenders who received motivational interviews were more satisfied and showed lower, albeit not statistically significant, relapse rates on 12-month post-motivational interview [7, 245].

Thus, there is preliminary evidence for the acceptability and feasibility of motivational interviewing for juvenile substance abusers, but further research is needed on the long-term results. To date, motivational interviewing of the difficulties faced by juvenile offenders other than substance abuse has received little attention from researchers. Juvenile offenders are notorious for finding it difficult to access rehabilitation services, so further research is needed on the effectiveness of motivational interviewing to encourage participation.

Employment and education.

Involving juvenile offenders in education and training is an essential component of successful rehabilitation with positive involvement in meaningful activities associated with improvements in areas such as self-confidence and protection from future criminal activity. It is therefore of concern that an assessment of the use of leisure time over a 1-week period by juvenile trial offenders found that only 10% of that time was spent on productive activities, such as work or education, when 57% used the level of passive leisure 30% higher than that of their peers who were not guilty of committing a crime [1].

Efforts to involve juvenile offenders in professional and / or professional activities have been beneficial in a number of areas. The special vocational education and training program, which emphasizes practical skills, was assessed in comparison with the regular education of juvenile offenders. During the 30-month follow-up period, those who were involved in this program were significantly more likely to find work, complete the graduate program, and attend for a significantly longer period of time. Benefits in terms of the risk of reoffending have also been reported: a program of extracurricular activities, including hands-on community projects, educational activities, and family therapy, resulted in a significant reduction in relapse at follow-up one year later [4,259].

Qualitative studies of juvenile delinquents show that there is not a lack of interest in education among this population group, but rather a gap with educational systems, where education providers are not considered to care about student achievement. Thus, ensuring that educational institutions are perceived as active and caring can be an important consideration for efforts to involve juvenile delinquents in education systems. Serious barriers to engagement include difficulties in obtaining accurate information on the education of the offender, as well as in identifying community-based education providers who are willing to accept previously imprisoned juveniles upon release.

Language and communication.

Difficulties with language and communication skills appear to be predominant among juvenile offenders, with estimates of those in the poor or very poor categories ranging from 46% to 67%; in general, up to 90% of juvenile offenders demonstrated a level of language proficiency below average [1]. In particular, a high level of illiteracy among this population group is reported, indicating that awareness of such problems among juvenile offenders themselves is associated with dissatisfaction and low self-esteem. These difficulties can act as barriers to engaging in therapeutic activities, especially in a group setting, as well as re-engaging with educational systems. Awareness of the challenges these young people face in terms of confidence and communication skills is very important and the possible involvement of a speech therapist and linguist can be considered. Preventing communication deficits through effective schooling and appropriate support in the early years of life can promote effective participation in rehabilitation activities and can also reduce the risk of involvement in criminal activities.

There are common barriers to smoothing care pathways between different parts of systems, for example, between safe and community settings, between prisons and mental health facilities, and between services for children and adults. In some jurisdictions, people can only be treated pharmacologically against their will in a hospital setting, which limits the extent to which people can be treated in prison, but there is still great scope for the intervention of prison mental health teams in juvenile prisons. Factors associated with good results A meta-analysis identified three main factors associated with effective interventions for juvenile offenders: the philosophy of "therapeutic" interven-

tion, service for high-risk offenders, and quality of implementation. These results are consistent with factors that are thought to be associated with good outcomes in residential care centers for disadvantaged adolescents and juvenile delinquents: good staff-adolescent relationships, perceptions of staff as pro-social role models, positive peer pressure, individualized treatment program, appropriate programs and activities, clear expectations and boundaries, and places to stay in order to maintain ongoing contact with the family. In society, coercive interaction styles have been found to be less successful in achieving adherence among juvenile offenders than a client-centered approach [3].

Factors associated with poor results.

There are programs that identify juveniles who have begun to commit delinquency in front of inmates in high-security prisons, but these approaches have been discredited by evidence that the risk of recidivism may in fact increase after exposure. Similarly, poor performance has been noted in programs modeled on military bootcamps, in which harsh discipline and initiatives such as curfews, probation, and juvenile adult court hearings have also been shown to be ineffective in reducing recidivism.

In recent years, it has been demonstrated repeatedly that the juvenile court itself has a detrimental effect on juvenile delinquency. This can be explained in part by the effects of labeling, stigmatization and negative self-image associated with criminal conviction, but also by the practical consequences of sentences, including of guilty colleagues imprisonment. The conclusion presents several additional problems, including disruption of social relations, interruption of education, communication with offenders by peers and exposure to violence [6]. Half of the young criminals detained reported victimization during their current term. International agreements state that incarceration (for example, a juvenile prison) should be used as a last resort and for the shortest necessary time, so it should be used for offenders at high risk.

Findings. It is known that the price of antisocial behavior of minors is high and falls on the shoulders of society and the state. The current climate of austerity in public services requires that any intervention is not only effective but also cost-effective, which poses challenges in implementing interventions for this vulnerable social group of young people.

Thus, the relevance of such studies at the present time lies in the fact that, having summarized the opinions of various scientists, having analyzed modern Russian and foreign legislation, judicial practice, we must admit that the problem of criminalization of young people, both in our country and in the world as a whole, is a pronounced socio-political character due to its influence on the fate of future generations and the states themselves.

ЛИТЕРАТУРА

1. Great American Judges : An Encyclopedia / ed. by J. R. Vile. – Santa Barbara, 2001. – Vol. 1.
2. Мазуренко А.П. Правовая политика царской России в сфере противодействия терроризму / А.П. Мазуренко, Ю.А. Говенко, Э.С. Таболова // Современная наука и инновации. – 2017. – № 3(19). – С. 243-248.
3. Особенности Новозеландской системы ювенальной юстиции // URL: <https://lib.sale/yuvenalnaya-yustitsiya-pravo/osobennosti-novozelandskoy-sistemyi-yuvenalnoy-33762.html> (дата обращения: 10.12.2020).
4. Перепёлкина Н.А. Работа социального педагога по коррекции девиантного поведения младших школьников средствами арт-терапии / Н.А. Перепёлкина, Г.Е. Концевич // Защита детства: проблемы, поиски, решения: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. И.В. Иванченко. – М.: Знание-М, 2020. – С. 256-260.
5. Статистические данные отдела информации и общественных связей ГУ МВД России по Ставропольскому краю // URL: <https://26.mvd.rf/> (дата обращения: 10.12.2020).
6. Агеева Е.А. Судебная власть в государственном механизме США (конец 1930-х – начало 1980-х гг.) / Е.А. Агеева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2018. – № 2 (46). – С. 60-66 //URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sudebnaya-vlast-v-gosudarstvennom-mehanizme-ssha-konets-1930-h-nachalo-1980-h-gg> (дата обращения: 10.12.2020).
7. Таболова Э.С., Говенко Ю.А. Психолого-социальная профилактика алкоголизма у подростков и студентов / Э.С. Таболова, Ю.А. Говенко // Защита детства: проблемы, поиски, решения: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. И.В. Иванченко. – М.: Знание-М, 2020. – С. 238-247.

REFERENCES

1. Great American Judges : An Encyclopedia / ed. by J. R. Vile. – Santa Barbara, 2001. – Vol. 1.
2. Mazurenko A.P. Pravovaya politika carskoj Rossii v sfere protivodejstviya terrorizmu / A.P. Mazurenko, Yu.A. Govenko, E.S. Tabolova // Sovremennaya nauka i innova-cii. – 2017. – № 3(19). – S. 243-248.
3. Osobennosti Novozelandskoj sistemy yuvenal'noj yusticii // URL: <https://lib.sale/yuvenalnaya-yustitsiya-pravo/osobennosti-novozelandskoy-sistemyi-yuvenalnoy-33762.html> (data obrashcheniya: 10.12.2020).
4. Perepyolkina N.A. Rabota social'nogo pedagoga po korrekcii deviantnogo po-vedeniya mladshih shkol'nikov sredstvami art-terapii / N.A. Perepyolkina, G.E. Koncevich // Zashchita detstva: problemy, poiski, resheniya: sbornik materialov III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Pod red. I.V. Ivanchenko. – M.: Znanie-M, 2020. – S. 256-260.
5. Statisticheskie dannyeotdela informacii i obshchestvennyh svyazej GU MVD Rossii po Stavropol'skomu krayu // URL: <https://26.mvd.rf/> (data obrashcheniya: 10.12.2020).
6. Ageeva E.A. Sudebnaya vlast' v gosudarstvennom mekhanizme SSHA (konec 1930-h – nachalo 1980-h gg.) / E.A. Ageeva // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Obshchestvennye nauki. – 2018. – № 2 (46). – S. 60-66 //URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sudebnaya-vlast-v-gosudarstvennom-mekhanizme-ssha-konec-1930-h-nachalo-1980-h-gg> (data obrashcheniya: 10.12.2020).

<https://cyberleninka.ru/article/n/sudebnaya-vlast-v-gosudarstvennom-mehanizme-ssha-konets-1930-h-nachalo-1980-h-gg>(data obrashcheniya: 10.12.2020).

7. Tabolova E.S., Govenko Yu.A Psihologo-social'naya profilaktika alkogolizma u podrostkov i studentov / E.S. Tabolova, Yu.A. Govenko // Zashchita detstva: problemy, poiski, resheniya: sbornik materialov III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Pod red. I.V. Ivanchenko. – M.: Znanie-M, 2020. – S. 238-247.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Говенко Юрий Александрович, кандидат юридических наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин филиала Ставропольского государственного педагогического института в г. Железноводске, kirsankir05@mail.ru, 357430, Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево, пр-кт Свободы, 14, +79064742017

Govenko Yuri Aleksandrovich, Candidate of Law, Associate Professor of the Department of Humanitarian and Socio-Economic Disciplines of the branch of the Stavropol State Pedagogical Institute in Zheleznovodsk, kirsankir05@mail.ru, 357430, Stavropol Territory, Zheleznovodsk, pos. Inozemtsevo, Prospect Svobody, 14, +79064742017

Мазуренко Андрей Петрович, доктор юридических наук, профессор юридического факультета Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, 357500, г. Пятигорск, пр-кт 40 лет Октября, 56, decanpetrovich@mail.ru +79627412626

Mazurenko Andrey Petrovich, Doctor of Law, Professor of the Law Faculty of the North Caucasus Federal University in Pyatigorsk, 357500, Pyatigorsk, Prospect 40 years of October, 56, decanpetrovich@mail.ru +79627412626

Таболова Элита Солтановна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики и психологии филиала Ставропольского государственного педагогического института в г. Железноводске, elita721@rambler.ru, 357430, Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево, пр-кт Свободы, 14, +79064742026

Tabolova Elita Soltanovna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Pedagogy and Psychology of the branch of the Stavropol State Pedagogical Institute in Zheleznovodsk, elita721@rambler.ru, 357430, Stavropol Territory, Zheleznovodsk, pos. Inozemtsevo, Prospect Svobody, 14, +79064742026

Шерудило Анастасия Романовна, студент психолого-педагогического факультета филиала Ставропольского государственного педагогического института в г. Железноводске, 357430, Ставропольский край, 357430, Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево, пр-кт Свободы, 14.

Sherudilo Anastasia Romanovna, student of the psychological and pedagogical faculty of the branch of the Stavropol State Pedagogical Institute in Zheleznovodsk. 357430, Stavropol Territory, 357430, Stavropol Territory, Zheleznovodsk, pos. Inozemtsevo, Prospect Svobody, 14.

Дата поступления в редакцию: 10.09.2020

После рецензирования: 13.10.2020

Дата принятия к публикации: 13.11.2020

К.В. Аршин [K.V. Arshin]

УДК: 314.74

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.21

МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI СТОЛЕТИЯ: ОТ КРИЗИСА К НОВАЦИЯМ**MIGRATION POLICY OF RUSSIA AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY: FROM CRISIS TO INNOVATION****ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» /
Russian Potato Research Centre, e-mail: Kosta-10@yandex.ru**

Аннотация: В статье рассматривается один из наиболее важных периодов формирования миграционной политики Российской Федерации – первое десятилетие XXI в., когда происходил выбор между приоритетами развития миграционной политики страны. Будет ли она двигаться по пути секьюритизации или гуманизации. Следует отметить, что перед указанным выбором стояла не только Российская Федерация, иным странам-реципиентам миграционных потоков также предстояло сделать свой выбор в свете распространения международного терроризма и открытости границ для миграционных потоков, что требовали постулаты глобализации.

Материалы и методы. В рамках статьи проводится анализ официальных статистических данных (Росстат и ФОИВ), метаанализ нормативных правовых актов и документов стратегического планирования Российской Федерации, исследований миграционной ситуации в Российской Федерации.

Результаты и обсуждения. В начале 2000-х гг. усиление селективного механизма в миграции, что было обусловлено приоритетом тенденции к секьюритизации миграции, способствовало резкому сокращению легальной миграции в Российскую Федерацию. При этом достаточно высокие показатели демонстрировала нелегальная миграция. Органами государственной власти предпринимались различные попытки изменить ситуацию. Но разрабатываемые и реализуемые меры осуществлялись в рамках приоритета к секьюритизации. Так, в рамках приоритетной реализации мер по секьюритизации миграции осуществлялась Государственная программа по добровольному переселению соотечественников. Так, прибывший в рамках Госпрограммы соотечественник оказывался привязанным к территории прибытия и своему рабочему месту. При этом сами территории прибытия отличались низким экономическим развитием, а предлагаемые соотечественникам рабочие места не соответствовали их квалификации. Принятый в 2006 г. закон «О миграционном учете иностранных граждан и лиц без гражданства в Российской Федерации» при кажущейся либерализации правил учета иностранных граждан прибывших в Россию, впоследствии создав возможность превращения принимающей стороны в сторону деликтного обязательства. Одновременно наблюдался рост антииммигрантских настроений, приводивший к вспышкам насилия. Для купирования сложившейся ситуации были инициированы эксперименты по внедрению принципов гуманизации миграции в миграционную политику России. Успешным оказался эксперимент с введением патентной системы, предоставляющей иностранным гражданам право на работу у физических лиц в обход сложной и громоздкой системы квот.

Выводы. Тенденции к приоритету секьюритизации миграции негативно сказываются как на миграционных потоках, способствуя их сокращению, так и на общественных настроениях, обеспечивая питательную почву для роста мигрантофобии и экстремистских настроений. Следствием этого становится кризис миграционной политики, что ярко проявилось в Российской Федерации первого десятилетия XXI века – сокращение легальной миграции при высоких показателях нелегальной миграции, фактический провал Государственной программы по добровольному возвращению соотечественников, открытые антииммигрантские выступления. В подобных условиях, меры по гуманизации миграции дали положительный результат в значительной мере сократив нелегальную миграцию. Это позволяет сделать вывод о необходимости поддержания баланса между тенденциями к секьюритизации и гуманизации миграции. Нарушение баланса негативно влияет на показатели миграционной политики.

Ключевые слова: миграция, миграционный учет, соотечественник, секьюритизация, мигрантофобия, патент, высококвалифицированный специалист.

Abstract: The article examines one of the most important periods in the formation of the migration policy of the Russian Federation – the first decade of the XXI century, when there was a choice between the priorities of the development of the country's migration policy. Will it move along the path of securitization or humanization? It should be noted that this choice was faced not only by the Russian Federation, other countries-receivers of migration flows also had to make their choice in the light of the spread of international terrorism and the openness of borders for migration flows, which required the postulates of globalization.

