

№ 2 (80) ▪ 2019

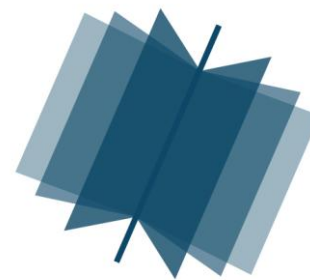
▪ Февраль

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2019



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: Соколова М.В.
Главный редактор: Меньшаков А.И.
Адрес редакции и издательства: 620075, г. Екатеринбург, ул.
Красноармейская, д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org
16+

**№ 2 (80) 2019
Февраль**

Дата выхода 25.02.2019
Подписано в печать 18.02.2019
Тираж 200 экз.
Цена: бесплатно
Заказ 28820.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии "А-принт"
620049, г. Екатеринбург, пер. Лобачевского, д. 1.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких-либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Актуальная информация об индексации журнала в библиографических базах данных <https://research-journal.org/indexing/>.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки:

Растягаев А.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Штрекер Н.Ю. к. филол. н., Калужский Государственный Университет имени К.Э. Циолковского (Калуга, Россия);
Вербицкая О.М. к. филол. н., Иркутский Государственный Университет (Иркутск, Россия).

Технические науки:

Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия);
Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (Нижний Новгород, Россия);
Герасимова Л.Г. д-р техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева (Апатиты, Россия);
Курасов В.С. д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Оськин С.В. д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия).

Педагогические науки:

Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия);
Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия);
Лукьянова М.И. д-р пед. наук, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова (Ульяновск, Россия);
Ходакова Н.П. д-р пед. наук, проф., Московский городской педагогический университет (Москва, Россия).

Психологические науки:

Розенова М.И. д-р психол. наук, проф., Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия);
Ивков Н.Н. д-р психол. наук, Российская академия образования (Москва, Россия);
Каменская В.Г. д-р психол. наук, к. биол. наук, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина (Елец, Россия).

Физико-математические науки:

Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, Россия);
Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Государственный Научный Центр ЦНИИчермет им. И.П. Бардина (Москва, Россия);
Свиштунов Ю.А. д-р физ.-мат. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Географические науки:

Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к. техн. н. проф., Военный авиационный инженерный университет (Воронеж, Россия);
Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Волгоградский государственный социально-педагогический университет (Волгоград, Россия);
Озуреева Г.Н. д-р геогр. наук, проф., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия).

Биологические науки:

Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия);
Аникин В.В. д-р биол. наук, проф., Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия);
Еськов Е.К. д-р биол. наук, проф., Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха, Россия);
Шеуджен А.Х. д-р биол. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Ларионов М.В. д-р биол. наук, профессор, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия).

Архитектура:

Янковская Ю.С. д-р архитектуры, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Ветеринарные науки:

Алиев А.С. д-р ветеринар. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия);

Татарникова Н.А. д-р ветеринар. наук, проф., Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермь, Россия).

Медицинские науки:

Никольский В.И. д-р мед. наук, проф., Пензенский государственный университет (Пенза, Россия);

Ураков А.Л. д-р мед. наук, Ижевская Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

Исторические науки:

Меерович М.Г. д-р ист. наук, к. архитектуры, проф., Иркутский национальный исследовательский технический университет (Иркутск, Россия);

Бакулин В.И. д-р ист. наук, проф., Вятский государственный университет (Киров, Россия);

Бердинских В.А. д-р ист. наук, Вятский государственный гуманитарный университет (Киров, Россия);

Лёвочкина Н.А. к.ист.наук, к.экон.н. ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия).

Культурология:

Куценков П.А. д-р культурологии, к.искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Искусствоведение:

Куценков П.А. д-р культурологии, к.искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Философские науки:

Петров М.А. д-р филос. наук, Института философии РАН (Москва, Россия);

Бессонов А.В. д-р филос. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);

Цыганков П.А. д-р филос. наук., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия);

Лойко О.Т. д-р филос. наук, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия).

Юридические науки:

Костенко Р.В. д-р юрид. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);

Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Северо-Кавказский федеральный университет г. Пятигорске (Пятигорск, Россия);

Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Всероссийская академия внешней торговли (Москва, Россия);

Ергашев Е.Р. д-р юрид. наук, проф., Уральский государственный юридический университет (Екатеринбург, Россия).

Сельскохозяйственные науки:

Важов В.М. д-р с.-х. наук, проф., Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина (Бийск, Россия);

Раков А.Ю. д-р с.-х. наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (Михайловск, Россия);

Комлацкий В.И. д-р с.-х. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);

Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Белгород, Россия);

Наумкин В.П. д-р с.-х. наук, проф., Орловский государственный аграрный университет.

Социологические науки:

Замараева З.П. д-р социол. наук, проф., Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь, Россия);

Солодова Г.С. д-р социол. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);

Кораблева Г.Б. д-р социол. наук, Уральский Федеральный Университет (Екатеринбург, Россия).

Химические науки:

Абдиев К.Ж. д-р хим. наук, проф., Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);

Мельдешов А. д-р хим. наук, Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);

Скачкова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия).

Науки о Земле:

Горяинов П.М. д-р геол.-минерал. наук, проф., Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Апатиты, Россия).

Экономические науки:

Бурда А.Г. д-р экон. наук, проф., Кубанский Государственный Аграрный Университет (Краснодар, Россия);

Лёвочкина Н.А. д-р экон. наук, к.ист.н., ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);

Ламоттке М.Н. к.экон.н., Нижегородский институт управления (Нижний Новгород, Россия);

Акбулаев Н. к.экон.н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан);

Кулиев О. к.экон.н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан).