Materials and methods: The article analyzes the official statistical data (Rosstat and federal executive authorities), meta-analysis of regulatory legal acts and strategic planning documents of the Russian Federation, studies of the migration situation in the Russian Federation.

Results and discussion: In the early 2000's, the strengthening of the selective mechanism in migration, which was due to the priority of the trend towards the securitization of migration, contributed to a sharp reduction in legal migration to the Russian Federation. At the same time, illegal migration showed fairly high rates. The state authorities made various attempts to change the situation. But the measures being developed and being implemented were carried out within the framework of the priority to securitization. Thus, as part of the priority implementation of measures to securitize migration, the State Program on the Voluntary Resettlement of Compatriots was implemented. So, a compatriot who arrived within the framework of the state program found himself tied to the territory of arrival and his workplace. At the same time, the territories of arrival themselves were characterized by low economic development, and the jobs offered to compatriots did not correspond to their qualifications. The law «On migration registration of foreign citizens and stateless persons in the Russian Federation» adopted in 2006, with the apparent liberalization of the rules for registering foreign citizens who arrived in Russia, subsequently creating the possibility of turning the receiving party into a tort obligation. At the same time, there was an increase in anti-migrant sentiment, leading to outbreaks of violence. To stop this situation, experiments were initiated to introduce the principles of humanization of migration into the migration policy of Russia.

The experiment with the introduction of a patent system, which gives foreign citizens the right to work for individuals, bypassing the complex and cumbersome quota system, turned out to be successful.

Conclusions: Trends towards the priority of the securitization of migration negatively affect both migration flows, contributing to their reduction, and public sentiment, providing a fertile ground for the growth of migrant-phobia and extremist sentiments. The consequence of this is the crisis of migration policy, which was clearly manifested in the Russian Federation in the first decade of the 21st century - a decrease in legal migration with high rates of illegal migration, the actual failure of the State program for the voluntary return of compatriots, open anti-immigrant protests. In such conditions, measures to humanize migration have yielded a positive result, significantly reducing illegal migration. This allows us to conclude that it is necessary to maintain a balance between the trends towards securitization and humanization of migration. The imbalance has a negative impact on the indicators of migration policy.

Key words: migration, migration registration, compatriot, securitization, migrant phobia, patent, highly qualified specialist.

Introduction. The European migration crisis of 2015 sharply raised the issue of the dialectic of tendencies towards securitization, on the one hand, and humanization, on the other hand, in the implementation of migration policy. At the same time, the securitization of migration meant the consideration of migrants as a collective entity that threatens economic, social and political security. Humanization, on the contrary, postulates the individuality of each migrant as the bearer of certain rights that provide him with access to certain freedoms [22]. It should be noted that the very concept of "securitization" belongs to the theorists of the Copenhagen School of International Relations [15,16]. From their point of view, "securitization" should be understood as the process of giving a certain phenomenon the status of an existential threat, for the elimination of which it is necessary to provide extraordinary powers, with which the authorities can ensure security. At the same time, "securitization" is by no means reactive (a reaction to a threat, as a result of which social reality is normalized), it is an active force that forms a new social reality.

The first such phenomenon in the early 2000s. became international terrorism [20] as a phenomenon that actively affects the foreign and domestic policies of modern states. The second is migration, which was due to the increase in the 1990-2000s. globalization processes, which were based on the postulates of freedom of movement of the main factors of production - capital and labor. It was the freedom of movement of labor, bypassing political borders, that gave migration the status of a phenomenon in relation to which it is necessary to implement the procedures of "securitization" [18, 19, 21].

The Russian Federation, as a state actively involved since the early 1990s. into the world economy, did not stay away from these processes. Within the framework of this article, the processes of introducing innovations into the migration policy of the Russian Federation will be considered through the prism of the dialectic approaches to securitization and humanization of migration.

Materials and methods. The goal set in the framework of this article requires an integrated approach, which predetermined the selected materials and methods. First, the official statistical data provided by Rosstat and the federal executive authorities implementing the state policy in the field of migration will be used. Analysis of these data will make it possible to establish the dynamics of migration flows, to assess the state of migration flows. Secondly, an analysis of regulatory legal documents (laws, by-laws, strategic planning documents) will be carried out, which will provide a certain understanding of the strategic priorities of Russia's migration policy. Thirdly, scientific literature, reports of heads of state services, as well as publications in the media will be studied.

Results and Discussions. Observed in the early 2000s. the strengthening of the selective mechanism in migration processes, due to the growth in the migration policy of the Russian Federation, of trends towards the "securitization" of migration led to a sharp drop in the number of legal migrants who arrived in the territory of the Russian Federation. Thus, in the early 2000s, migration growth due to external migration, as can be seen from Table 1, decreased by more than 3 times. The figure for 2003 was only 13.8% of the figure for 1999.

Table 1

Migration growth in 1999-2003 (according to Rosstat data).

№ п/п	Indicator	1999	2000	2001	2002	2003
1.	Arrived in Russian Federation (total)	379726	359330	193450	184612	129144
2.	including from CIS countries from far abroad	343082 36644	326561 32769	173976 19474	167940 16672	114121 15023
3.	Departured from the Russian Federation (total)	214963	145720	121166	106685	94018
4.	including from CIS countries from far abroad	125233 89730	80510 65210	60231 60935	51135 55550	45142 48876
5.	Migration gain (total)	254493	213610	72284	77927	35126

At the same time, the assessment of the scale of illegal migration varied from an extremely conservative figure of 250 thousand people annually [3, p. 69], before voiced by the director of the Federal Migration Service of Russia K.O. Romodanovsky figures in 20 million people [9]. Probably, one should agree with the opinion of experts that the scale of illegal migration in Russia in the early 2000s. accounted for about 5-7 million people [4, 12].

In order to carry out work on the legalization of migrants, the Federal Law "On Migration Registration of Foreign Citizens and Stateless Persons in the Russian Federation" dated July 18, 2006 No. 109-FZ was adopted (hereinafter - FZ 109-FZ dated July 18, 2006).

The specified Federal Law 109-ФЗ dated July 18, 2006 established new rules for recording the movements of foreign citizens across the territory of the Russian Federation. Among the significant innovations introduced by him to migration relations, it should be noted the principle of the notification nature of registration for migration registration, the refusal of the procedure for the annual re-registration of foreign citizens, the introduction of flexible models of migration registration for various categories of foreign citizens (registration at the official place of residence and registration at the place of stay), normative consolidation of the rights and obligations of foreign citizens and stateless persons in the field of migration registration, as well as the executive authorities carrying out this registration.

At the same time, the bill was bi-directional. It was developed at the junction of two paradigms - "humanization" and "securitization" of migration flows. On the one hand, the procedure for migration registration, which replaced the procedure for the annual re-registration of foreign citizens, greatly facilitated the situation of foreign citizens and ensured an increase in the migration attractiveness of the Russian Federation. On the other hand, the introduced procedure for migration registration created a distributed system of registration functions of the main participants in the migration registration process - state bodies, local authorities and legal entities participating in migration registration. As a result, it contributed to the formation of an effective system of immigration control over the movements of foreign citizens across the territory of the country: from crossing the border to registering at the place of stay (residence) (even if a foreign citizen changes his place of stay). At the same time, the law introduced a legal basis for the formation of a state information system for migration registration, the creation of which after some time made it possible to track the movements of foreign citizens across the territory of the Russian Federation almost in real time. Also, the law introduced the concept of "a party receiving a foreign citizen or stateless person in the Russian Federation." This innovation subsequently provided the terminological and regulatory framework for the transformation in the early 2010s. individuals or legal entities providing foreign citizens with a place of actual residence, towards a tort obligation.

A significant change in the migration policy of the Russian Federation in the first decade of the 21st century was the development and implementation of the State program to assist the voluntary resettlement of compatriots living abroad to the Russian Federation.

The very concept of a compatriot was introduced in the late 1990s. Federal Law of 24.05.1999 No. 99-FZ "On the state policy of the Russian Federation in relation to compatriots abroad." In this regulatory legal act, a compatriot was understood as a person born in the state, residing or residing in it and having signs of common language, history, cultural heritage, traditions, customs, as well as descendants of this person in a straight descending line. Also, by this law, compatriots included citizens of Russia permanently residing outside the Russian Federation, persons and their descendants belonging to peoples traditionally living on the territory of Russia, and at the same time being citizens of the Russian Empire, the Russian Republic, the RSFSR, the USSR and the Russian Federation. However, this bill introduced norms providing for building work with compatriots abroad, and did not envisage measures, the implementation of which would ensure their return to the Russian Federation. This direction of the law was probably caused by the need to improve the image of the Russian Federation abroad, using the potential of compatriots to establish Russia as a full member in the ranks of the developed Western states. As a result, the law provided for measures, including material support, aimed at creating stable ties between compatriots and Russia in the field of economy, culture, information exchange, etc. In addition, during this period in 1999, the Russian Federation again faced a massive crisis migration caused by the intensification of hostilities in the Chechen Republic and the Republic of Dagestan. As a consequence, attracting compatriots for permanent residence in the Russian Federation was not on the agenda. However, after a few years. The situation has changed dramatically.

The demographic crisis was officially recognized in the Russian Federation. Thus, according to Rosstat data, the population of the country from 1996 to 2001 decreased by 2 million people. Moreover, for the period 1991-1995. population decline was not recorded, although it was in 1992 that natural population growth was replaced by natural decline. Demographers associate this paradox with large-scale crisis migrations, which were discussed above. According to the professor of the Department of Economic and Social Geography of Russia, Moscow State University named after M.V. Lomonosova Natalia Zubarevich crisis migrations in 1993-1994. compensated for the natural loss by 80%. By the early 2000s. this figure dropped to 20%. A similar point of view was expressed by another well-known Russian demographer Anatoly Vishnevsky [1]. At the same time, the migration potential of Russians and representatives of other peoples traditionally living in the country has not been exhausted. The well-known Russian migrantologist V.I. Mukomel in an analytical study in 2003 "Who will come to Russia from the" new abroad? " estimated the emigration potential from the CIS and Baltic countries for the next 6-8 years at 7.5 million people. Of these, 3.1 million people. accounted for Russians, 0.4 million people. for representatives of Russian ethnic groups, 1 million people for the titular ethnic groups of the CIS and Baltic countries and 3 million people. on representatives of indigenous ethnic groups of the CIS and Baltic countries. At the same time, the Russian Federation could potentially attract 5.2 million people. (3 million people are compatriots with ethnic and cultural roots in Russia, 2.2 million people are representatives of the titular and indigenous peoples of the CIS and Baltic countries) [6].

An attempt to realize this migration potential was the State Program to Assist the Voluntary Resettlement of Compatriots Living Abroad to the Russian Federation.

The specified program was approved by the Decree of the President of the Russian Federation No. 637 dated June 22, 2006. Initially, 12 constituent entities of the Russian Federation participated in the program. These regions were divided into three groups. Thus, group "A" was formed by regions of strategic importance for the Russian Federation (mainly border areas), group "B" included the constituent entity of the Russian Federation, in which large investment projects were being implemented, and therefore these regions experienced a need for migrants with high qualifications. Finally, group "C" was formed by regions characterized by sustainable socio-economic development, but at the same time, over the last three years or more in them, there was a decrease in population (either due to natural population decline, or due to migration outflow).

The program involved providing displaced people with financial assistance in the form of paying for travel, baggage transportation, and lifting. But the main thing is that the program made it possible to obtain citizenship of the Russian Federation in a simplified manner, implying a shorter period of time - three months from the date of filing an application for granting citizenship.

However, the program also had its drawbacks. The main one was the binding of the migrant to a certain workplace. As a rule, within each region, several territories of settlement were distinguished, experiencing the greatest shortage of labor. These were regions characterized by extremely low economic development and did not imply high wages (even by the standards of the constituent entity of the Russian Federation in which they were located). Also, in most cases, the vacancies offered to migrants did not correspond to their qualifications. At the same time, the Program participant could not leave the territory of the settlement without refusing to participate in the Program.

The second problem was the problem of providing displaced persons with housing. Taking into account that registration at the place of residence was a necessary condition for participation in the Program, this problem was quite acute. It was assumed that the settlers would be able to rent housing. However, due to the aforementioned problem, not all migrants had such an opportunity. At the initial stage, some regions tried to solve this problem by providing the participants of the Program with housing at the expense of flexible housing stock or temporary accommodation centers, but this did not solve the problem [7, 14].

Accordingly, many migrants preferred independent resettlement to the Russian Federation to participate in the Program.

As a result, despite the rather serious funds allocated for the implementation of the Program, for 2007-2010, less than 20 thousand people resettled under the Program, while the planned figure is 300 thousand people annually.

In 2012, the Ministry of Regional Development of the Russian Federation prepared a new version of the state program, in which a number of the above deficiencies were eliminated. The number of migrants increased, but the declared figure of 300 thousand people could not be reached annually [2] until 2014, when the Russian Federation faced another wave of crisis migration caused by the political crisis in Ukraine in 2013-2014.

One more serious problem of the first decade of the 2000s should also be noted. - the growth of migrant phobia. Sociological surveys conducted in the 2010s. showed that the slogan "Russia for Russians" traditionally used by nationalists has ceased to be just a slogan around which the ethnically Russian population of Russia is united. In the 2000s. this slogan enjoyed increasing popularity. So, according to a survey by the Levada Center, the slogan "Russia is for Russians" was supported by 45% of respondents, in October 2013 this figure rose to 66%. At the same time, if in 2002 - 28% of the population had a negative attitude to it, then in 2013 - only 19% [10]. A number of authors attributed such an increase in migrant-phobia to the general orientation of the migration policy of the Russian Federation towards "securitization", as a result of which the emphasis is placed on limiting migration flows [5]. As a result, a state attitude towards suspicion towards migrants is formed, "hate speech" is spreading in the media, anti-immigrant sentiments are beginning to be exploited by political forces [8]. The growth of anti-immigrant sentiments led to outbreaks of violence against migrants and representatives of non-Russian nationalities [11, 13], as well as backlash. The apothecosis was the riots in Moscow on December 7-15, 2010. They were caused by a conflict between football fans and youth of the North Caucasian ethnic groups. Despite the tragedy, this situation made it necessary to draw attention to the need to develop a new approach to the regulation of migration - to create a mechanism for the adaptation and integration of migrants.

It should be noted that the relevant subdivision aimed at developing and implementing a policy in the field of adaptation and integration of migrants - the Integration Department - in the structure of the FMS of Russia was created a few months before the events of December 2010. However, due to the fact that this direction was new for the Service, it was not possible to prevent the events on Manezhnaya Square for objective reasons - there were no mechanisms to reduce the level of interethnic tension and migrant-phobic sentiments. They only had to be created.

Also an important innovation of the early 2010s. was the introduction of the concept of a highly qualified specialist into Russian migration legislation. The introduction of this concept was due to the proclaimed in 2008 the course towards the modernization of the Russian economy, with a simultaneous intensification of international competition for qualified labor resources [17]. This required the development of more flexible mechanisms in relation to the regulation of labor migration of foreign citizens. A change in the domestic legislation in relation to highly qualified specialists was introduced by Federal Law No. 86-FZ of 19.05.2010 "On Amendments to the Federal Law" On the Legal Status of Foreign Citizens in the Russian Federation "and Certain Legislative Acts of the Russian Federation" ... In accordance with the specified law, a highly qualified specialist was understood as a foreign citizen with work experience, skills and achievements in a specific field. However, the main criterion for the selection of a highly qualified

specialist was the size of his salary. Initially, it was supposed to be at least 2 million rubles per year. Later, after numerous requests from scientific and educational organizations, for certain categories of highly qualified specialists (researchers, teachers working in Russian universities, scientific and research centers, residents of special economic zones), the indicator was reduced to at least 1 million rubles per year.

Also in 2010, the so-called patent system was introduced, according to which migrants working for individuals were to obtain a patent. The introduction of this system was seen as a tool to bring a significant number of migrants out of the shadows. Indeed, this system has shown its effectiveness. By the end of 2011, more than 1 million patents were issued, in 2014 this figure exceeded 6 million.

The advantage of patents over traditional work permits was their relative cheapness (registration of a patent cost 12 thousand rubles a year, issuing a work permit through intermediaries - 15-25 thousand rubles a year), it could be extended for up to 12 months without visiting the executive authorities, only making the necessary payments. Finally, the patent served as a document confirming the renewal of registration at the place of stay by a migrant and a permit document securing the right to stay in Russia for more than 90 days.

The experiment to introduce a patent system was found to be successful. Accordingly, it was decided to extend it to labor migrants employed by legal entities and who arrived in a visa-free manner. These changes were introduced by the Federal Law of November 24, 2014 No. 357-FZ "On Amendments to the Federal Law" On the Legal Status of Foreign Citizens in the Russian Federation "and Certain Legislative Acts of the Russian Federation".

However, this federal law has already been adopted within the framework of the new Concept of State Migration Policy, adopted in 2012 and which became an important milestone in the development of the migration system of the Russian Federation.

Conclusion. Summarizing the above, the following conclusions can be drawn:

1. The trend towards securitization of the migration policy of the Russian Federation in the early 2000s. caused a sharp decrease in the migration flow, despite the growth of the Russian economy and the high demand for migrant labor, as well as the need to overcome the demographic crisis.

2. Attempts to solve the problems of reducing the migration flow through the implementation of special state programs to attract compatriots to the Russian Federation were not crowned with success largely because these programs were developed and implemented within the paradigm of securitization of migration.

3. On the contrary, the measures implemented within the framework of the trend towards the humanization of migration turned out to be extremely successful (the patent system), turned out to be in demand and allowed a significant number of foreign citizens to legalize their status.

4. Violation of the balance between securitization and humanization of migration, to the detriment of the latter, has a negative impact on public consciousness, contributing to the growth of migrant phobia and interethnic (inter-ethnic) conflicts.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкатова А. В начале 2000-х годов ускорилась убыль населения/ А. Башкатова // сайт «Независимая газета». [Электронный ресурс]. - URL: http://www.ng.ru/economics/2011-12-19/4_demography.html (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
2. Доклад Константина Ромодановского о реализации госпрограммы по содействию добровольному переселению в Россию соотечественников (24.09.2015) // сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]. - URL: <http://government.ru/news/19785/> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
3. Красинец С.Е. Нелегальная миграция в Россию/ С.Е. Красинец, С.Е. Кубишин, В.Е. Тюрюканова. – М. : Academia, 2000. – 94 с.
4. Миграционные процессы и государственный контроль // Общественно-политическая газета. Миграционный вестник. – 2004. – № 1. – С. 1.
5. Мукомель В.И. Грани интолерантности // «Демоскоп». [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2005/0203/analit01.php> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
6. Мукомель В.И. Кто приедет в Россию из «нового зарубежья»? /В.И. Мукомель// Мир России. 2003. № 3. С. 130-146
7. Практика реализации Государственной программы по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом: проблемы/тормоза // сайт «Мигрант.ру». [Электронный ресурс]. - URL: <http://migrant.ru/praktika-realizacii-gosudarstvennoj-programmy-po-okazaniyu-sodejstviya-dobrovolnomu-pereseleniyu-v-rossijskuyu-federaciju-sootchestvennikov-prozhivayushhix-za-rubezhom-problemy-tormoza/> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
8. Предвыборный ролик партии «Родина» // Сайт «Википедия». [Электронный ресурс]. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
9. Ромодановский К.О. Доклад в Государственной Думе / К.О. Ромодановский // Миграционное право. – 2006. – № 1. – С. 1.
10. Россияне о миграции и межнациональной напряженности. Пресс-выпуск 5 ноября 2013 // сайт социологической службы «Левада-Центр». [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.levada.ru/2013/11/05/rossiyane-o-migratsii-i-mezhnatsionalnoj-napryazhennosti/> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
11. Угрожающая статистика // сайт ИА Интерфакс. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.interfax.ru/russia/37200> (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
12. Шматко Ю.О. Анализ и оценка нерегистрируемой миграции в России // журнал «Демоскоп». [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2014/0605/student01.php> (Дата обращения: 19.05.2019 г.)
13. Чарный С. Убийства на почве этнической ненависти (2000-2004) // сайт Московского бюро по правам человека. URL: http://pravorf.org/doc/publ_013.pdf [Электронный ресурс]. - (Дата обращения: 24.05.2019 г.)

14. Яковлев В.А., Прудникова Т.А. Современные проблемы реализации государственной программы по оказанию содействия добровольному переселению соотечественников/ В.А. Яковлев, Т.А. Прудникова // Вестник Московского университета МВД России. – 2014. – № 7. – С. 234-237.
15. Buzan B., Waever O., De Wilde J. (1998) *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder, CO, Lynne Rienner, 1998.
16. Wæver O. *Securitization and desecuritization* // *On Security*. Ed. by R. Lipschutz. N.Y.: Columbia University Press, 1995.
17. EOCED. *The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled*, 2008.
18. Huysmans J. *The European Union and the Securitization of Migration*. *Journal of Common Market Studies*. – 2000. – № 38. – P. 751–777.
19. Neal A.W. *Securitization and Risk at the EU Border: The Origins of FRONTEX*, *Journal of Common Market Studies*. – 2009. – № 47 (2). – P. 333–356.
20. Pandey S.Ch. *International Terrorism and the Contemporary World*. Sarup & Sons, 2006.
21. Van Munster R. *Securitizing Immigration: The Politics of Risk in the EU*. Basingstoke and New York, NY: Palgrave Macmillan, 2009.
22. Vaughan-Williams N. *Europe's Border Crisis: Biopolitical Security and Beyond*, Oxford University Press, 2015.

REFERENCES

1. Bashkatova A. V nachale 2000-h godov uskorilas' ubyl' naseleniya/ A. Bashkatova // sajt «Nezavisimaya gazeta». [Elektronnyj resurs]. - URL: http://www.ng.ru/economics/2011-12-19/4_demography.html (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
2. Doklad Konstantina Romodanovskogo o realizacii gosprogrammy po sodejstviyu dobrovol'nomu pereseleniyu v Rossiyu sootchestvennikov (24.09.2015) // sajt Pravitel'stva Rossijskoj Federacii. [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://government.ru/news/19785/> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
3. Krasinec S.E. Nelegal'naya migraciya v Rossiyu/ S.E. Krasinec, S.E. Kubishin, V.E. Tyuryukanova. – M. : Academia, 2000. – 94 s.
4. Migracionnye processy i gosudarstvennyj kontrol' // Obshchestvenno-politicheskaya gazeta. Migracionnyj vestnik. – 2004. – № 1. – S. 1.
5. Mukomel' V.I. Grani intolerantnosti // «Demoskop». [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2005/0203/analit01.php> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
6. Mukomel' V.I. Kto priidet v Rossiyu iz «novogo zarubezh'ya»? /V.I. Mukomel'// Mir Rossii. – 2003. – № 3. – S. 130-146
7. Praktika realizacii Gosudarstvennoj programmy po okazaniyu sodejstviya dobrovol'nomu pereseleniyu v Rossijskuyu Federaciju sootchestvennikov, prozhivayushchih za rubezhom: problemy/tormoza // sajt «Migrant.ru». [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://migrant.ru/praktika-realizacii-gosudarstvennoj-programmy-po-okazaniyu-sodejstviya-dobrovolnomu-pereseleniyu-v-rossijskuyu-federaciju-sootchestvennikov-prozhivayushchih-za-rubezhom-problemy-tormoza/> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
8. Predvybornyj rol' partii «Rodina» // Sajt «Vikipediya». [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
9. Romodanovskij K.O. Doklad v Gosudarstvennoj Dume / K.O. Romodanovskij // Migracionnoe pravo. – 2006. – № 1. – С. 1.
10. Rossiyanе o migracii i mezhnacional'noj napryazhennosti. Press-vypusk 5 noyabrya 2013 // sajt sociologicheskoy sluzhby «Levada-Centr». [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://www.levada.ru/2013/11/05/rossiyane-o-migratsii-i-mezhnatsionalnoj-napryazhennosti/> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
11. Ugrozhayushchaya statistika // sajt IA Interfaks. [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://www.interfax.ru/russia/37200> (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
12. SHmatko YU.O. Analiz i ocenka neregistriruemoj migracii v Rossii // zhurnal «Demoskop». [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2014/0605/student01.php> (Data obrashcheniya: 19.05.2019 g.)
13. CHarnyj S. Ubijstva na pochve etnicheskoy nenavisti (2000-2004) // sajt Moskovskogo byuro po pravam cheloveka. URL: http://pravorf.org/doc/publ_013.pdf [Elektronnyj resurs]. - (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
14. YAKovlev V.A., Prudnikova T.A. Sovremennye problemy realizacii gosudarstvennoj programmy po okazaniyu sodejstviya dobrovol'nomu pereseleniyu sootchestvennikov/ V.A. YAKovlev, T.A. Prudnikova // Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii. – 2014. – № 7. – С. 234-237.
15. Buzan B., Waever O., De Wilde J. (1998) *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder, CO, Lynne Rienner, 1998.
16. Wæver O. *Securitization and desecuritization* // *On Security*. Ed. by R. Lipschutz. N.Y.: Columbia University Press, 1995.
17. EOCED. *The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled*, 2008.
18. Huysmans J. *The European Union and the Securitization of Migration*. *Journal of Common Market Studies*. – 2000. – № 38. – P. 751–777.
19. Neal A.W. *Securitization and Risk at the EU Border: The Origins of FRONTEX*, *Journal of Common Market Studies*. – 2009. – № 47 (2). – P. 333–356.
20. Pandey S.Ch. *International Terrorism and the Contemporary World*. Sarup & Sons, 2006.

21. Van Munster R. Securitizing Immigration: The Politics of Risk in the EU. Basingstoke and New York, NY: Palgrave Macmillan, 2009.

22. Vaughan-Williams N. Europe's Border Crisis: Biopolitical Security and Beyond, Oxford University Press, 2015.

ОБ АВТОРЕ/ ABOUT THE AUTHORS

Аршин Константин Валерьевич, кандидат философских наук, ученый секретарь ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», г. Люберцы, Московская область, Тел.: 8(916)287-51-39 E-mail: Kosta-10@yandex.ru

Arshin Konstantin Valerievich, Candidate of Philosophical Sciences, Scientific Secretary of Russian Potato Research Centre, Lyubertsy, Moscow region, 8(916)287-51-39, E-mail: Kosta-10@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 10.09.2020

После рецензирования: 13.10.2020

Дата принятия к публикации: 13.11.2020

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

УДК 664.727

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.22

А.В. Арисов [A.V. Arisov],
О.В. Чугунова [O.V. Chugunova]ПРИМЕНЕНИЕ НЕТЕПЛОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯAPPLICATION OF NON-THERMAL PHYSICAL METHODS
OF DISINFECTION OF GRAIN RAW MATERIALSУральский государственный экономический университет, Россия, г. Екатеринбург /
Ural State University of Economics, Yekaterinburg, e-mail: reviver200@mail.ru

Аннотация: Использование измельченного пророщенного зерна в продукции общественного питания может повысить конкурентоспособность предприятий, т.к. в сфере общественного питания сохраняется тренд на здоровое питание, одним из направлений которого является проращивание зерна. Зерно имеет большое содержание углеводов (в том числе крахмал), прорастает во влажной и не всегда освещенной среде. Это способствует размножению микроорганизмов. Для подавления роста числа микроорганизмов предложено использовать обработку холодным плазменным излучением.

Ключевые слова: Зерно, проращивание, холодная плазма, продукты питания, микробиологические показатели.

Abstract: The use of crushed sprouted grain in public catering products can increase the competitiveness of enterprises, because in the field of public catering, the trend towards healthy nutrition continues, one of the directions of which is grain germination. Grains have a high content of carbohydrates (including starch), it germinates in a humid and not always light environment. This promotes the multiplication of microorganisms. To suppress the growth of the number of microorganisms, it is proposed to use cold plasma radiation treatment.

Key words: Grain, germination, cold plasma, food, microbiological indicators.

Introduction. Over the past few years in Russia, import substitution in the food industry has been one of the main directions of development. It has great potential in the creation of technologies that will allow the production of products already existing on the market, but with a higher quality [1].

One of the trends in the development of the public catering market in the Ural region is the emergence of new "players". The development of the region attracts representatives of the public catering sector of the regional, all-Russian, and even world level. It causes an increase in competition and an improvement in the quality of the goods and services provided [2].

To increase the competitiveness of enterprises, modern trends can be used, one of which is healthy eating. Currently, more and more catering establishments are opening, aimed at this specialization. Grain sprouting is often used to ensure a healthy diet. the emergence of a sprout leads to the formation of vitamin C and activation of the amylolytic effect that affects starch [3, 4]. Nutritional value of grain for germination is presented in table 1.

Table 1

Nutritional value of grain for germination.

Nutritional values	Wheat	Rye	Barley	Oats
Proteins, g	11,0±0,2	9,9±0,2	14,0±0,3	10,0±0,2
Жиры, г	1,9±0,1	2,1±0,2	2,9±0,2	5,7±0,1
Fats, g	63,8±0,7	61,4±0,8	72,6±0,8	60,6±0,8
including: monosaccharides and disaccharides	1,7±0,2	2,7±0,1	1,1±0,1	2,4±0,1
starch	57,2±1,2	42,7±1,0	60,4±1,2	54,0±1,2
dietary fiber	7,0±0,3	13,7±0,4	11,5±0,4	5,7±0,4
Energy value, kcal	262,1	241,4	301,1	285,2

Grain has a high content of carbohydrates (including starch), germinates in a humid and not always lit environment. This contributes to the growth of the number of microorganisms. The problem of microbiological contamination of grain and the search for ways of its disinfection are devoted to the works of domestic and foreign scientists: G.A. Zakladny, N.V. Zuglenka, G.I. Zuglenok, G.G. Yusupova, V. Ya. Chernykh, S. Ya. Koryachkina, U.S. Annapure, B.J. Park and others. Outstanding scientists: V.A. Tutelyan, L.I. Machikhina, R.D. Polandova, L.A. Trisvyatsky, as well as E.D. Kazakov and many other researchers. At present, chemical methods of disinfection are actively used, which are in demand in the food industry. A side effect of the use of substances of chemical origin is the difficulty of completely removing the substance from the surface of the grain, as well as the transition of the substance into the final product. Some of them are quite expensive and require a skilled approach so that the chemicals do not leave negative side effects on the final product. Biological methods are quite expensive and are just beginning to spread in our country. At the same time, physical methods of disinfection are already actively used both at the stage of post-harvest processing of grain crops and for the destruction of accumulated mycotoxins after storage. They are able to minimize the risks of migration of mycotoxins into the finished product and make it safe for the consumer. To suppress the

growth of the number of microorganisms, you can use various physical, chemical and biological methods of exposure (table 2).

Table 2

Physical non-thermal methods of disinfection of plant materials [5-7].