Политические науки:

Завершинский К.Ф. д-р полит. наук, проф. Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Фармацевтические науки:

Тринеева О.В. к.фарм.н., Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия);

Кайшева Н.Ш. д-р фарм. наук, Волгоградский государственный медицинский университет (Волгоград, Россия);

Ерофеева Л.Н. д-р фарм. наук, проф., Курский государственный медицинский университет (Курс, Россия);

Папанов С.И. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);

Петкова Е.Г. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);

Скачкова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия);

Ураков А.Л., д-р мед. наук, Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

**Екатеринбург
2019**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

Жуков Н.Д., Крыльский Д.В., Дежуров С.В. СИНТЕЗ, СТРУКТУРНЫЕ И ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК В СУСПЕНЗИИ И НА ПОДЛОЖКЕ	7
Муслов С.А. УПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ НАКАНУНЕ МАРТЕНСИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ.....	13
Сысун В.И., Олещук О.В., Соболев Н.В., Тихомиров А.А. ОЦЕНКА ВКЛАДА НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ В ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ ПРИ НАЛИЧИИ В ПИТАЮЩЕМ НАПРЯЖЕНИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК	20

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Андронов А.В., Котенев Е.В., Пегов В.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЯ НА УПЛОТНЯЮЩИЙСЯ ЛЕСНОЙ ПОЧВОГРУНТ.....	24
Андронов А.В., Котенев Е.В., Пегов В.Ю. ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН	31
Джалалванд А., Гайдукова Е.В., Бурлов В.Г., Ахондали А.М. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ К ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ НА ПРИМЕРЕ ВОДОСБОРА Р. КАРУН (ИРАН).....	37
Иванкова Т.В. РАЗРАБОТКА НАПЛАВНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА	43
Ловчиков А.П., Ловчиков В.П., Бикмаев Р.Р. К ОБОСНОВАНИЮ РАЗДЕЛЬНОГО СПОСОБА УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАЛКОУКЛАДЧИКА ХЛЕБНОЙ МАССЫ.....	48
Полетаев В.А., Власов А.М., Пахолкова Т.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА.....	53
Чернецова Е.А., Шишкин А.Д. АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ГОЛОСУ ДЛЯ САНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИИ	59

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

Жинжакова Л.З., Чередник Е.А. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СОСТАВА РОДНИКОВЫХ ВОД КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ..	65
Цыганкова И.П. ГЛУБИННЫЙ ПЛОТНОСТНОЙ СРЕЗ - РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	69

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

Ажиев А.Б., Хожиматов О.Х., Алменова Г.П. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОДСВЕННЫХ КУЛЬТУРНЫМ ДИКИХ РАСТЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ГРУППЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАРАКАЛПАКСТАН.....	74
Пушкин А.А., Криволай А.Г. ОСОБЕННОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ ФОНОВОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОМЕНТА ПОСТУПЛЕНИЯ ЭКЗОГЕННОЙ СЕНСОРНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ ЭНДОГЕННОГО АЛЬФА-РИТМА.....	78

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

Шаравара А.М., Христофорова И.А. ПВХ-КОМПОЗИЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	84
--	----

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

Сорокина Ю.А., Чечевичкина М.А., Береснева Т.Л. ВЛИЯНИЕ САХАРОСНИЖАЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ И ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИНЕЙРОПАТИИ НА ЛЕЧЕНИЕ БОЛЕВОГО СИНДРОМА	87
--	----

Софроние А., Софроние В. РОЛЬ СОЦИАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОДВИЖЕНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ	92
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES	
Прищеп Е.А., Кольцов Д.Н., Леутина Д.В., Герасимова А.С. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В КП «РЫБКОВСКОЕ» СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	96
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ / ECONOMICS	
Винокурова А.Т., Колочева З.В. АНАЛИЗ РАСХОДОВ БЮДЖЕТА НА РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО И ВЪЕЗДНОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ).....	100
Лисицкая Т.С., Акулова Н.В. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КОМПАНИЙ АВИАЦИОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	105
Михайлова В.М., Куренова Д.Г., Кривошеева Е.В., Кузнецова О.А. NEW-NORMAL МАРКЕТИНГ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ НОРМАЛЬНОСТИ.....	109
Хотеева М.С., Хотеева Д.С. КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРАНАХ С РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ЭКОНОМИКОЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА	117
ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ / ARTS	
Рыжовой Т.А. «РУССКИЙ ТАНЕЦ» П.И. ЧАЙКОВСКОГО (ИЗ БАЛЕТА «ЛЕБЕДИНОЕ ОЗЕРО») В ПОСТАНОВКЕ КАСЬЯНА ГОЛЕЙЗОВСКОГО	122
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PEDAGOGY	
Ушаков А.В. О ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ТОПОЛОГИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ	126
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHILOLOGY	
Дорошук Е.С. КОММУНИКАТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ ИНТЕРНЕТ-СМИ В СИСТЕМЕ МЕЖЭТНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОГО РЕГИОНА	131
Кузеев С.Е. «ПОПРАВКИ» ДЖ. ФРАНЗЕНА: ПРОЩАНИЕ С ПОСТМОДЕРНОМ.....	135
Домшенко Н.Г., Морозова М.Н., Рубцова С.Ю., Спесивцев А.В. ОЦЕНИВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕСТИРУЕМОГО НА ОСНОВЕ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....	138
ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ / JURISPRUDENCE	
Носаненко Г.Ю., Гаврилюк Р.В. ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	143
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / SOCIOLOGY	
Истомина А.П. ФОРМЫ И СПОСОБЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИЙ АКАДЕМИЧЕСКИХ СОТРУДНИКОВ УНИВЕРСИТЕТОВ ГЕРМАНИИ.....	146

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.001>**СИНТЕЗ, СТРУКТУРНЫЕ И ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК В СУСПЕНЗИИ И НА ПОДЛОЖКЕ**

Научная статья

Жуков Н.Д.^{1,*}, Крыльский Д.В.², Дежуров С.В.³¹ Общество с ограниченной ответственностью «НПП Волга», Саратов, Россия;^{2,3} ФГУП «Научно-исследовательский институт прикладной акустики», Дубна, Россия

* Корреспондирующий автор (ndzhukov[at]rambler.ru)

Аннотация

Синтезированы квантовые точки (КТ) полупроводников CdSe, PbS, InSb. Опробована лабораторная технология нанесения слоёв на подложку. По 3D-АСМ-топограммам определено, что КТ в слое на подложке агрегированы в конгломераты, имеющие полигональную уплощённую форму и состоящие из плотноупакованных более мелких частиц. Экспериментальные характеристики спектров фотолюминесценции хорошо согласуются с теоретическими. На КТ- PbS и InSb уровень квантового выхода в 5-10 раз ниже лучших результатов для коллоидных квантовых точек CdSe/CdS. При переносе квантовых точек из суспензии на подложку наблюдается снижение квантового выхода, что может быть обусловлено ослаблением размерного квантования в КТ при их агрегации.

Ключевые слова: полупроводник, наночастица, квантовая точка, коллоидный синтез, фотолюминесценция, размерное ограничение, размерное квантование.