Method name	Variable processing parameters	Mechanism of action
Pulsed electric field	Electric field strength; time of processing; shape, width, frequency and polarity of pulses	Electroporation
Ultrasonic exposure	Frequency; power; processing time	Cavitation
Ultraviolet exposure	Power; wavelength; treatment time	Destruction of the cytoplasmic membrane
Cold Plasma Radiation (CPR)	Electric field; gas supply (pressure, type, flow rate, frequency); exposure time; used medium	Degradation of proteins, lipids into DNA + apoptosis

In this paper, the impact of CPR is considered. Cold plasma is the fourth state of matter and is an ionized gas containing atoms or molecules in a metastable state with zero total electric charge.

Studies of the South Ural State University [8, 9] confirm the positive effect of cold plasma radiation on the microbiological parameters of grain.

Currently, the food industry has accumulated a database of experimental data on the approaches used and the parameters of the use of installations that generate cold plasma radiation, but they have heterogeneity of research results. However, open studies do not give a complete picture of the possibility of using this method of affecting grain. Despite this, this method of disinfection is the most promising precisely when germinating grain, since cold plasma has an exposure temperature of about 50 ° C, which makes it possible not to heat the wheat grain during processing and not to change its biochemical properties.

Materials and methods. The main objects of research are various types of grain for germination, presented in table 3.

Table 3

Objects of research

№	Name of raw material	Normative document	Manufacturer	Manufacturer city
1	Selected wheat for germination	TS 9700-001-92557466-11	ООО «Vsem na pol'zu»	Moscow
2	Winter rye for germination	TS 01.11.00-002-38744625-2016	ООО «Образ жизни»	Khabarovsk
3	Hull-grain barley for germination	TS 9700-001-92557466-11	ООО «Vsem na pol'zu»	Moscow
4	Hull-grain oats for germination	TS 10.61.33-010-0200792814	IP Rashkoveckij M.A.	Krasnodar

For processing grain CPR used an installation developed at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "South Ural State University", developer - Leivi A.Ya., patent for invention No. 2707944 "Method for disinfecting grain." CPR generation was carried out due to a negative corona discharge at a pulsed voltage with the following parameters: voltage 10 kV, frequency 50 Hz, exposure 10 min., Air acts as a plasma-forming substance under normal conditions.

The designations (codes) of the samples are presented in Table 4.

Table 4

Matrix of codes of the investigated samples.

Corn type	wheat	rye	barley	oats
Control sample	w-0	r-0	b0	o-0
Sample processed by CPR	w-1	r-1	b-1	o-1
Sprouted sample, pretreated with CPR	w-2	r-2	b-2	o-2

Grain was germinated in a perforated container above a tray of water between two sheets of filter paper. Germination was carried out for 43-45 hours (12 hours / day in natural light) at a temperature of 20-22

Methods for determining microbiological indicators: GOST 10444.14, GOST 10444.15, GOST 31747.

Results and discussion

Sprouted grain and products from it are one of the main sources of easily digestible proteins, dietary fiber, B vitamins, tocopherols, macro- and microelements. and, consequently, increase the life expectancy of the population.

Since the germination conditions (temperature, humidity) are favorable for the growth of microorganisms, the possibility of using CPR as a physical method for decontamination of grain raw materials before the germination stage has been studied. It is also necessary to take into account the minimal impact of the applied methods on the grain itself, because some changes can negatively affect the germination of the sprout and the physicochemical processes inside the grain during germination. Non-thermal physical methods are suitable for these parameters.

Research has been carried out on the processing of CPR grain of wheat, rye, barley and oats. For the research, the specified parameters of the installation were used: voltage 10 kV, frequency 50 Hz and exposure 10 minutes. Microbiological indicators of samples of wheat, rye, barley and oats are presented in Table 5.

Table 5

Microbiological indicators of wheat, rye and barley samples

Samples	Determined indicators			
	QMAFAnM, CFU / g	BGKP (coliforms)	Molds, CFU / g	Yeast, CFU / g
0-0*	no more than $5,0 \times 10^3$	not allowed in 0.1 g	no more than 50	no more than 100
Wheat				
w-0	$1,6 \times 10^5$	found in 0.01 g	220	30
w-1	80	not detected in 0.1 g	30	not detected
w-2	627	not detected in 0.1 g	24	40
Rye				
r-0	more than $5,0 \times 10^4$	found in 0.01 g	more than 1000	less than 10
r-1	$5,0 \times 10^3$	not detected in 0.1 g	30	less than 10
r-2	$7,0 \times 10^3$	not detected in 0.1 g	40	less than 10
Barley				
b-0	more than $5,0 \times 10^4$	found in 0.01 g	100	30
b-1	$4,4 \times 10^3$	not detected in 0.1 g	30	less than 10
b-2	$4,6 \times 10^3$	found in 0.1 g	46	less than 10
Oats				
o-0	$1,5 \times 10^5$	found in 0.01 g	less than 100	100
o-1	$2,6 \times 10^3$	not detected in 0.1 g	less than 10	less than 10
o-2	$1,0 \times 10^3$	found in 0.1 g	40	less than 40

* (0-0 - permissible level according to TR CU 021/2011)

According to the research results, it can be concluded that the use of cold plasma radiation can reduce microbiological contamination of grain (decrease in QMAFAnM from 90% (rye) to 99% (wheat)). But it does not provide safety during the germination process. Therefore, it is proposed to use ultraviolet lighting in the germination process, which will act as an auxiliary barrier, because the main part of microorganisms is neutralized by CPR. At the moment, research on this proposal has not been completed.

The indicators of the nutritional value of sprouted grain treated with CPR were also studied, the obtained results show that no significant differences have been established. Processing of grain with CPR does not affect the germination time, as well as the appearance of the grain and sprout. This confirms the absence of the impact of CPR on the internal structure of the grain.

Findings

To increase the competitiveness of the enterprise, you can resort to various methods. One of them is the use of modern technologies in the preparation of dishes and products. The trend towards healthy eating also continues. One of the promising areas is the process of germinating grain of wheat, rye, barley and oats, as well as obtaining whole grain raw ingredients based on them. The use of non-traditional raw materials in cooking will diversify the range of products and attract a new audience.

But in pursuit of trends, do not forget about the quality and safety of products. The use of effective and modern methods of reducing contamination and intensifying the processes of industrial grain processing will make it possible to obtain grain products, the use of which in diets will help reduce the risks of chronic non-infectious diseases. The analysis of scientific sources allows us to conclude that at the moment there is not enough research in the field of obtaining raw ingredients from wheat, rye, barley and oats by controlled germination. The use of cold plasma radiation treatment will ensure the safety of raw materials used in the preparation of dishes and products, without loss of quality.

It has been found that the use of CPR in the processing of wheat, rye, barley and oats for germination can reduce microbiological indicators to an acceptable level. The optimal radiation parameters were set to a voltage of 10 kV, a frequency of 50 Hz, and an exposure time of 10 minutes. These parameters are suitable for the four studied types of grain. However, CPR allows ensuring safety at the stage of preparation of raw materials, and at the stage of germination it is proposed to use ultraviolet lighting to maintain the quality of the finished product.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лейберова Н.В. Инновационный подход к разработке пищевых продуктов ориентированных на потребителя / Н.В. Лейберова, О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина // Экономика региона. – 2011. – № 4. – С. 142-149.
2. Vyatkin A. The Catering Market Development of the Ural Region in the Context of New Industrialization / A. Vyatkin, O. Chugunova, A. Arisov // Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018) (Ekaterinburg, 4-5 december 2018). – Ekaterinburg: Ural State University of Economics, 2018. – P. 568-572.

3. Калинин Е.П. Перспективы использования пророщенного овса в производстве специализированных продуктов / Е.П. Калинин, И.В. Мозжерина, Д.И. Бояринцев и др. // Стратегия развития спортивно-массовой работы со студентами: мат. II Международнауч-практконф. (Тюмень, 24 ноября 2017 г.) – Тюмень: изд-во Тюменского индустриального ун-та, 2018. – С. 82-85.
4. Рахматуллина Ю.Р. Термоактивация злаковых культур при производстве продуктов валеологического питания из пророщенных зерен / Ю.Р. Рахматуллина, А.А. Андреева, В.В. Кирдяшкин // Хлебопродукты. – 2012. - №3. - С. 50-51.
5. Morales de la Peña, M. Novel technologies to improve food safety and quality / M. Morales de la Peña, J. Welti-Chanes, O. Martín-Belloso // Current opinion in food science. – 2019. – Vol. 30. – P. 1–7.
6. Kretova Y. The application of micro-wave treatment to reduce barley contamination / Y. Kretova, L. Tsurulnichenko, N. Naumenko et al. // Agronomy research. – 2018. –Т. 5. – Vol. 5. –P. 2079-2087.
7. Kalinina I. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions / I. Kalinina, N. Naumenko, R. Fatkullin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. –Vol. 272.
8. Науменко Н.В. Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, Н.В. Попова и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. –Т. 81. – № 4 (82). – С. 110-116.
9. Науменко Н.В. Научное и практическое обоснование технологических приемов снижения рисков контаминации и продовольственных потерь при переработке зерна пшеницы: дис. ... д-ра техн. наук (05.18.15) / Науменко Наталья Владимировна; Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск, 2020. – 456 с.

REFERENCES

1. Lejberova N.V. Innovacionnyj podhod k razrabotke pishchevyh produktov orientirovannyh na potrebitelya / N.V. Lejberova, O.V. Chugunova, N.V. Zavorohina // Ekonomika regiona. – 2011. – № 4. – S. 142-149.
2. Vyatkin A. The Catering Market Development of the Ural Region in the Context of New Industrialization / A. Vyatkin, O. Chugunova, A. Arisov // Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018) (Ekaterinburg, 4-5 december 2018). – Ekaterinburg: Ural State University of Economics, 2018. – P. 568-572.
3. Kalinin E.P. Perspektivy ispol'zovaniya proroshchennogo ovsa v proizvodstve specializirovannyh produktov / E.P. Kalinin, I.V. Moshcherina, D.I. Boyarincev i dr. // Strategiya razvitiya sportivno-massovoj raboty so studentami: mat. II Mezhdunarudnauch-praktkonf. (Tyumen', 24 noyabrya 2017 g.) – Tyumen': izd-vo Tyumenskogo industrial'nogo un-ta, 2018. – S. 82-85.
4. Rahmatullina Yu.R. Termoaktivaciya zlakovyh kul'tur pri proizvodstve produktov valeologicheskogo pitaniya iz proroshchennyh zeren / Yu.R. Rahmatullina, A.A. Andreeva, V.V. Kiryashkin // Hleboprodukty. – 2012. - №3. - S. 50-51.
5. Morales de la Peña, M. Novel technologies to improve food safety and quality / M. Morales de la Peña, J. Welti-Chanes, O. Martín-Belloso // Current opinion in food science. – 2019. – Vol. 30. – P. 1–7.
6. Kretova Y. The application of micro-wave treatment to reduce barley contamination / Y. Kretova, L. Tsurulnichenko, N. Naumenko et al. // Agronomy research. – 2018. –Т. 5. – Vol. 5. –P. 2079-2087.
7. Kalinina I. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions / I. Kalinina, N. Naumenko, R. Fatkullin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. –Vol. 272.
8. Naumenko N.V. Primenenie neteplovyh metodov obezrazhivaniya rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve pishchevyh produktov / N.V. Naumenko, I.YU. Potoroko, N.V. Popova i dr. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij. – 2019. –Т. 81. – № 4 (82). – S. 110-116.
9. Naumenko N.V. Nauchnoe i prakticheskoe obosnovanie tekhnologicheskikh priemov snizheniya riskov kontaminacii i prodovol'stvennyh poter' pri pererabotke zerna pshenicy: dis. ... d-ra tekhn. nauk (05.18.15) / Naumenko Natal'ya Vladimirovna; Yuzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet. – Chelyabinsk, 2020. – 456 s.

ОБ АВТОРАХ /ABOUT THE AUTHORS

Арисов Александр Валерьевич, старший преподаватель кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета (ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144), тел. +79506327577, e-mail: reviver200@mail.ru

Arisov Alexander V., senior lecturer of the Department of Technology of Food; Ural state University of Economics (8th March street/Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144), tel. +79506327577, e-mail: reviver200@mail.ru

Чугунова Ольга Викторовна, заведующий кафедрой технологии питания Уральского государственного экономического университета (ул. 8 Марта/Народной Воли, Екатеринбург, 620144), e-mail: chugun.ova@yandex.ru

Chugunova Olga V., Head of the Department of Nutrition Technology of the Ural State University of Economics (8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144), e-mail: chugun.ova@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021

УДК 947.085/09

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.23

Е.Ф. Кринко [E.F. Krinko]

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ
ВОПРОСОВ ИСТОРИИ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
ВОЙНЫ НА ЮГЕ РОССИИ**

**NEW APPROACHES TO THE STUDY OF TOPICAL ISSUES
OF THE HISTORY OF THE GREAT PATRIOTIC WAR IN
THE SOUTH OF RUSSIA**

*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия/
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, e-mail: ekrinko@sfedu.ru*

Аннотация: Статья посвящена Всероссийской научной конференции «Великая Отечественная война в истории и памяти народов Юга России: события, участники, символы». Конференция прошла 10-11 сентября 2020 г. в Ростове-на-Дону, в Южном научном центре РАН и была приурочена к 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Соорганизаторами конференции выступили Институт истории и международных отношений Южного федерального университета, Гуманитарный фонд «Кавказ – новые горизонты» и фонд региональных исследований «Страна». В конференции в разных формах приняли участие 134 специалиста из различных государств и регионов. Основными направлениями работы конференции стали: новые подходы и источники в изучении истории Великой Отечественной войны; специфика боевых действий на южном фланге советско-германского противостояния в 1941–1943 гг.; вклад регионов и жителей юга страны в Победу; проблемы взаимодействия власти и общества в условиях войны; военная экономика и повседневная жизнь советского общества; нацистская оккупация и потери среди мирного населения; отражение событий войны в различных формах памяти советского и постсоветских обществ.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, российская и зарубежная историография, 75-летие Победы, Южный научный центр РАН, Институт истории и международных отношений Южного федерального университета.

Abstract: The article deals with the All-Russian scientific conference “The Great Patriotic War in the History and Memory of the Peoples of the South of Russia: Events, Participants, Symbols”. The conference was held on September 10–11, 2020 in Rostov-on-Don, at the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and was timed to coincide with the 75th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. The conference was co-organized by the Institute of History and International Relations of the Southern Federal University, the Caucasus - New Horizons Humanitarian Foundation and the “Strana” Foundation for Regional Studies. 134 specialists from various countries and regions took part in the conference in various forms. The main directions of the conference were: new approaches and sources in the study of the history of the Great Patriotic War; the specifics of hostilities on the southern flank of the Soviet-German confrontation in 1941–1943; the contribution of regions and residents of the south of the country to the Victory; problems of interaction between state power and society during the war; the military economy and everyday life of Soviet society; Nazi occupation and civilian casualties; reflection of the events of the war in various forms of memory of Soviet and post-Soviet societies.

Key words: Great Patriotic War, Russian and foreign historiography, 75th anniversary of Victory, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of History and International Relations of the Southern Federal University.

In honor of the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War, a large number of scientific and scientific-practical conferences and other events were planned in 2020, but the format of their holding has undergone a certain adjustment. The most popular is the mixed format, which involves both face-to-face and remote participation. The All-Russian Scientific Conference “The Great Patriotic War in the History and Memory of the Peoples of the South of Russia: Events, Participants, Symbols”, dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War, has become a successful example of using this format in holding forums. It was held on September 10-11, 2020 in Rostov-on-Don at the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (SSC RAS). In addition to the SSC RAS, it was organized by the Southern Federal University (SFU), the Caucasus - New Horizons Humanitarian Foundation and the Strana Foundation for Regional Studies.

The main scientific directions of the conference were in line with modern research approaches associated with rethinking controversial issues of the history of the Great Patriotic War in the memory of Soviet and post-Soviet societies, with an appeal to the everyday life of Soviet people, to the significance of the feat of the rear in achieving Victory. On the basis of a wide range of sources of official and personal origin, during the conference, its participants considered such topical issues as the war crimes of the Nazis and civilian casualties in the occupied territory of the USSR.

134 conference participants represented various scientific centers and institutes, educational institutions, museums and archives, as well as public organizations from various regions of Russia (Moscow and St. Petersburg, Arkhangelsk, Bryansk, Vladimir, Volgograd, Nizhny Novgorod, Penza, Rostov, Samara, Chelyabinsk regions, Krasnodar and Stavropol Territories, the republics of Adygea, Dagestan, Ingushetia, Kalmykia, Komi, Crimea, North Ossetia - Alania, as well as the Chechen Republic), states of the near and far abroad (Germany, Latvia, Ukraine, Abkhazia), unrecognized republics (Donetsk and Lugansk People's Republics).

On the first day of the conference, September 10, three round tables were held in a remote format, each of which included several discussion panels. A similar organization of the conference, the distribution of speakers by thematic tables and panels made it possible to create the most comfortable mode of speeches and discussions on inter-

related problems for them. At the same time, the work of each round table was broadcast on the YouTube channel, which significantly expanded the audience of the conference [1].

The first round table was devoted to the reflection of the events of the Great Patriotic War in the memory space of Soviet and post-Soviet societies and is held within the framework of the project of the Russian Science Foundation "Wars and the population of southern Russia in the 18th - early 21st centuries: history, demography, anthropology". It should be noted that the topic of memory of the war is today given a significant place in the research of historians, political scientists and other specialists. At the same time, addressing this topic is accompanied by numerous conflicts, including those of an international nature.

The first panel was devoted to the international and regional aspects of the politics of memory. Great interest of the conference participants was aroused by the report of Doctor of Historical Sciences A.I. Miller (European University at St. Petersburg) on conflicts in the perception of the Second World War, the change in value approaches to the politics of memory in Europe and the impact of these changes on the Russian politics of memory of the war. Pakhalyuk (Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia, Russian Military Historical Society) made a presentation on the specifics of the reflection of the Great Patriotic War in memory in the rear regions of central Russia.

The second panel discussed various wars of memory in the post-Soviet space. Goryushina (SSC RAS) examined the transformation of the historical memory of World War II / Great Patriotic War in modern Georgia. Doctor of Economics I.A. Zeiberts (Baltic Geographical Society, Riga, Latvia) described the painful processes of rewriting the history of the Great Patriotic War and the glorification of Nazi crimes in Latvia. T.Yu. Vlaskin (YSC RAS) - a reflection of the heroic symbols of the Great Patriotic War in the value system of the Lugansk and Donetsk People's Republics.

The participants of the third panel examined the memorial forms and commemorative practices dedicated to the Great Patriotic War. M.E. Gabovich (Einstein Forum, Potsdam, Germany) analyzed the commemorations of Victory Day in 1945-1965. Doctor of Historical Sciences A.N. Ereemeeva (Southern Branch of the Russian Research Institute of Cultural and Natural Heritage named after D.S. Likhachev, Krasnodar) - study of the processes of memorialization of the Great Patriotic War in the USSR / Russia and in the Kuban. N.I. Medvensky (VG Ardzinba State Museum of Military Glory, Sukhum, Abkhazia) - a reflection of the events of the Great Patriotic War of 1941-1945. in the museums of the Republic of Abkhazia.

The next set of questions related to memory trauma and ways of experiencing the past. L.A. Terushkin (Scientific and Educational Center "Holocaust", Moscow) spoke about the crimes of Nazism in the context of trauma and wars of memory. E.A. Zakharina (SFedU) studied publications in Rostov wartime newspapers as a historical source about the life of Ostarbeiters. PhD in Psychology R.Kh. Ganieva (Ingush Research Institute of Humanities named after Ch. Akhriev, Magas) considered the events of the deportation of the Ingush in 1944 and the consequences of the Ossetian-Ingush conflict in 1992 as traumas of memory.

Modern approaches, technologies and forms of preserving the memory of the war were discussed at the fifth panel. I.A. Shmygal (Rostov Regional Branch of the All-Russian Public Movement "Search Movement of Russia") - summarizing his own experience in creating the Books of Memory of the participants of the Great Patriotic War, N.V. Dmitrieva (SFU, SSC RAS) - on the use of digital technologies and information resources in the study of wars and armed conflicts in the south of Russia, Doctor of Historical Sciences, Doctor of Political Sciences. A.V. Baranov (Kuban State University) - on the held in 2016-2019. a cycle of conferences on the military history of the Black Sea region as a form of the policy of memory and strengthening of patriotism.

The final panel was devoted to the reflection of the Great Patriotic War in sources of personal origin. The main report on oral histories about the war and their role in preserving historical memory was presented by Doctor of Philosophy. G. D. Gritsenko (SSC RAS).

The second round table was devoted to the problems of identifying, investigating and establishing the responsibility of war crimes of the Nazis in the occupied Soviet territory. It was held jointly with the All-Russian public movement to perpetuate the memory of those killed in the defense of the Fatherland "Search Movement of Russia", and the speakers' speeches were systematized into three panels.

Sharp discussions were caused by the consideration of the problems of studying war crimes in the occupied territory of the USSR and their victims. PhD, Candidate of Historical Sciences Rebrova (Center for the Study of Anti-Semitism at the Technical University of Berlin, Germany) and PhD A.E. Friedman (Saarland University, Saarbrücken, Germany) presented a joint report on the killing of children with physical and mental disabilities in the occupied territories of the RSFSR. Doctor of Historical Sciences D.N. Titarenko (Donetsk Law Institute, Krivoy Rog, Ukraine) focused on the murder of infectious and venereal patients during the Nazi occupation on the territory of Ukraine. E.V. Kurochkin (village of Aleksandrovka, Rostov region) presented the results of a study of the executions of Jewish refugees in the Aleksandrovsky district of the Rostov region during the occupation, substantiating his methodology and sources used.

The participants of the second panel spoke about new opportunities for studying the tragedy of civilians in connection with the implementation of the large federal project "No statute of limitations". Candidate of Historical Sciences E.M. Tsunaeva (All-Russian All-Russian public movement for perpetuating the memory of those killed in the defense of the Fatherland "Search movement of Russia") presented the first results of this project, outlined its directions and stages of implementation. Candidate of Historical Sciences S.M. Soloviev (Russian State Archive of Socio-Political History, Lomonosov Moscow State University) revealed the peculiarities of the crimes of the Nazi occupiers

in Crimea according to the data of the Extraordinary State Commission for the Establishment and Investigation of the Atrocities of the German-Fascist Invaders, local commissions and special intelligence reports. M.A. Ponomareva (SFedU) described the reflection in archival documents of the "new order" in the Rostov region during the occupation.

At the final panel on the political and legal consequences of the Nazi occupation, K.V. Voronin (SSC RAS) with a report on the problems of investigating the activities of Soviet citizens accused of collaborating with the enemy on the materials of criminal cases of 1943–1954.

Another round table "Don during the Great Patriotic War: Actual Problems of Studying" was held jointly with the basic department of Patriotic history of the XX-XXI centuries of the SSC RAS at SFedU and also included three panels. The first one spoke about the contribution of the peoples of the Caucasus to the Victory in the Great Patriotic War. Candidate of Historical Sciences R.M. Sultanbekov (Dagestan State Pedagogical University) - on the contribution of the population of the Dakhadayevsky District of the Dagestan Autonomous Soviet Socialist Republic to the Victory over Germany and M.A. Zukhba (Abkhazian Institute for Humanitarian Studies of Language and Literature named after D. Gulia, Sukhum, Abkhazia) - on the participation of Abkhazia in the Great Patriotic War).

The second panel discussed issues of historiography and sources of study of the history of the South of the RSFSR during the Great Patriotic War. M.V. Medvedev (SSC RAS) revealed the peculiarities of the national historiography of the history of the liberation of the western regions of the Rostov region in 1943, and the doctor of historical sciences. A.V. Venkov (YSC RAS, SFedU) - a reflection of the events of the war in the south of the country in the memoirs of German soldiers.

The final panel examined the social and political aspects of the Great Patriotic War. Candidate of Historical Sciences L.V. Tabunshchikova (SFedU) analyzed the repressive actions of the state security agencies against Don priests for cooperation with the Germans during the occupation, and Doctor of Political Sciences, Candidate of Historical Sciences A.A. Vartumyan (Institute of Service, Tourism and Design (branch) of the North Caucasus Federal University in Pyatigorsk) - the educational policy of the Soviet state during the Great Patriotic War.

On September 11, a plenary and four breakout sessions took place. The plenary session of the conference was opened by the chairman of the program committee, academician G.G. Matishov (SSC RAS). In his report, he described the hostilities in the south of the RSFSR in 1941-1943. and their role in the Victory in the Great Patriotic War, focusing on the specifics of operations in the Caucasus, on the Volga, Don and Mius. Doctor of Historical Sciences E.F. Krinko (SSC RAS) presented a historiographic review of recent works and documentary publications devoted to the Great Patriotic War, focusing on new promising areas of research. The report of Doctor of Historical Sciences S.V. Kulik (Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University), using specific examples and declassified materials, the evolution and features of the organization and activities of partisan intelligence in the occupied regions of the European part of the USSR were revealed. Doctor of Historical Sciences O.V. Romanko (VI Vernadsky Crimean Federal University) investigated the structure, functions and activities of the German special services in the occupied Soviet territory of Crimea in 1941-1944. The difficult period of restoration of the industry of the Donetsk coal basin was the subject of a joint report by Doctor of Historical Sciences. A.V. Brovaryia (Donbass Law Academy) and N.A. Brovaryia (Donetsk National University). Doctor of Historical Sciences S.V. Yanush (Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots named after Hero of the Soviet Union A.K. Serov) revealed the features of military operations in the Caucasus in 1942–1943. The topic of everyday life of Soviet citizens under the Nazi occupation was touched upon in her report by Doctor of Historical Sciences E.E. Krasnozhenova (Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University). The acute problems of the formation of partisan detachments, the penetration of German agents into them and the creation of so-called pseudo-partisan detachments were considered by the candidate of historical sciences I.V. Tatarkinov (Lugansk State University named after V. Dahl).

The questions raised at the plenary sessions were further covered in the speeches of the conference participants in the sections. The first section was devoted to the relationship between the authorities and society in the south of the RSFSR in 1941-1945, the second - to the reflection of military events in the space of memory and memorial culture, the third - to the peculiarities of hostilities and Nazi occupation in the south of the country, the fourth - to the military economy and everyday life of the Soviet society.

Of particular interest were the reports of V.A. Ageeva (Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) of the Rostov State Economic University (RINH)), D.M. Gryadsky (SFedU), M.P. Merzlyakov (Razdorsk Ethnographic Museum-Reserve), Doctor of Humanities in the field of modern history A.A. Bogolyubov (Pyatigorsk Museum of Local Lore), candidate of biological sciences O.V. Stepanyan (SSC RAS), Doctor of Historical Sciences S.A. Khubulova (North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov), devoted to the processes of training labor reserves and military personnel, evacuation and re-evacuation of collective farm cattle, Polish refugees in southern Russia, the impact of war on the life and fate of Don Armenians, social policy in relation to families of military personnel and other issues.

Unknown pages of military operations in the south of the country during the Great Patriotic War were revealed in their speeches by V.I. Afanasenko (YSC RAS), V.V. Govorovsky (st. Vyoshenskaya, Rostov region) and S.V. Tolochko (Razdorsk Ethnographic Museum-Reserve), as well as A.N. Zablotsky (Taganrog Aviation Scientific and Technical Complex named after G.M. Beriev) in a joint report with R.I. Larintsev (Zvezdochka Ship Repair Center JSC, Severodvinsk).

The topic of preserving the historical memory of the Great Patriotic War, new approaches to its study, the use of periodicals and personal archives, the practices of perpetuating the labor valor of home front workers were the subjects of the reports of V.S. Semenov (SSC RAS), Doctor of Historical Sciences V.V. Naukhatsky (Rostov State Economic University (RINH)), Candidate of Philosophical Sciences O.V. Semenova (SSC RAS), candidate of historical sciences A.V. Shadrina (SSC RAS), candidate of historical sciences T.V. Lokhovoy (Novorossiysk Polytechnic Institute (branch) of Kuban State Technological University).

The conference was of high scientific and social significance, contributing not only to the development of new knowledge about the Great Patriotic War, but also to attract the attention of the authorities, public organizations and educational institutions to this topic. Becoming a continuation of a series of international and all-Russian conferences held by the SSC RAS on military history in general [2] and the history of the Great Patriotic War in southern Russia [3], it turned out to be a new important step forward in understanding this topic. The provisions expressed in the plenary and sectional reports and speeches of the conference participants, the new facts and new assessments of already known phenomena, as well as the dialogue itself between representatives of various scientific schools and directions gave a new impetus to scientific research in the history of the Great Patriotic War. A collection of materials including 70 articles was published by the beginning of the conference. [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Великая Отечественная война в пространстве памяти советского и постсоветских обществ: события, участники, символы. // Всероссийская научная конференция, посвященная 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Великая Отечественная война в пространстве памяти советского и постсоветских обществ. <https://www.youtube.com/watch?v=EHVnVleHsxY>; Великая Отечественная война в пространстве памяти советского и постсоветских обществ. День 2 // <https://www.youtube.com/watch?v=fJcmmgqbGDY>; Военные преступления на оккупированной советской территории. https://www.youtube.com/watch?v=xyZ4_jNyx8&t=6721s; Дон и Северный Кавказ в годы Великой Отечественной войны: актуальные проблемы изучения. <https://www.youtube.com/watch?v=kyLdtdZzxV8&t=50s> (дата обращения 10.11.2020).

2. Народы юга России в отечественных войнах: материалы Международной научной конференции (6-7 сентября 2012 г., Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2012. – 480 с.; Казаки и горцы в годы Первой мировой войны. //Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (Ростов-на-Дону, 18–19 сентября 2014 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2014. – 338 с.; Юг России в условиях революционных потрясений, вооруженных конфликтов и социально-политических кризисов, 1917–2017 гг. //Материалы Всероссийской научной конференции (Ростов-на-Дону, 5-6 октября 2017 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2017. 656 с.; Социальное противостояние и его проявления на Юге России в XX – начале XXI в. (к столетию начала Гражданской войны и образования Донской республики): материалы Всероссийской научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 19–22 сентября 2018 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2018. – 548 с.

3. Великая Отечественная война в пространстве исторической памяти российского общества. // Материалы Международной научной конференции (28–29 апреля 2010 г., Ростов-на-Дону – Таганрог). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2010. – 448 с.; Война в истории и судьбах народов юга России (к 70-летию начала Великой Отечественной войны). // Материалы Международной научной конференции, 1–2 июня 2011 г., Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2011. – 384 с.; Коренной перелом в Великой Отечественной войне. К 70-летию освобождения Дона и Северного Кавказа. //Материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 6–7 июня 2013 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2013. – 456 с.; Значение сражений 1941–1943 гг. на юге России в Победе в Великой Отечественной войне: материалы Всероссийской научной конференции (Ростов-на-Дону, 3–6 июня 2015 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2015. – 548 с.; Юг России и сопредельные страны в войнах и вооруженных конфликтах. // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (Ростов-на-Дону, 22–25 июня 2016 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2016. – 624 с.