SYNTHESIS, STRUCTURAL AND PHOTOLUMINESCENT PROPERTIES OF COLLOIDAL SEMICONDUCTOR QUANTUM DOTS IN SUSPENSION AND ON A SUBSTRATE

Research article

Zhukov N. D.^{1,*}, Krylsky D. V.², Dezhurov S. V.³¹ OOO Volga Limited Liability Company, Saratov, Russia;^{2,3} FGUP Research Institute of Applied Acoustics, Dubna, Russia

* Corresponding author (ndzhukov[at]rambler.ru)

Abstract

Quantum dots (QDs) of CdSe, PbS, InSb semiconductors are synthesized. The laboratory technology of applying layers on the substrate is tested. It is determined from 3D-ACM-topograms that QDs in a layer on a substrate are aggregated into conglomerates with polygonal flattened shape and consisting of tightly packed smaller particles. The experimental characteristics of the photoluminescence spectra are in good accord with the theoretical ones. The quantum output level at QD- PbS and InSb is 5-10 times lower than the best results for colloidal CdSe/CdS quantum dots. A decrease in the quantum yield is observed when transferring quantum dots from a suspension to a substrate, which may be due to the weakening of the dimensional quantization in QD during their aggregation.

Keywords: semiconductor, nano-particle, quantum dot, colloidal synthesis, photoluminescence, dimensional confinement, dimensional quantization.

Характерным для современной полупроводниковой электроники является использование структур с пониженной размерностью: в микроэлектронике – структуры с субмикронными проектными нормами, в оптоэлектронике – планарно-мезаскопические наноструктуры. Одним из трёх квантоворазмерных физических объектов является нульмерный – квантовые точки (КТ), по которым широко проводятся исследования, и имеется большое число публикаций, например: по свойствам коллоидных КТ [1], [2], по свойствам многослойных массивов КТ [3], ориентированные обзоры [4]. Исследования и получение новых знаний в области физики и техники полупроводниковых квантовых точек происходят на пути технологических вариаций, расширения круга используемых материалов и применений.

Свойства полупроводниковых КТ зависят от методов их синтеза, которые делятся на две группы: эпитаксиально-мезаскопические и коллоидные. КТ первой группы хорошо изучены в структурах полупроводников A_3B_5 и находят применение в лазерах [5]. Коллоидные КТ, синтезируемые преимущественно на базе полупроводников A_2B_6 , находят применение в качестве люминофоров для различных целей. Главное их используемое свойство – люминесценция в видимой области спектра. Заметный успех для них был достигнут при наращивании на ядро селенида кадмия оболочку сульфида кадмия, что позволило получить высокие значения квантового выхода при заметном увеличении стоксова сдвига [6]. Расширение возможностей применений коллоидных КТ связано с их синтезом и исследованиями свойств в инфракрасном спектральном диапазоне, для чего требуются узкозонные полупроводники [7]. Перспективными в этом направлении являются халькогениды свинца, в частности, сульфид свинца PbS, по квантовым точкам которого известен ряд публикаций [8], [9]. Интересными, в этой связи, являются полупроводники A_3B_5 , имеющие наиболее широкий диапазон свойств, наилучшие параметры размерного квантования, возможности большого выбора по самым разным требованиям. Публикации по результатам исследований КТ- A_3B_5 многочисленны, но в большинстве своём посвящены эпитаксиально-мезаскопическим вариантам. Работы по коллоидным КТ- A_3B_5 находятся в начальной стадии [2].

Расширение круга используемых полупроводников и технологий для квантовых точек позволяет исследовать влияние на их свойства состава и структуры КТ, их взаимодействия при сегрегации, решать проблемные вопросы физического моделирования электронных процессов в КТ. Особенно это важно для коллоидных КТ, кристаллическая и электронная структура которых определяются самоорганизованным зародыше-образованием при химическом синтезе, а не принудительным, как при эпитаксиальном росте.

Исходя из вышеизложенного, в работе решались задачи синтеза и исследований КТ наиболее интересных в научном и прикладном аспектах представителей полупроводников: A_2B_6 – CdSe/CdS (ядро/оболочка); A_4B_6 – PbS, PbS/CdS; A_3B_5 – InSb, InSb/CdS.

Синтез квантовых точек халькогенидов кадмия и свинца, антимонида индия проводили в кипящем органическом растворителе в трехгорлой колбе при постоянном интенсивном перемешивании [7]. Отличительной особенностью метода является подбор прекурсоров в каждом конкретном случае. Коллоидный синтез КТ-InSb проводили в среде безводного олеиламина, используя в качестве прекурсоров $InCl_3$ и бис(триметилсилиламид) сурьмы. Смеси подбираемых прекурсоров продували аргоном и выдерживали в ультразвуковой ванне до получения прозрачного раствора. Подготовленный раствор нагревали до высокой температуры, затем в реакционную массу максимально быстро вводили определённое количество приготовленного прекурсора, вели реакцию в течение времени, требуемого для достижения нужного размера частиц. После охлаждения реакционной смеси очистку полученных ядер производили путем двукратного переосаждения метанолом из смеси толуол-бутанол, конечный продукт взвешивали в толуоле.

КТ на подложках наносились из раствора методом самоорганизации ансамблей на поверхности при контролируемом испарении растворителя и параметров слоя. При этом использовались результаты известных в литературе методов с учётом того, что возможна пространственная сепарация квантовых точек по размерам [10].

В ряде работ (например, [10] – с обзором) проведены исследования тонких эффектов самоорганизации планарных структур квантовых точек на подложках. Этот процесс, обычно, проводят при количествах, создающих монослои на небольшой площади. Так, в работе [10] для этого использовались суспензии с концентрацией квантовых точек в растворе $5 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л, что в пересчёте на долю объёма даёт $2 \cdot 10^{-5}\%$. При использованных нами исходных концентраций КТ в суспензии 5–6 % можно было получить плёнки толщиной до микрона и более. Для этого надо было нанести на поверхность раствор из расчёта не менее 1–2 мкл на один квадратный сантиметр поверхности.

Коллоидная суспензия наносилась каплей в виде островка площадью $\sim 2\text{--}3 \text{ см}^2$ на чистую стеклянную подложку площадью $5\text{--}6 \text{ см}^2$. После высыхания растворителя по центру пятна проводились исследования свойств в центральной зоне плёнки в круге диаметром ~ 6 мм. Для исследований отдельных наночастиц использовались образцы с монослоями, осаждёнными из сильно разбавленных суспензий-растворов.

Форма и размеры отдельных и агрегированных наночастиц контролировались методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на приборе Tescan Mira II LMU и сканирующей атомно-силовой микроскопии (АСМ) на приборе Nanoeducator-2 NT-MDT. Элементный состав слоя наночастиц на подложке контролировался на электронном микроскопе. Для АСМ использовался туннельный микроскоп, предназначенный для измерений трехмерной (3D) топологии и параметров нанорельефа поверхности объектов, имеющих высокое пространственное разрешение, позволяя получать изображения рельефа субнанометрового разрешения.

На синтезированных квантовых точках в виде жидкой суспензии в кюветах исследовалась фотолюминесценция на спектрофлуориметре Fluorolog (Horiba) и спектральном комплексе на базе монохроматора МДР-41 со сменными дифракционными решетками. В качестве источника возбуждающего излучения использовались светодиоды и галогеновая лампа. Фотоприемниками служили ФЭУ-62, фотосопротивление PbS и InGaAs-детектор в каждом отдельном спектральном интервале диапазона от 300 до 3000 нм. Объёмная доля КТ в растворе варьировалась от 0.1 до 3 %. Значения квантового выхода люминесценции КТ- A_2B_6 оценивались количественно по эталонным источникам в одинаковых спектральных диапазонах. Контроль размера наночастиц в дисперсии проводился на приборе Zetasizer Nano ZS фирмы Malvern.

При обработке результатов измерений фотолюминесценции учитывалось, что в кристаллите-частице для случая глубокой прямоугольной одномерной потенциальной ямы на геометрическом размере a , сопоставимом с длиной волны де Бройля для электрона $\Lambda = h(2mE)^{-1/2}$, энергия электрона E квантуется по правилам отбора с порядком n ($a = n\Lambda/2$) в виде [11]:

$$E_n = h^2 n^2 (8ma^2)^{-1} \approx 0.4n^2(m/m_0)^{-1}a^{-2}, \quad (1)$$

где: m – эффективная масса электрона, h – постоянная Планка; m_0 – масса «покоя» электрона; здесь и далее: размеры – в нанометрах; энергия – в электронвольтах.

Для случая трёхмерного ограничения движения электрона при использовании приближения эффективной массы спектр разрешённых состояний представляется в виде [11]: $E_{glp} = h^2(8m)^{-1}(g^2a_x^{-2} + l^2a_y^{-2} + p^2a_z^{-2})$, где: $g, l, p = 1, 2, 3, \dots$ – квантовые числа; a_x, a_y, a_z – размеры квантовой ячейки вдоль осей x, y, z . Для случая кубической симметрии ($a_x = a_y = a_z = a$): $E_{glp} = h^2(8ma^2)^{-1}(g^2 + l^2 + p^2)$. Энергия того или иного уровня находится последовательным подбором квантовых чисел, который для первых четырёх уровней даст числовую последовательность суммы в скобке формулы – 3; 6; 9; 12. Тогда:

$$E_n = h^2(8ma^2)^{-1}(3n) \approx 1.1n(m/m_0)^{-1}a^{-2}, \quad (2)$$

где: $n = 1; 2; 3; 4$ – последовательные номера первых четырёх уровней (подзон).

При возбуждении неравновесных электронов и дырок на некоторое время (жизни) может возникнуть их связанное состояние, называемое для определённых условий экситоном. Для монодисперсных по размеру полупроводниковых наночастиц зависимость энергии экситона E_{ex} от его радиуса a_{ex} описывается следующей формулой [12], [13]:

$$E_{ex} = E_g + n^2 h^2 (2m_{ex} a_{ex}^2)^{-1} - 3.6e^2 (\epsilon a_{ex})^{-1} \approx E_g + 1.25n^2 (a_{ex}^2 m_{ex} / m_0)^{-1} - 57.6 (a_{ex} \epsilon / \epsilon_0)^{-1}, \quad (3)$$

где: e – заряд электрона; ϵ – диэлектрическая проницаемость полупроводника; ϵ_0 – диэлектрическая постоянная; $m_{ex} = m_p(m + m_p)^{-1}$ – приведённая масса экситона, m_p – эффективная масса дырки, E_g – ширина запрещённой зоны полупроводника.

Второе слагаемое в формуле (3) представляет собой кинетическую энергию поступательно-вращательного движения экситона, а последнее – энергию кулоновского взаимодействия электрона и дырки в экситоне. Стабильность состояния экситона (время жизни) определяется соотношением этих слагаемых: превалирование одного над другим приводит либо к его распаду, либо – к аннигиляции путём рекомбинации электрона и дырки. Размер a_{ex} стабильного состояния экситона вычисляется из равенства второго и третьего слагаемых в формуле (3) при $n = 1$: $a_{ex} = 0.022(\epsilon/\epsilon_0)(m_{ex}/m_0)^{-1}$.

В таблице 1 приведены необходимые для анализа параметры полупроводников, полученные из интернет-ресурса «Химическая энциклопедия» (<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/886.html>), и основные полученные данные.

На рисунке 1 представлены типичные фрагментарные картины СЭМ для КТ-CdSe/CdS ($a_0=8-10$ нм) и 3D-ACM для образца КТ-PbS ($a_0=3-5$ нм).

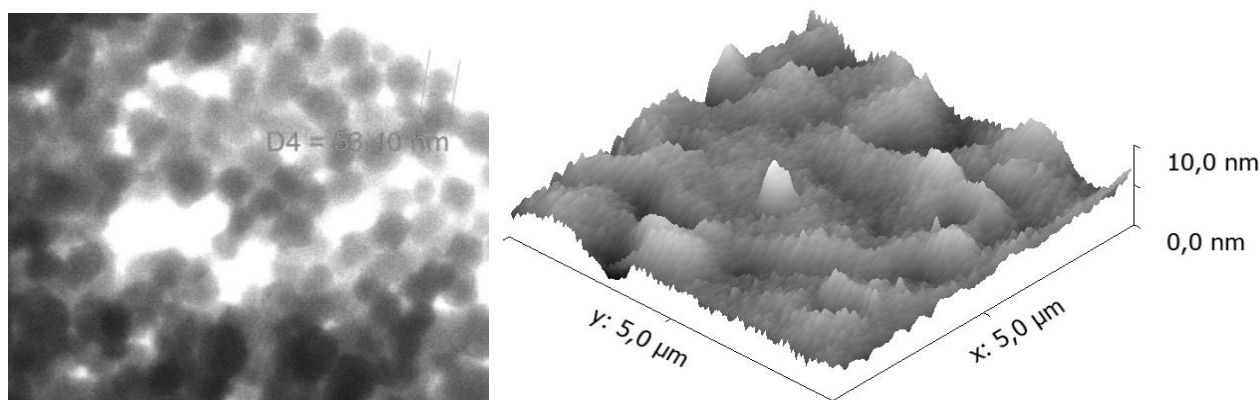


Рис. 1 – Фрагментарное СЭМ-изображение (слева) КТ-CdSe/CdS; ACM-изображение (справа) фрагмента слоя КТ-PbS на стеклянной подложке

По СЭМ-картинам при детальном рассмотрении увеличенного на экране изображения было установлено, что частицы имеют огранку, и на краю зоны их размещения на подложке они имеют больший размер, а в основной части зоны агрегированы в сплошную плёнку. По 3D-ACM-топограммам для КТ-PbS можно было заключить, что наночастицы агрегированы в конгломераты, которые состоят из плотноупакованных более мелких частиц, имеющих форму гранённых пластинок с размерами $\sim (1-2) \times (3-5)$ нм.