4. Великая Отечественная война в истории и памяти народов Юга России: события, участники, символы.// Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Ростов-на-Дону, 10–11 сентября 2020 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2020. – 632 с.

REFERENCES

1. Velikaya Otechestvennaya vojna v prostranstve pamyati sovetskogo i postsovetskikh obshchestv: sobytiya, uchastniki, simvoly. // Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya, posvyashchennaya 75-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne. Velikaya Otechestvennaya vojna v prostranstve pamyati sovetskogo i postsovetskikh obshchestv. <https://www.youtube.com/watch?v=EHVnVleHsxY>; Velikaya Otechestvennaya vojna v prostranstve pamyati sovetskogo i postsovetskikh obshchestv. Den' 2 // <https://www.youtube.com/watch?v=fJcmmgqbGDY>; Voennye prestupleniya na okkupirovannoj sovetskoj territorii. https://www.youtube.com/watch?v=xyZ4_jNyx8&t=6721s; Don i Severnyj Kavkaz v gody Velikoj Otechestvennoj vojny: aktual'nye problemy izucheniya. <https://www.youtube.com/watch?v=kyLdtdZzxV8&t=50s> (data obrashcheniya 10.11.2020).

2. Narody yuga Rossii v otechestvennykh voynah: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (6-7 sentyabrya 2012 g., Rostov-na-Donu). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2012. – 480 s.; Kazaki i gorcy v gody Pervoj mirovoj vojny. //Materialy Vserossiyskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (Rostov-na-Donu, 18–19 sentyabrya 2014 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2014. – 338 s.; YUg Rossii v usloviyakh revolyucionnykh potryasenij, vooruzhennykh konfliktov i social'no-politicheskikh krizisov, 1917–2017 gg. //Materialy Vserossiyskoj nauchnoj konferencii (Rostov-na-Donu, 5-6 oktyabrya 2017 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2017. 656 s.; Social'noe protivostoyanie i ego proyavleniya na YUge Rossii v XX – nachale XXI v. (k stoletiyu nachala Grazhdanskoj vojny i obrazovaniya Donskoj respublik): materialy Vserossiyskoj nauchnoj konferencii (g. Rostov-na-Donu, 19–22 sentyabrya 2018 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2018. – 548 s.

3. Velikaya Otechestvennaya vojna v prostranstve istoricheskoy pamyati rossiyskogo obshchestva. // Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (28–29 aprelya 2010 g., Rostov-na-Donu – Taganrog). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2010. – 448 s.;

Vojna v istorii i sud'bah narodov yuga Rossii (k 70-letiyu nachala Velikoj Otechestvennoj vojny). // Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 1–2 iyunya 2011 g., Rostov-na-Donu. – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2011. – 384 s.; Korennoj perelom v Velikoj Otechestvennoj vojne. K 70-letiyu osvobozhdeniya Dona i Severnogo Kavkaza. //Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (g. Rostov-na-Donu, 6–7 iyunya 2013 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2013. – 456 s.; Znachenie srazhenij 1941–1943 gg. na yuge Rossii v Pobede v Velikoj Otechestvennoj vojne: materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii (Rostov-na-Donu, 3–6 iyunya 2015 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2015. – 548 s.; YUg Rossii i sopredel'nye strany v voynah i vooruzhennykh konfliktah. // Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (Rostov-na-Donu, 22–25 iyunya 2016 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2016. – 624 s.

4. Velikaya Otechestvennaya vojna v istorii i pamyati narodov Yuga Rossii: sobytiya, uchastniki, simvoly.// Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne (g. Rostov-na-Donu, 10–11 sentyabrya 2020 g.). – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUNC RAN, 2020. – 632 s.

ОБ АВТОРАХ /ABOUT AUTHOR

S

Кринко Евгений Федорович, профессор кафедры Отечественной истории XX – XXI веков Южного федерального университета, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42, e-mail: ekrinko@sfedu.ru. (863) 218-4000.

Krinko Evgeny Fedorovich, Professor of the Department of Domestic History of the XX - XXI centuries; Southern Federal University, 105/42 BolshayaSadovaya Street, Rostov-on-Don, 344006, e-mail: ekrinko@sfedu.ru.(863) 218-4000

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021

УДК. 378.1

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.24

И.Н. Карапетова [I. N. Karapetova],
М. К. Харина [M.K. Kharina]**ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ВЫСШЕЙ
ШКОЛЕ****DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING A
FOREIGN LANGUAGE IN HIGHER EDUCATION***Пятигорский государственный университет, Россия
г. Пятигорск./**Pyatigorsk State University, Russia Pyatigorsk, e-mail: harinamk@list.ru, avrora0503@mail.ru*

Аннотация: В настоящее время стремительно растет важность дистанционного обучения. Университеты конкурируют между собой по всему миру, пытаясь привлечь лучших студентов и преподавателей со всего мира. Цифровая эпоха изменила условия жизни людей, способы получения образования и воспитания. Все вокруг меняется, и соответственно должно измениться отношение к обучению. Существенно возрастает роль международного образования, поскольку воспитывать собственную культуру, развиваться и идти вперед является жизненной необходимостью современного мира. Такой же жизненной необходимостью является изучение иностранных языков, чтобы идти в ногу со временем. Сегодня знание иностранных языков открывает окно в большой глобальный мир с его широким потоком информации и инноваций.

На современном этапе развития общества модернизация образования в России связана с инновационными процессами в организации преподавания иностранных языков. Основной задачей преподавателя на современном этапе является выбор методов и форм организации учебной деятельности обучающихся, которые оптимально отвечают поставленной цели. В последние годы все чаще поднимается вопрос об использовании новых информационных технологий в высшей школе. Поскольку основной целью обучения иностранным языкам является формирование и развитие коммуникативной культуры обучающихся, обучение практическому овладению иностранным языком является приоритетным в образовании. В статье рассматриваются возможности применения электронных образовательных ресурсов для обеспечения интерактивности процесса обучения. В исследовании предпринята попытка выявить особенности применения цифровых образовательных технологий в обучении иностранному языку в высшей школе, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: дистанционное обучение, электронный образовательный ресурс, образовательный процесс, технологии, иностранный язык.

Abstract: Distance learning is now rapidly becoming more important. Universities compete with each other around the world, trying to attract the best students and teachers from all over the world. The digital age has changed the way people live, the way they receive education and upbringing. Everything around us is changing, and the attitude to learning must change accordingly. The role of international education is significantly increasing, since it is vital for the modern world to develop its own culture, develop and move forward. It is also vital to learn foreign languages in order to keep up with the times. Today, the knowledge of foreign languages opens a window to a large global world with its wide flow of information and innovation.

At present, the modernization of educational system in Russia is associated with innovative processes in the organization of foreign language teaching. The main task of the teacher at the present stage is to choose methods and forms of organization of educational activities of students that optimally meet the goal. In recent years, the question of using new information technologies in higher education has been raised more often. Since the main goal of teaching foreign languages is the formation and development of the communicative culture of students, training in practical foreign language acquisition is a priority in education. The article discusses the possibilities of using electronic educational resources to ensure interactivity of the learning process. The study attempts to identify the features of the use of digital educational technologies in teaching a foreign language in higher education, advantages and disadvantages.

Key words: distance learning, electronic educational resource, educational process, technologies, foreign language.

Введение. Применение информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе с каждым днем становится более интересным и привлекательным явлением. Многие студенты параллельно с получением специальности работают и не всегда имеют возможность совмещать обучение с работой. Объем необходимых знаний и умений увеличился, а период обучения уменьшился до 4 лет (уровень бакалавриата), в связи с принятием новых стандартов высшего образования. Дистанционная форма обучения на сегодняшний день стала удобной и актуальной формой обучения, проходить такое обучение можно не только с помощью компьютера, планшета, но и телефона, важным условием является наличие Интернета и личного кабинета студента.

Государственные образовательные стандарты высшего образования предусматривают применение в учебном процессе как активных, так и интерактивных форм проведения занятий.

Согласно п. 7.1.2. ФГОС ВО «Каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде организации. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда должны обеспечивать возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), и отвечающая техническим требованиям организации, как на территории организации, так и вне ее» (Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования [4].

Также в этом пункте рассматривается и само функционирование электронной информационно-образовательной среды. Оно обеспечивается «соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно соответствовать законодательству Российской Федерации» [4].

Одним из элементов электронно-образовательной среды образовательной организации является электронно-образовательный ресурс.

Создание такого ресурса является более трудоемким для преподавателя, занимает большее количество времени по сравнению с традиционным подходом к преподнесению учебного материала. Задача преподавателя заключается в необходимости провести очень тщательный отбор материала. Преподаватель иностранного языка должен активно применять информацию с зарубежных сайтов (аудио, видео материалы, игры и т.д.).

При работе в электронно-образовательной среде у преподавателя иностранного языка, возникает определенный набор трудностей: отсутствует возможность оценить произношение студента, исправить неточности и довести произношение иностранных звуков и слов до соответствующего уровня. На наш взгляд, это является одним из очевидных недостатков этого подхода при изучении иностранного языка (английского, французского и др. языков). Отсутствие обратной связи преподавателя со студентом в виде виртуальной аудитории, видеоконференции или голосового чата и т.д. влечет за собой некорректное овладение фонетическими навыками. По нашему мнению, овладение любым иностранным языком (английским, французским и др. языками) необходимо начинать с изучения фонетической системы данного языка. Правильное произнесение звуков обуславливает верную передачу мысли и правильное понимание речи. Многие образовательные ресурсы имеют только асинхронное общение (форумы, доски, объявлений, электронная почта и т.д.), что является также важным видом общения преподаватель – студент и студент – преподаватель, но, по нашему мнению, недостаточно эффективным для формирования фонетических навыков в освоении иностранного языка.

Методы анализа. Для дальнейшего анализа взаимосвязи развития цифровых технологий и обучения иностранным языкам в высшей школе нами была выбрана система электронного образования в Пятигорском государственном университете (г. Пятигорск), как одна из передовых на современном рынке образовательных услуг по предоставлению дистанционного обучения по различным направлениям подготовки. Приводимые далее факты и данные основываются на опыте и материалах, полученных в процессе преподавания ряда дисциплин по английскому и французскому языкам в Институте дистанционного обучения и развития информационно-коммуникационных технологий ст. преподавателем М.К. Хариной и доцентом И.Н. Карапетовой.

В системе используемых методов нашего исследования соотносятся общенаучные, эмпирические: описание, сравнение, контент-анализ, прием включенного наблюдения, которые позволили комплексно рассматривать и выявить наиболее актуальные элементы для анализа.

Основная часть исследования. Использование компьютерных технологий и интернет-ресурсов является наилучшим подходом в обучении иностранным языкам. Прошло уже довольно много лет с тех пор, как цифровые технологии прочно вошли в нашу жизнь, и мы больше не представляем себе современный урок без использования информационных технологий. Цифровые образовательные технологии становятся неотъемлемым инструментом повышения интереса обучаемых и развития наглядно-образного мышления. Становится очевидным, что использование современных компьютерных технологий в учебном процессе в высшей школе имеет потенциал для активизации познавательной, интеллектуальной и самостоятельной деятельности студентов. Информационные технологии позволяют существенно изменить формы и методы учебной работы. В системе образования информационно-компьютерные технологии можно разделить на два вида: аппаратные (компьютер, принтер, видеокамера, аудио-и видеомagnetофон и др.) и программное обеспечение (электронные учебники, тренажеры, тестовая среда, информационные сайты, поисковые системы Интернета и др.).

В настоящее время компьютер является эффективным помощником и неотъемлемой частью каждого человека, что позволяет повысить качество обучения и эффективность контроля. В настоящее время использование компьютеров в учебном процессе очень актуально.

Рассмотрим такой вид работы, как «презентация с использованием мультимедийных средств» при обучении иностранным языкам в высшей школе. Мы полагаем, что такое средство оценивания обучаемого, позволяет каждому преподавателю интенсифицировать усвоение учебного материала студентами и проводить занятия на качественно новом уровне. Вместо того, чтобы использовать обычную доску, проецирующую слайд-фильмы с экрана компьютера на большой настенный экран или персональный компьютер (ноутбук) для каждого студента, красочно оформленные презентации с использованием анимационных эффектов в виде текста, диаграмм, графиков, рисунков, сопровождаются устной речью на иностранном языке.

На занятиях при введении нового материала можно использовать следующие образовательные программы: большую помощь в обучении фонетике, артикуляции, ритмической интонации навыкам произношения, повышению мотивации студентов к изучению английского языка оказывает Программа " профессор Хиггинс. Английский без акцента» интерактивный курс " Round-up (издательство Pearson Education Limited, Longman), состоящий из нескольких дисков разного уровня, является отличным подспорьем в изучении и закреплении грамматики. Упражнения организованы в соответствии с грамматическими темами. Преимуществами курса являются возможность проверки своих ответов и подведения итогов выполнения заданий с помощью компьютеров. Интерактивный курс "Путь вперед" (издательство Macmillan) – это шесть уровней данного курса, включающих игры, кроссворды, увле-

кательные упражнения для закрепления грамматического и лексического материала в игровой форме. Интересным и увлекательным является звуковое и графическое оформление программы. В лингафонном кабинете есть диски с различными видами образовательных программ. Это важное и обширное дополнение к тренировочному процессу. В образовательных программах предусмотрено большое количество упражнений по грамматике и лексике. Эти программы очень просты в использовании, требуется минимум компьютерных навыков, что очень важно при работе с группой студентов. Есть материалы для всех классов, которые разделены на модули, но их содержание очень простое и не очень понятное.

Для комплексного обучения французскому языку используется аутентичный материал и разные тематические сайты. Так, для приобретения фонетических навыков начинающему студенту предлагаются упражнения по фонетике, скороговорки русскоязычных сайтов, а для более продвинутого уровня франкоязычные сайты. Улучшение навыков аудирования происходит за счет сайтов, предназначенных для написания диктантов и проверки орфографии «la dictée.fr», также новостные сайты, которые предлагают информацию о политике, экономике, истории, культуре, музыке вместе с упражнениями для разного уровня обучающихся «savoir.rfi». Говоря об использовании видеоматериала, по нашему мнению, лучшим сайтом является «tv5 monde», который содержит большое количество видео и упражнений для любого уровня обучающихся. Для обучения лексике французского языка существует очень большой объем материала. Так, на сайте «apprendre le français avec lexiq» для начинающих студентов предложены картинки с озвученными словами, продолжающие также найдут много интересного [10,11,12].

С каждым годом в области преподавания иностранного языка появляется все больше разновидностей методов и форм дистанционного обучения с применением новых информационных технологий. Они представляют собой не только отдельные технические средства или системы обмена и передачи информации, с помощью которых осуществляется учебный процесс, но и целостную систему методов обучения, направленных на развитие коммуникативных компетенций обучаемых, развитие навыков речи. Увеличение количества видов речевой деятельности, сфер, для осуществления которых требуется владение иностранным языком, интеграция и интернационализация различных областей жизнедеятельности повышают требования к качеству преподавания иностранного языка в вузе на неязыковых специальностях.