На рисунке 2b приведены графики спектров фотолюминесценции КТ-CdSe/CdS ($a_0 \sim 8-12$ нм) в толуоле при возбуждении фиолетовым, синим и зеленым светодиодами в режиме одинаковой интенсивности при мощности светового возбуждения 120 мВт. Для сравнений измерялись в одинаковых режимах люминесцентные свойства порошкового микрокристаллического люминофора CdZnS:Ag, на котором, в отличие от КТ, наблюдались почти в 2 раза более широкая спектральная полоса и монотонная зависимость от длины волны возбуждающего света.

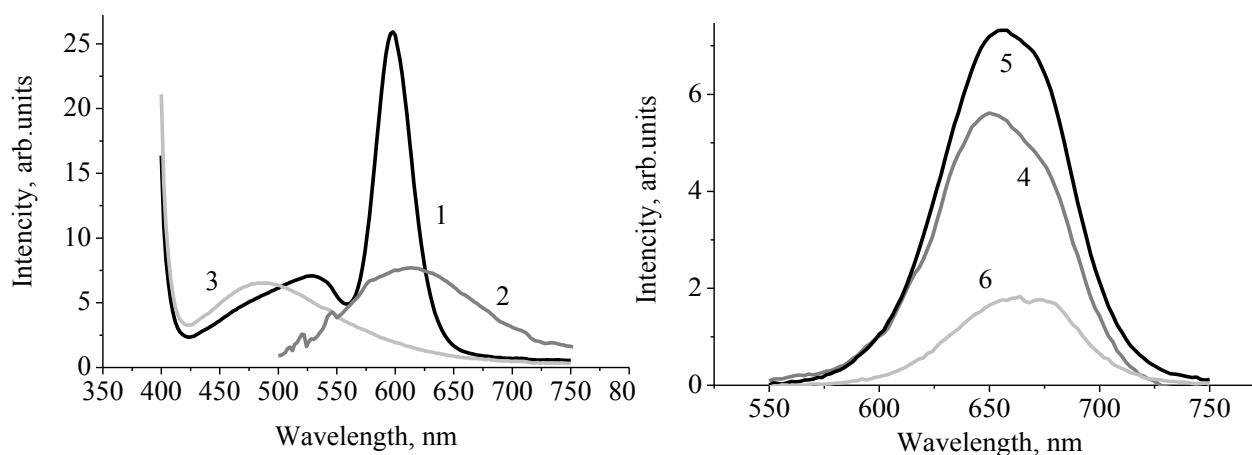


Рис. 2 – Спектры фотолюминесценции, а: 1 - КТ CdSe/CdS в изопаре при возбуждении фиолетовым светодиодом (4 В, 20 мА); 2 – микропорошок CdS:Zn; 3 – изопар. б: КТ-CdSe/CdS – в толуоле при возбуждении фиолетовым (4), синим (5) и зеленым (6) светодиодами (4В, 30 мА)

На рисунке 3 приведены спектры фотолюминесценции КТ-PbS/CdS; InSb и InSb/CdS в толуоле. Размеры КТ указаны в таблице 1.

В таблице 1 приведены экспериментальные данные: интервалы значений размеров частиц a_0 , максимумы спектров фотолюминесценции λ_0 , величины спектральных полос $\Delta\lambda_0$. Для средних значений размерных интервалов КТ вычислены величины λ_{p1} по формулам (1) и (2). По полученным данным рассчитаны и приведены в таблице отношения дисперсий $(\Delta\lambda/\lambda)/(\Delta a/a)$.

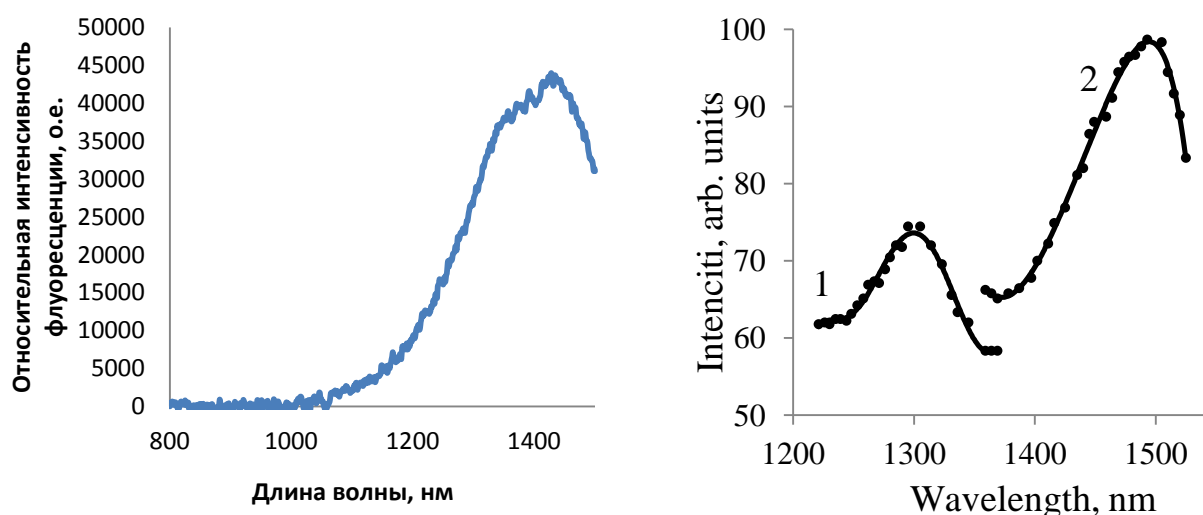


Рис. 3 – Спектры фотолюминесценции KT-PbS/CdS (слева); InSb без оболочки (1) и с оболочкой CdS (2)