Видеоконференцсвязь по-прежнему является высокоэффективным способом преподавания иностранного языка дистанционно, поскольку предоставляет обучаемым возможность получать знания на расстоянии. В некоторых ситуациях это может быть одним из немногих методов, доступных для ознакомления обучаемых с носителями английского языка и для культурного обмена. Преподаватели иностранных языков также могут использовать видеоконференцсвязь в учебном процессе. Высоких результатов в обучении можно достичь, с помощью профессионального оборудования: веб-камеры, микрофона и надежного подключения к интернету. При этом, качество видео и аудио, является приоритетом номер один. Также предлагается множество дополнительных инструментов, таких как общие доски, текстовые чаты, частные конференц-залы и функции опроса [9,10].

За последние несколько лет произошел взрыв в развитии различных типов портативных технологий, которые могут перенести звук на бумагу. Эти "указательные устройства" имеют встроенные сканеры, которые взаимодействуют с микроточками на бумаге, чтобы вызвать выпуск аудио контента, хранящегося на флэш-памяти или крошечных жестких дисках. Многие из этих устройств способны записывать речь, песни и другие окружающие звуки, готовые к воспроизведению в более позднее время, что особенно полезно для оценивания. Некоторые устройства можно использовать для создания интерактивных ресурсов. Умное программное обеспечение в устройстве может регистрировать действия пользователя, позволяя разрабатывать упражнения для понимания чтения, которые предлагают логическую обратную связь - правильную / неправильную интерактивность. Таким образом, возможности для изучения языка в современном мире весьма многочисленны.

Технологии и программное обеспечение предоставляют изучающим английский язык на начальном этапе возможность практиковаться в чтении в неопасной, благоприятной среде, где присутствует эффективная обратная связь.

В Институте дистанционного обучения и развития информационно-коммуникационных технологий Пятигорского государственного университета при обучении английскому и французскому языкам, активно используются современные цифровые образовательные технологии. Преподаватели записывают чтение текста студентом, при этом предлагая быстрый тест, чтобы проверить их понимание того, что они прочитали. Это позволяет преподавателю отмечать усилия ученика в интернете по целому ряду показателей, таких как неправильное произношение, колебания, пропуски, подстановки, повторения, транспозиции и само коррекции. Студент может воспользоваться обратной связью, предоставленную преподавателем в свободное для него время. Система отслеживает достижения студента по мере того, как он выполняет задания по текстам, с увеличивающимися трудностями, наглядно представляя преподавателю изменения с помощью ряда информационных диаграмм. Программное обеспечение исправляет ошибки произношения и слов, улучшая разговорный иностранный язык и строя словарный запас. Такая система может быть мотивирующей для учащихся, которые извлекают выгоду из синхронной обратной связи и возможности изучать иностранный язык в частном порядке.

Следует отметить, что эффективность программы чтения зависит от уместности выбранных текстов. Технология мотивирует обучаемых, записывая, измеряя и подкрепляя прогресс навыками декодирования и понимания. Как отмечает Leung C. [11] чтение должно быть целенаправленным и представлять собой многоуровневый, мультимодальный процесс. Таким образом, выбранные тексты должны быть привлекательными, релевантными, визу-

альными и исследовать различные жанры, чтобы действительно удовлетворить потребности обучаемых 21-го века.

Анализ текущих потребностей в высшем образовании показывает, что наряду с лингвистическими требованиями, многие академические задачи связаны с использованием технологий. Студенты и преподаватели должны составлять текстовые отчеты и документы, создавать цифровые слайды для улучшения презентаций, использовать электронную почту для общения и сотрудничества, получать доступ и участвовать в онлайн-обучающих платформах, а также проводить исследования с использованием электронных баз данных и интернета. Это ожидание все еще растет, и дальновидные практики ВП понимают, что для студентов имеет смысл развивать знания и навыки, связанные с технологией, в рамках их изучения.

Главной целью при изучении любого иностранного языка является развитие различных видов речевой активности, включающей в себя устную и письменную коммуникации и заканчивая развитием умений грамотной работы с текстом с целью извлечь, переосмыслить информацию, и выразить свое мнение по поводу затронутой в аутентичном тексте проблему на изучаемом языке.

Для достижения вышеописанной цели, прежде всего нужно учесть особенности изучаемого языка, поскольку изучение лингвистики предполагает дуализм, под которым мы имеем ввиду изучение структуры изучаемого языка и практику речевой деятельности. В связи с этим, во главу угла ставится вопрос об эффективности методов изучения иностранных языков, которые бы включали в себя активные формулы для достижения успеха в овладении иностранной речью в любого рода коммуникативных ситуациях.

Считается, что современные методики изучения иностранных языков, с применением цифровых технологий дают возможность получить быструю обратную связь и имеют гораздо больший охват и предполагают вовлечение большего количества студентов. Кроме того, студенты более мотивированы и их работа на уроке более продуктивна.

Цифровые образовательные технологии изменили способ изучения иностранных языков не только в непосредственно в аудитории, но и вне ее. за его пределами. Мы считаем, что изменения, происходящие в области образования имеют все шансы в будущем изменить аудиторию как территорию, где получают образование.

Изучение английского и французского языков с помощью мобильных устройств набирает обороты популярности с каждым днем, а растущая популярность и быстро снижающаяся стоимость планшетных устройств усиливают это, предоставляя формат, который действительно способен обеспечить учебное пособие. Фактор растущего интереса к массовым открытым онлайн-курсам, обеспечивающим крупномасштабные (и бесплатные) учебные мероприятия, дают основание утверждать, что цифровые технологии продолжают оказывать влияние на образование людей в будущем.

Опыт работы Института дистанционного обучения и развития информационно-коммуникационных технологий Пятигорского государственного университета показывает, что использование различных электронных источников и средств вызывает интерес у студентов, повышает их мотивацию к учебе. Следует отметить, что развития цифровых образовательных технологий их использование в учебном процессе различное: от полного дистанционного обучения до частичного использования на лекциях и семинарах.

Становится понятно, что возможность конструировать современную модель процесса обучения иностранным языкам дает использование новейших цифровых технологий, таких как аудио и видео подкастов, вебинаров, блогов, форумов и многих других. При этом полный отказ от традиционных методов обучения не происходит. Квалифицированные преподаватели обязаны умело сочетать традиции с новшествами, повышая мотивацию и результативность обучаемых.

Несмотря на то, что с новыми цифровыми технологиями меняется сам процесс обучения, роль преподавателя возрастает, поскольку он выступает в роли организатора интерактивного процесса обучения и учитывает индивидуальные особенности каждого обучаемого. Условия конвергентной цифровой среды диктует изменить процесс обучения, правильно организовать его. В подобной ситуации самостоятельная работа для обучаемого является приоритетной. Общепринято, что стержнем успеха в изучении иностранного языка является такие виды деятельности как письмо, чтение и устная речь. Беглая устная речь является самым трудным и самым главным критерием оценивания. В таблице 1. «Достоинства и недостатки электронной образовательной среды (ЭОС) для студента и преподавателя» мы представили те достоинства и недостатки, которые, по нашему мнению, существуют как для студента, так и для преподавателя.

Таблица 1

Достоинства и недостатки электронной образовательной среды (ЭОС) для студента и преподавателя

<i>Достоинства ЭОС для студента</i>	<i>Достоинства ЭОС для преподавателя</i>
1. Доступ к заданиям в течение всего периода обучения; 2. Возможность выполнения заданий в любом месте и с любых носителей (телефон, планшет, компьютер)	1.Использование зарубежных интернет-ресурсов (аудио и видеоматериал) для овладения компетенциями. 2. Применение вебинаров и работа студентов в форумах.
<i>Недостатки ЭОС для студента</i>	<i>Недостатки ЭОС для преподавателя</i>
1. Работа только при наличии доступа к сети Интернет; 2. Отсутствие живого общения с преподавателем.	1. Работа только при наличии доступа к сети Интернет; 2. Отсутствие живого общения со студентом; 3. Правовые проблемы по защите интеллектуальной собственности 4. Постоянное обновление электронных курсов

Дистанционное обучение, то есть стопроцентное применение цифровых образовательных технологий в обучении иностранному языку в высшей школе, с одной стороны, является удобной формой получения образования, но с другой стороны, может стать серьезной проблемой для обучаемых, потому что они эта форма обучения предполагает большой поток информации, и возможна для лиц с критическим мышлением, способным быстро оценивать надежность информации. Следовательно критическая грамотность является существенным элементом при получении образования в эпоху развития цифровых технологий, то есть дистанционно [6,7].

Мы полагаем, что в настоящее время с применением цифровых образовательных технологий существенно возрастает потребность в том, чтобы разработать автономные стратегии для определения достоверности веб-информации. Также мы считаем, необходимым формировать у обучаемых базовые исследовательские навыки, как в рамках учебной программы, так и в качестве обратной связи, применяя при этом нестандартные подходы к поиску необходимой информации [12].

Таким образом, переход на цифровые образовательные технологии в обучении иностранному языку в высшей школе может дать ряд потенциальных преимуществ. Так цифровая среда обучаемым дает возможность использовать обширную среду исследовательских источников, возможность развивать навыки автономного и непрерывного обучения, а также иметь быстрый доступ к аутентичным материалам. В процессе обучения навыки электронной грамотности могут быть развиты с помощью интернет-проектов и мероприятий. В Пятигорском государственном университете мы наблюдаем активное использование цифровых технологий, а именно учебную деятельность на основе проектов и мини-проектов, что приводит к интеграции интернета в учебные мероприятия по различным дисциплинам.

Мы склонны утверждать, что необходимо выработать четкие рекомендации при выполнении подобных заданий. Во-первых, задания должны быть тщательно разработаны с учетом интересов и языкового уровня обучаемых. Во-вторых, преподавателю следует предоставить справочную информацию и ознакомительные материалы. Далее описание процесса подготовки подобной исследовательской работы должно быть дано в самом начале. Необходимо обеспечить научное руководство на протяжении всей деятельности обучаемого.

Выводы. Таким образом, перед преподавателем стоит сложная задача – грамотно совмещать традиционные методы преподавания и конвергентные. Преподаватели нуждаются в новых возможностях профессионального развития, чтобы повысить свою способность успешно использовать цифровые образовательные технологии в своей работе. Кроме того, мы считаем необходимым создать определенные условия для того, чтобы преподавать иностранные языки в подобных условиях. Во – первых, в рамках каждой дисциплины нужно создать конкретные рекомендации для эффективной работы преподавателя. Во-вторых, работа в условиях цифровой среды будет возможна только при наличии стабильного и доступного подключения к интернету и обеспечения мер безопасности, таких как фильтры и блокировщики сайтов. Далее, для обеспечения доступа к сайтам и их эффективного использования необходима постоянная техническая, кадровая и организационная поддержка по всем этим вопросам. Наконец, цифровой контент должен разрабатываться на местных языках и отражать местную культуру.

Можно заключить, что внедрение конвергентной цифровой среды в процесс обучения иностранным языкам в высшей школе это неизбежный процесс, который требует весомых материальных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриленкова, И.В. Информационные технологии в естественнонаучном образовании и обучении. Практика, проблемы и перспективы профессиональной ориентации. Монография / И.В. Гавриленкова. - М.: КноРус, 2018. - 284 с.
2. Калашникова, Н.А. Информационные технологии в образовании. на примере обучения иностранному языку в экономических вузах / Н.А. Калашникова. - М.: Русайнс, 2015. - 159 с.
3. Сысоев, П.В. Информационные и коммуникационные технологии в лингвистическом образовании. Обучение иностранному языку: учебные интернет-ресурсы, блог-технология, вики-технология, подкасты, сервис "Твиттер" / П.В. Сысоев. - М.: КД Либроком, 2019. - 264 с.
4. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru>. (дата обращения: 20.01.2020)
5. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - М.: Форум, 2018. - 256 с.
6. Enseignement à distance: avantages et inconvénients, available at: <https://www.studyrama.com> [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studyrama.com> (дата обращения: 20.01.2020)
7. Enseignement à distance : êtes-vous concerné? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studyrama.com> (дата обращения: 22.01.2020)
8. Hampel R Rethinking Task Design for the Digital Age: A Framework for Language Teaching and Learning in a Synchronous Online Environment. ReCALL, 2006. 18/1: 105–121.
9. Internet et l'enseignement: des classes virtuelles pour tous? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/newsarchive/wtd/2001/FeatureEducation-fr.html> (дата обращения: 24.01.2020)
10. "Le digital learning ? La possibilité de se former, où vous voulez et quand vous voulez"- Interview ENACO [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studyrama.com/formations/filieres/enseignement-a-distance/le-digital-learning-la-possibilite-de-se-former-ou-105014> (дата обращения: 24.01.2020)
11. Leung C. Developing reading in EAL. NALDIC, 2005. [Электронный ресурс] URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-wsrp/www.naldic.org.uk>(дата обращения: 28.01.2020).

12. Qu'est ce que l'enseignement à distance ? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studyrama.com/formations/filieres/enseignement-a-distance> (дата обращения: 24.01.2020)
13. Salaberry MR. The use of technology for second language learning and teaching: A retrospective. The Modern Language Journal, 2001. 85/1: 39–56.
14. Warschauer M. Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
15. Zhong, Y A Study of Autonomy English Learning on the Internet. English Language Teaching ½, 2008. [Электронный ресурс] URL: www.ccsenet.org/journal/index.php/elt/article/view/467/477 (дата обращения: 29.01.2020).

ОБ АВТОРАХ

Карапетова Ирина Николаевна, кандидат филологических наук, доцент кафедры европейских языков Пятигорского государственного университета; тел.: 89054496518; E-mail: avrrora0503@mail.ru

Karapetova Irina Nikolaevna, candidate of philological sciences, associate Professor at the Department of European languages of Pyatigorsk state University; Phone: 89054496518; E-mail: avrrora0503@mail.ru

Харина Марина Константиновна, ст. преподаватель кафедры европейских языков Пятигорского государственного университета; тел.: 89187473249; E-mail: harinamk@list.ru

Kharina Marina Konstantinovna, Senior Lecturer at the Department of European languages of Pyatigorsk state University; Phone: 89187473249; E-mail: harinamk@list.ru

Дата поступления в редакцию: 24.11.2020

После рецензирования: 13.12.2020

Дата принятия к публикации: 9.02.2021

УДК 663.813

DOI: 10.37493/2307-910X.2021.1.25

Н.С. Лимарева [N.S. Limareva]¹,
Л.В. Донченко [L.V. Donchenko]²
В.Б. Малахов [V.B.Malakhov]¹

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ
КОНЦЕНТРАТОВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ НАПИТКОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**EVALUATION OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF
FUNCTIONAL FRUIT AND BERRY BEVERAGE
CONCENTRATES**

¹ *Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) Северо-Кавказский федеральный университет, Российская Федерация, г. Пятигорск/ Institute of Service, Tourism and Design (branch) North Caucasus Federal University, Russian Federation, Pyatigorsk, e-mail: nlmareva@pfncfu.ru*

² *Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия/ Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russi, e-mail: pectin@mail.ru*

Аннотация: Пектин является гетерополисахаридом, широко используемый в пищевых системах в качестве эмульгатора, стабилизатора и загустителя, структурообразователя, кроме того этот полисахарид обладает широким спектром свойств полезных для здоровья.

В настоящей работе приведены результаты исследования по разработке рецептур концентратов напитков на основе плодово-ягодных соков с добавлением пектиновых веществ, полученных из свеколовичного жома. Приведены органолептические и физико-химические показатели новых концентратов пектиносодержащих напитков на основе вишни, винограда и граната. Подтверждено их соответствие по показателям безопасности требованиям Технических регламентов Таможенного союза.

Ключевые слова: функциональные продукты питания, пектин, фруктовые и ягодные пюре, показатели качества и безопасности

Abstract: Pectin is a heteropolysaccharide, widely used in food systems as an emulsifier, stabilizer and thickener, structure-forming agent, in addition, this polysaccharide has a wide range of properties useful for health. This paper presents the results of a study on the development of recipes for beverage concentrates based on fruit and berry juices with the addition of pectin substances obtained from beet pulp. The organoleptic and physico-chemical parameters of new concentrates of pectin-containing beverages based on cherries, grapes and pomegranates are given. Their compliance with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union in terms of safety indicators has been confirmed.

Key words: functional food products, pectin, fruit and berry purees, quality and safety indicators

Введение

Пектин является гетерополисахаридом, который широко используется в пищевых системах в качестве эмульгатора, стабилизатора и загустителя. Помимо его применения в качестве структурообразователя, этот полисахарид обладает широким спектром свойств полезных для здоровья, которые приводят к увеличению мирового спроса на него (рост на 4-5% каждый год) [1].

Пектин или пектиновые вещества встречаются в виде структурных полисахаридов в срединной пластинке и первичной клеточной стенке высших клеток растений. Коммерческие пектины, как правило, получают из цитрусовых или яблочных выжимок. Сахарная свекла является одним из нетрадиционных источников пектиновых веществ, которые представляют потенциальную важность для российской экономики. Прессованный жом, оставшийся после извлечения сахарозы из сахарной свеклы, производится в больших объемах в нескольких регионах России и в настоящее время используется исключительно в качестве корма для животных [2].

В настоящее время большая часть населения все еще не потребляют рекомендованное количество овощей и фруктов [3]. Пищевая промышленность сталкивается с проблемой разработки новых, интересных и удобных продуктов питания, которые помогут потребителям улучшить свой рацион питания. Напитки широко используются как поставщик высоких концентраций функциональных ингредиентов (например, готовые к употреблению чай, витаминизированная вода, соевые, спортивные и энергетические напитки). Это объясняется относительной простотой процесса производства, а также и врожденной потребностью человека в жидкости. Напитки представляют собой подходящую среду для растворения функциональных компонентов, а также удобный и широко распространенный способ потребления. Расширение ассортимента функциональных напитков и новых ингредиентов требует дополнительных исследований по безопасности на соответствие регламентам [4,5], прежде чем новые ингредиенты могут быть включены в пищевые продукты. В рамках фор-

мирующей парадигмы функционального питания функциональные напитки могут способствовать увеличению потребления фруктов и ягод, чтобы фактическое потребление достигало рекомендуемых норм.

Материалы, методы, результаты и обсуждения

С учетом вышеизложенного целью нашего исследования явилась разработка рецептов концентратов напитков на соковой основе с добавлением пектиновых веществ, полученных из свекловичного жома, в качестве пролонгаторов биологически активных соединений, а также веществ, способствующих выводу тяжелых металлов и токсичных соединений из организма.

В качестве фруктово-ягодной основы были выбраны гранат, вишня, виноград. В исследованиях авторов [6] было показано, что некоторые каротиноиды (β -каротин и лютеин) более биодоступны из плодово-ягодных соков. Кроме того, регулярное употребление в пищу овощных соков способствует снижению давления крови у лиц с гипертонической болезнью.

Плоды и ягоды являются основными источниками биоактивных соединений, которые играют жизненно важную роль в профилактике многих заболеваний [7]. Многочисленные эпидемиологические исследования показали, что ежедневное употребление плодов и ягод снижает риск дегенеративных заболеваний, таких как рак и ишемическая болезнь сердца [8]. Защитные эффекты фруктов против этих заболеваний в основном объясняются их фитохимическими веществами, способствующими здоровью, такими как каротиноиды, флавоноиды, фенольные соединения, витамины и различные антиоксидантные фитонутриенты [9]. Антоцианы - это растительные пигменты, которые присутствуют в основном в плодах красного цвета, таких как гранат, вишня и красный виноград. Антоцианы известны как антиоксиданты, которые также обладают высокой противовоспалительной и ингибирующей тромбоциты активностью. Тип и содержание антоцианов в плодах сильно различаются в зависимости от генотипа и их разнообразия. Наиболее распространенными антоцианами в красном винограде являются глюкозидные формы цианидина, мальвидина, дельфинидина, пеонидина, петунидина и пеларгонидина [8]. Основными антоциановыми соединениями в кислом вишневом соке являются цианидин-3-глюкозил-рутинозид, цианидин-3-глюкозилрутинозид, цианидин-3-рутинозид, цианидин-3-софорозид, цианидин-3-глюкозид и пионидин-3-рутинозид [10]. Цианидин-3-глюкозид, цианидин-3,5-диглюкозид и дельфинидин-3-глюкозид являются основными антоцианами, присутствующими в гранате [11]. Плоды и ягоды являются скоропортящимися продуктами и имеют короткий срок годности. Поэтому, чтобы обеспечить их круглогодичное непрерывное снабжение, плоды и ягоды в основном должны перерабатываться. Плодово-ягодные соки подвержены химическим, физическим и микробиологическим изменениям [12]. Основной проблемой сырых фруктовых соков является микробное загрязнение грибами (дрожжами и плесенью) и бактериями (кислотоустойчивыми и патогенными), что снижает питательные и сенсорные свойства, а также аспекты безопасности.

При разработке концентратов напитков специализированного назначения в качестве добавленного профилактического компонента был использован пектин в гидратированной форме. Пектиновые вещества способствуют усилению вкуса ягодного напитка. Используя пектин в качестве структурообразователя, достигается более однородная консистенция продукта, препятствуя оседанию мякоти. Также поддерживается естественный аромат, обеспечивается вкусовое восприятие напитка. Напитки разработаны на основе вишневого, гранатового и виноградного соков, свекловичного пектинового концентрата, меда, корицы, гвоздики, бадьяна, мускатный орех, кардамон, имбирь.

Для реализации разработанных концентратов напитков на производство была проведена оценка качества и безопасности продукции. Концентраты напитков «Вишневый» «Гранатовый» и «Виноградный» имеют следующие физико-химические (рис.1) и органолептические показатели, которые представлены на рисунке 1 и в таблице 1. Исследования проводились в НИИ «Биотехнологии и сертификации пищевой продукции».

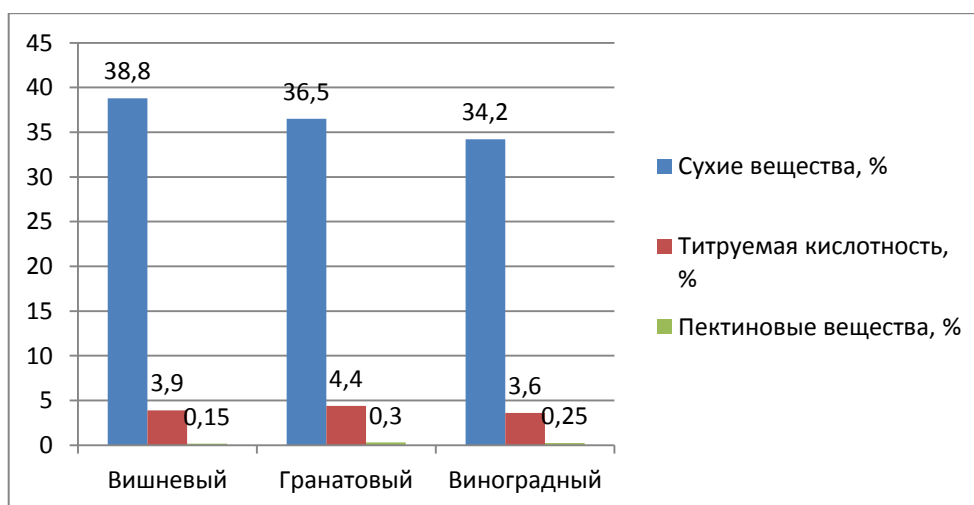


Рисунок 1. Физико-химические показатели концентратов напитков

Таблица 1

Органолептические показатели	
Наименование показателя	Характеристики напитков
Внешний вид и консистенция	Гомогенная непрозрачная густая масса, консистенция жидкого пюре
Цвет	Однородный по всей массе, соответствует применяемым ягодам
Запах	Приятный, характерный применяемому сырью

На основе полученных данных проведенных исследований показателей качества 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 Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» 021/2011 в таблицах 2 и 3 приведены требования безопасности к овощным напиткам.

Таблица 2

Показатели безопасности концентратов напитков					
Группа продукта	Показатели	Допустимые уровни, мг/дм ³ , не более	Согласно протоколу испытаний		
			«Вишневый»	«Гранатовый»	«Виноградный»
Овощные соки	Мышьяк мг/кг	0,2	<0,001	<0,001	<0,001
	Кадмий мг/кг	0,03	0,01±0,001	<0,01	<0,01
	Ртуть мг/кг	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
	Свинец мг/кг	0,5	0,04±0,001	0,03±0,001	0,04±0,001
	Микотоксины: патулин, мг/см ³	0,005	<0,004	<0,004	<0,003
	Нитраты, мг/дм ³	150	<30	<30	<30
	ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)	0,5	<0,001	<0,001	<0,001
	ДДТ и его метаболиты	0,1	<0,004	<0,003	<0,004

В соответствии с «Техническим регламентом на соковую продукцию из фруктов и овощей» 023/2011 в таблицах 4 и 5 приведены требования безопасности к фруктово-ягодным напиткам

Таблица 3

Микробиологические показатели концентратов напитков					
Наименование показателя		ТР ТС	Согласно протоколу испытаний		
			«Вишневый»	«Гранатовый»	«Виноградный»
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ³	1,2*10 ²	1,6*10 ²	1,7*10 ²
Масса продукта (1 см ³), в которой не допускаются	БГКП (количества)	Не допускается	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/см ³ , не более		2*10 ³	<10	<10	<10
Плесени, КОЕ/см ³ , не более		5*10 ²	<10	<10	<10

Вывод

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что показатели безопасности разработанных концентратов плодово-ягодных напитков соответствуют всем требованиям ТР ТС 023/2011 и ТР ТС 021/2011. Учитывая высокое содержание пектиновых веществ (1,2-1,5%), разработанные концентраты плодово-ягодных

напитков при их суточного потребления в объеме 200 мл в готовом виде рекомендуются в качестве функционального источника пектина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bayar, N., Friji, M., & Kammoun, R. (2018). Optimization of enzymatic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal. *Food Chemistry*, 241, 127-134.
2. Alexander V. Matora. The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet/ Alexander V. Matora, Viktoria E. Korshunova, Olga G. Shkodina, Dmitry A. Zhemerichkin, Natal'ya M. Ptitchkina, Edwin R. Morris // *Food Hydrocolloids*, 1995, - Volume 9, Issue 1, Pages 43-46.
3. Bates, B. *National diet and nutrition survey: Headline results from year 1 of the rolling programme (2008/2009)*. Food Standards Agency [Online]. Retrieved on 20-10-2010 from <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publication/ndnsreport0809year1results.pdf>.
4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011г. № 880. – 242 с.
5. 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.
6. Peter C. Wootton-Beard. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages/ Peter C. Wootton-Beard, Lisa Ryan // *Food Research International*, 2011, - Volume 44, Issue 10, - PP. 3135-3148
7. Hooshyar, L., Hesari, J. & Azadmard-Damirchi, S. Investigation of selected thermal and non-thermal preservative techniques to produce high quality and safe to drink sour cherry, red grape and pomegranate juices. *J Food Sci Technol* 57, 1689–1697 (2020)
8. Tiwari BK, Patras A, Brunton N, Cullen PJ, O'Donnell CP (2010) Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. *Ultrason Sonochem* 17:598–604. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.10.009>
9. Ahdno H, Jafarizadeh-Malmiri H (2015) Clarification of date syrup by activated carbon: investigation on kinetics, equilibrium isotherm, and thermodynamics of interactions. *Int J Food Eng* 11:651–658. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0093>
10. Damar I, Eksi A (2012) Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food Chem* 135:2910–2914. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.032>
11. Cam M, Hisil Y, Durmaz G (2009) Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chem* 112:721–726. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.009>
12. Abdullah N, Chin NL (2014) Application of thermosonication treatment in processing and production of high quality and safe-to-drink fruit juices. *Agric Sci Procedia* 2:320–327. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.045>

REFERENCES

1. Bayar, N., Friji, M., & Kammoun, R. (2018). Optimization of enzymatic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal. *Food Chemistry*, 241, 127-134.
2. Alexander V. Matora. The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet/ Alexander V. Matora, Viktoria E. Korshunova, Olga G. Shkodina, Dmitry A. Zhemerichkin, Natal'ya M. Ptitchkina, Edwin R. Morris // *Food Hydrocolloids*, 1995, - Volume 9, Issue 1, Pages 43-46.
3. Bates, B. *National diet and nutrition survey: Headline results from year 1 of the rolling programme (2008/2009)*. Food Standards Agency [Online]. Retrieved on 20-10-2010 from <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publication/ndnsreport0809year1results.pdf>.
4. 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.
5. 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.
6. Peter C. Wootton-Beard. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages/ Peter C. Wootton-Beard, Lisa Ryan // *Food Research International*, 2011, - Volume 44, Issue 10, - PP. 3135-3148
7. Hooshyar, L., Hesari, J. & Azadmard-Damirchi, S. Investigation of selected thermal and non-thermal preservative techniques to produce high quality and safe to drink sour cherry, red grape and pomegranate juices. *J Food Sci Technol* 57, 1689–1697 (2020)
8. Tiwari BK, Patras A, Brunton N, Cullen PJ, O'Donnell CP (2010) Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. *Ultrason Sonochem* 17:598–604. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.10.009>
9. Ahdno H, Jafarizadeh-Malmiri H (2015) Clarification of date syrup by activated carbon: investigation on kinetics, equilibrium isotherm, and thermodynamics of interactions. *Int J Food Eng* 11:651–658. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0093>
10. Damar I, Eksi A (2012) Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food Chem* 135:2910–2914. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.032>
11. Cam M, Hisil Y, Durmaz G (2009) Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chem* 112:721–726. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.009>
12. Abdullah N, Chin NL (2014) Application of thermosonication treatment in processing and production of high quality and safe-to-drink fruit juices. *Agric Sci Procedia* 2:320–327. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.045>

ОБ АВТОРАХ /ABOUT AUTHORS

Лимарева Наталья Сергеевна, кандидат технических наук., доцент, доцент кафедры Технологии производства продуктов питания и товароведения, Северо - Кавказский Федеральный университет (филиал) в Пятигорске, тел.: 89187448964, e-mail: nlimareva@pfncfu.ru

Limareva Natalia Sergeevna, Cand.Sci.Tech., associate professor, North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, Russia, phone: 89187448964, e-mail: nlimareva@pfncfu.ru

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, phone: 8-961-826-01-48 e-mail: pectin@mail.ru

Малахов Вениамин Борисович, старший преподаватель кафедры туризма и гостиничного дела, Северо - Кавказский Федеральный университет (филиал) в Пятигорске, тел.: 89286331407, e-mail: vmalakhov@mail.ru

Malakhov Veniamin Borisovich, senior lecture, North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, Russia, phone: 89286331407, e-mail: vmalakhov@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 10.09.2020

После рецензирования: 13.10.2020

Дата принятия к публикации: 13.11.2020



*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 научных 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 тексте 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 №1 (33), 2021

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

Формат 200х280	Подписано в печать 27.03.2021	Усл. печ. л. 21,97 офсетная	Выход в свет 03.04.2021	Бумага
Печать офсетная.		Тираж 500 экз. № _		Заказ

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