Таблица 1 – Сводка данных

Полу пров.	E_g , эВ	m/m_0	m_p/m_0	$\varepsilon/\varepsilon_0$	Λ_g , нм	a_{ex} , нм	a_0 , нм	λ_0 , нм	$\Delta\lambda_0$, нм	$(\Delta\lambda/\lambda)/$ $(\Delta a/a)$	Расчёт λ_{p1}	
											$\Phi(1)$	$\Phi(2)$
CdSe	1.75	0.13	0.45	9.5	2.1	2.1	4-5 8-12	598 675	100	1.7	664 696	572 676
PbS	0.41	0.07	0.09	17.5	5.9	9.6	2-3	1400	300	1.5	1356	552
InSb	0.17	0.014	0.25	17.7	18	30	5.5-6.5	1480	200	1.8	1562	586

Измерения квантового выхода люминесценции по эталону $Cd_{0.8}Zn_{0.2}S:Ag$ [14] для KT-CdSe/CdS показало, что он в суспензии имеет значение $\sim 80\%$, мало изменяясь в процессе длительного хранения. Оценки квантового выхода для KT-PbS и InSb при измерениях с эталоном по стандартному кремниевому фотодиоду дали значения 1-10%.

В слоях на подложке KT-CdSe/CdS квантовый выход несколько снижается (на 20-25%). Для осаждённых на подложку KT-PbS и InSb не удалось измерить спектры фотолюминесценции. Эффективность этих слоёв значительно снизилась по сравнению с их параметрами в суспензии. Снижение квантового выхода KT при переносе их из суспензии, где они находятся в неагрегированном состоянии, видимо, связано с ослаблением размерного квантования при агрегации квантовых точек.

Структура и форма KT. Рост коллоидных квантовых точек по механизму образования зародышей и их разрастания, в отличие от эпитаксиально-мезаскопической структуры, происходит в относительно свободных условиях самоорганизации, в связи с чем образование желательной кристаллической структуры с ближним порядком не является очевидным и требует проверок и соответствующего технологического обеспечения при синтезе. Для качественного подтверждения обычно используется метод спектрального люминесцентного исследования. При этом одним из факторов является сужение спектральной полосы и её определяющая зависимость от разброса размеров KT. В нашем случае, сужение полос (примерно в два раза) наблюдалось экспериментально (рис. 2а) в сравнении со стандартными люминофорами, а экспериментальные значения дисперсионных соотношений $(\Delta\lambda/\lambda)/(\Delta a/a)$ близки к двум (таблица 1), что соответствует вычислениям по формулам (1) и (2) и, тем самым, подтверждает определяющую зависимость спектральных полос от разброса размеров KT.

Более важным фактором подтверждения наличия ближнего порядка кристаллической структуры KT, на наш взгляд, является определяющая зависимость параметров спектра от эффективной массы электронов при достоверно установленной зависимости от размеров KT. Для случая KT-CdSe, например, в литературе имеются надёжные эмпирические данные такой зависимости [15]. Расчёт по формуле, приведённой в работе [15], дал точные соответствия экспериментальных значений λ_0 и a_0 , приведённых в таблице 1, для KT-CdSe. Совпадение экспериментальных и рассчитанных по формулам (1) и (2) данных для KT при использовании значений эффективной массы m для объёмного кристалла полупроводника может свидетельствовать о тождественности их кристаллической структуры. С учётом того, что значения m могут отличаться от m_0 более чем на порядок, использование эффективной массы является надёжным методом для качественного контроля кристаллического совершенства KT.

Наличие совершенной кристаллической структуры KT позволяет, для описания их свойств, использовать модели макрокристалла, в частности, его зонную структуру и всё, что с ней связано. Например, фундаментальный параметр размерного квантования – длину волны де Бройля для электронов на дне зоны проводимости: $\Lambda_g = h(2mE_g)^{-1/2} \sim [(m/m_0)E_g]^{-1/2}$ (нм), рассчитанные значения которых приведены в таблице 1.

Самоорганизованный рост энергетически анизотропной кристаллической структуры KT должен привести к отклонению их формы от идеальной пространственной симметрии нано-кристаллитов. Для всех вариантов исследованных нами KT характерна полигональная уплощённая форма кристаллитов (рис. 1). При этом, она более выражена для кубической сингонии кристаллитов (PbS, InSb), чем для плотноупакованной гексагональной структуры (CdSe).

Форма кристаллитов КТ влияет на свойства размерного квантования. Для случаев, когда размер a_0 заметно меньше Λ_g (в нашем случае – PbS, InSb, табл.1), форма кристаллита не имеет значения, ограничение действует так же, как в одномерной потенциальной яме, соотношения параметров подчиняются формуле (1). Когда a_0 примерно равно или несколько больше Λ_g (CdSe), форма и трёхмерный характер ограничения существенно влияют на параметры, соотношения которых подчиняются формуле (2). В таблице 1 эти соотношения наглядно отражены.

Форма кристаллитов повлияет на формирование слоистой приборной (мультизёрненной) структуры, свойства которой будут определяться качеством взаимного контактирования наночастиц. Управление формой КТ при их синтезе пока является нерешённой задачей нанотехнологии, имеющей важное практическое значение.

Размерное ограничение в КТ. Решение уравнения Шредингера для финитно движущегося электрона в глубокой потенциальной яме даёт его волновую функцию, спадающую по экспоненте вне границ ямы [11]. При этом размер прилегающей ограничивающей области должен быть много больше значений $\hbar^{-1}(2mU)^{1/2}$, где U – величина ограничивающего потенциального барьера для электрона. Это означает, что размерное ограничение движения электрона в потенциальной яме эффективно, когда прилегающий ограничивающий слой имеет некую толщину, не менее $3\hbar^{-1}(2mU)^{1/2}$, по реальным оценкам для $U > 1$ эВ – не менее, чем 3 нм. Для обеспечения эффективного действия физической модели потенциального барьера необходим подбор материала оболочки, что является непростой задачей, требующей изготовления и исследований образцов. За основу при подборе можно принять, что прилегающая к ядру КТ оболочка должна быть с ядром изоморфной и для обеспечения энергетического барьера иметь заметно меньшую постоянную решётки. Невыполнение этих условий резко снижает размерный эффект, что и наблюдалось для безоболочечных вариантов КТ.

При объединении КТ в группы, по две и более для случаев, когда они имеют оболочку, эффективность размерного ограничения не изменяется, наночастицы проявляются как квантовые точки в композитной матрице. Для безоболочечных вариантов объединение квантовых точек приводит к снижению размерного эффекта, вплоть до его исчезновения, подобно случаям объединения плоских квантовых ям [11].

Таким образом, в работе синтезированы квантовые точки (КТ) полупроводников CdSe, PbS, InSb с управляемыми размерами и величинами их разброса. Опробована лабораторная технология нанесения слоёв на стеклянную подложку в расчёте на их возможное приборное использование. По СЭМ-картинам установлено, что КТ имеют огранку. При этом на краю зоны расположения КТ на подложке они имеют больший размер, а в ней самой они агрегированы в сплошную плёнку. По 3D-АСМ-топограммам можно заключить, что наночастицы в слое на подложке агрегированы в конгломераты, которые состоят из плотноупакованных более мелких частиц, имеющих полигональную уплощённую форму. Экспериментальные характеристики спектров фотолюминесценции хорошо согласуются с расчётными. На КТ- PbS и InSb уровень квантового выхода примерно в 5-10 раз ниже лучших результатов для КТ-CdSe/CdS. При переносе КТ- PbS и InSb из суспензии на подложку наблюдается значительное снижение квантового выхода, что может быть обусловлено ослаблением размерного квантования за счёт агрегации КТ. Обсуждены свойства и модели структуры, формы, размерного ограничения и квантования в квантовых точках.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов 17-07-00586-а и 17-07-00139-а.

Funding

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of research projects 17-07-00586-a and 17-07-00139-a.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Наночастицы, наносистемы и их применение. Ч.1. Коллоидные квантовые точки / Под ред. В. А. Мошников и О. А. Александровой // Уфа: Аэтерна. 2015. – 236 с.
2. Nozik A. J. Semiconductor quantum dots and quantum dot arrays and applications of multiple exciton generation to third-generation photovoltaic solar cells / A. J. Nozik, M. C. Beard, M. Luther and others // Chem. Rev. – 2010. – V. 110. – P. 6873–6890.
3. Надточий А. М. Многослойные массивы квантовых точек высокой объемной плотности / А. М. Надточий, А. С. Паюсов, М. В. Максимов и др. // Физика и техника полупроводников. – 2014. – Т. 48. – № 11. – С. 1487-1491.
4. Максимов М. В. Квантовые точки в современной оптоэлектронике / М. В. Максимов, А. Е. Жуков // Интернет-ресурс: magazine.ru/uploads/volumes/11/maksimov.pdf.
5. Леденцов Н. Н. Новое поколение вертикально-излучающих лазеров как ключевой элемент компьютерно-коммуникационной эры / Н. Н. Леденцов, Д. А. Лотт // Успехи физических наук. – 2011. – Т. 181. – № 8. – С. 884-890.
6. Chen O. Compact high-quality CdSe-CdS core-shell nanocrystals with narrow emission linewidths and suppressed blinking / O. Chen, J. Zhao, V. P. Chauhan and others // Nature materials. – 2013. – V.12. – P. 445–451.
7. Дежуров С. В. Синтез высокостабильных коллоидных квантовых точек CdTeSe/CdS, CdZnS/ZnS, флуоресцирующих в БЛИК-диапазоне 650–750 нм / С. В. Дежуров, А. Ю. Трифонов, М. В. Ловыгин и др. // Российские нанотехнологии. – 2016. – Т. 11. – № 5–6. – С. 54-59.
8. Clark C. J. The passivating effect of cadmium in PbS/CdS colloidal quantum dots probed by nm-scale depth profiling / C. J. Clark, H. Radtke, A. Pengpad and others // Nanoscale. – 2017. – Vol. 9. – P. 6056–6067.
9. Садовников С. И. Микроструктура нанокристаллических порошков и пленок PbS / С. И. Садовников, Н. С. Кожевникова, В. Г. Пушин и др. // Неорганические материалы. – 2012. – Т. 48. – № 1. – С. 26–33.
10. Адрианов В. Е. Спектральное исследование самоорганизации квантовых точек при испарении коллоидных растворов / В. Е. Адрианов, В. Г. Маслов, А. В. Баранов и др. // Оптический журнал. – 2011. – Т. 78. – № 11. – С. 11-19.

11. Драгунов В. П. Основы нанoeлектроники: учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин // М.: Изд-во «Логос». 2006 – 495 с.
12. Покутний С. И. Энергия связи экситона в полупроводниковых квантовых точках / С. И. Покутний // Физика и техника полупроводников. – 2010. – Т. 44. – № 4. – С. 507-512.
13. Садовников С. И. Оптические свойства наноструктурированных пленок сульфида свинца с кубической структурой типа D0₃ / С. И. Покутний, Н. С. Кожевникова, А. И. Гусев // Физика и техника полупроводников. – 2011. – Т. 45. – № 12 – С. 1621-1632
14. Казанкин О. Н. Неорганические люминофоры / О. Н. Казанкин // Л.: Химия. 1975. – 177 с.
15. Федоров А. В. Основы физики гибридных наноструктур. Учебн. пособ. / А. В. Федоров, А. В. Баранов, А. О. Орлова // СПб: СПб НИУ ИТМО. 2014. – 122 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Nanochasticity, nanosistemy i ih primeneniye [Nanoparticles, nanosystems and their application]. Part 1 Colloidal quantum dots / V. A. Moshnikova and O. A. Alexandrova // Ufa: Aeterna. 2015. – 236 p. [in Russian]
2. Nozik A. Semiconductor quantum dots and quantum dot arrays and applications of multiple exciton generation to third-generation photovoltaic solar cells / A. J. Nozik, M. C. Beard, M. Luther and others // Chem. Rev. – 2010. – V. 110. – P. 6873–6890.
3. Nadtochy A. M. Mnogoslojnye massivny kvantovyh tochech vysokoj ob'emnoj plotnosti [Multilayer arrays of quantum dots of high bulk density] / A. M. Nadtochy, A. S. Payusov, M. V. Maksimov and others // Semiconductor Physics and Technology. – 2014. – V.48. – No 11. – P. 1487-1491. [in Russian]
4. Maksimov M. V. Kvantovye tochki v sovremennoj optoelektronike [Quantum dots in modern optoelectronics] / M. V. Maksimov, A. E. Zhukov // Internet resource: magazine.ru/uploads/ volumes/11/maksimov.pdf. [in Russian]
5. Ledentsov N. N. Novoe pokolenie vertikal'no-izluchayushchih lazerov kak klyuchevoj ehlement komp'yuternokommunikacionnoj ehry [A new generation of vertically emitting lasers as a key element of the computer and communication era] / Ledentsov NN, Lott DA. // Advances in physical sciences. – 2011. – V. 181. – No 8. – P. 884-890. [in Russian]
6. Chen O. Compact high-quality CdSe-CdS core-shell nanocrystals with narrow emission linewidths and suppressed blinking / O. Chen, J. Zhao, V. P. Chauhan and others. // Nature materials. – 2013. – V.12. – P. 445–451.
7. Dezhurov S. V. Sintez vysokostabil'nyh kolloidnyh kvantovyh tochech CdTeSe/CdS, CdZnS/ZnS, fluoresciruyushchih v BLIK-diapazone 650–750 nm [Synthesis of highly stable colloidal quantum dots CdTeSe/CdS, CdZnS/ZnS fluorescing in the near-range 650-750 nm] / D. S. Dezhurov, A. Yu. Trifonov, M. V. Lovigin and others // Russian nanotechnologies. – 2016. – V. 11. – No. 5-6. – P. 54-59 [in Russian]
8. Clark C. J. The passivating effect of cadmium in PbS/CdS colloidal quantum dots probed by nm-scale depth profiling / C. J. Clark, H. Radtke, A. Pengpad and others // Nanoscale. – 2017. – Vol. 9. – P. 6056–6067.
9. Sadovnikov S. I. Mikrostruktura nanokristallicheskih poroshkov i plenok PbS [Microstructure of nanocrystalline powders and PbS films] / S. I. Sadovnikov, N. S. Kozhevnikova, V. G. Pushin and others // Inorganic materials. – 2012. – Vol. 48. – No. 1. – P. 26–33. [in Russian]
10. Adrianov V. E. Spektral'noe issledovanie samoorganizatsii kvantovyh tochech pri isparenii kolloidnyh rastvorov [Spectral study of self-organization of quantum dots during evaporation of colloidal solutions] / V. E. Adrianov, V. G. Maslov, A. V. Baranov and others // Optical journal. 2011. T. 78. No. 11. P. 11-19.
11. Dragunov V. P. Osnovy nanoehlektroniki: uchebnoe posobie [Basics of nanoelectronics: a tutorial] / V. P. Dragunov, I. G. Unknown, V. A. Gridchin // М.: “Logos” publishing house. 2006 - 495 p.
12. Pokutniy S. I. EHnergiya svyazi ehksitona v poluprovodnikovyh kvantovyh tochkah [Exciton binding energy in semiconductor quantum dots] / S. I. Pokutniy // Semiconductor Physics and Technology. – 2010. – Vol. 44. – No. 4. – P. 507-512. [in Russian]
13. Sadovnikov S. I. Opticheskie svojstva nanostrukturirovannyh plenok sul'fida svinca s kubicheskoj strukturoj tipa D03 [Optical properties of nanostructured lead sulfide films with a cubic structure of the type D03] / S. I. Sadovnikov, N. S. Kozhevnikova, A. L. Gusev // Semiconductor Physics and Technology. – 2011. – T. 45. – No. 12. – P. 1621-1632. [in Russian]
14. Kazankin O. N. Neorganicheskie lyuminofovy [Inorganic phosphors] / O. N. Kazankin // L.: Chemistry. 1975. – 177 p.
15. Fedorov A. V. Osnovy fiziki gibridnyh nanostruktur. Uchebn. Posob [Fundamentals of physics of hybrid nanostructures. Educational benefit] / A. V. Fedorov, A. V. Baranov, A. O. Orlova and others // SPb: SPb ITU ITMO/ 2014. – 122 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.002>**УПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ НАКАНУНЕ МАРТЕНСИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ**

Научная статья

Муслов С.А. *

ORCID 0000-0002-9752-6804,

Московский Государственный Медико-Стоматологический Университет (МГМСУ) им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (muslov[at]mail.ru)

Аннотация

Выполнен обзор упругого поведения материалов в области температур, предшествующей мартенситным превращениям (МП). Подчеркнуто, что характер изменения упругих постоянных накануне данных превращений крайне информативен при изучении как механизмов, так и природы структурных переходов, поскольку упругие модули определяют сопротивление кристаллической решетки однородным сдвигам и влияют на устойчивость структур при мартенситной перестройке. Все металлы и их соединения по характеру изменения упругих свойств можно условно разделить на три группы. В 1-й группе температурная зависимость упругих модулей нормальна (температурный коэффициент меньше нуля) и фазовые превращения происходят вдали от точки потери устойчивости металлов и интерметаллидов. Общим для всех соединений 2-й группы является аномальное “размягчение” упругих постоянных монокристаллов сплавов перед МП. При этом, как правило, “размягчается” упругая константа $C' = 1/2(c_{11} - c_{12})$, соответствующая бейновской деформации и структурной перестройке решетки, она же меньше всех остальных постоянных c_{ij} . Сплавам 3-й группы присущи аномальное уменьшение модуля C' и резкий рост упругой анизотропии $A = c_{44}/C'$ до катастрофических значений. Для части интерметаллидов характерен вид предмартенситной неустойчивости, обнаруженный в B2 соединениях на основе никелида титана и заключающийся в одновременном “размягчении” всех сдвиговых и продольных модулей упругости и снижению коэффициента упругой анизотропии. В результате решетка становится мягкой во всех основных системах сдвига, что обеспечивает многообразие структурных фазовых переходов в этой группе сплавов и уникальные свойства памяти формы и сверхэластичности.

Ключевые слова: упругие свойства, мартенситные превращения.**ELASTIC PROPERTIES OF METALS AND ALLOYS BEFORE MARTENSITE TRANSFORMATIONS**

Research article

Muslov S.A. *

ORCID 0000-0002-9752-6804,

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (MSUMD), Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

* Corresponding author (muslov[at]mail.ru)

Abstract

A review of the elastic behavior of materials in the temperature region before martensitic transformations (MP) is carried out. The nature of changes in elastic constants before these transformations is extremely informative in studying both the mechanisms and the nature of structural transitions, since elastic modules determine the resistance of the crystal lattice to uniform shifts and influence the stability of structures during martensitic rearrangement. All metals and their alloys by the nature of the change of elastic properties can be divided into three groups. In the 1st group, the temperature dependence of the elastic moduli is normal (the temperature coefficient is less than zero) and phase transformations take place far from the point of loss of stability of metals and intermetallic compounds. The anomalous “softening” of elastic constants of single crystals of alloys before the MP is common for all compounds of the 2nd group. In this case, as a rule, the elastic constant “softens” $C' = 1/2(c_{11} - c_{12})$, corresponding to the Bane deformation and lattice structural adjustment, it is smaller than all the other constants c_{ij} . Alloys of the 3rd group are characterized by an anomalous decrease in the modulus C' and a sharp increase in the elastic anisotropy $A = c_{44}/C'$ to dramatic values. The part of the intermetallic compounds is characterized by the type of premartensitic instability, found in B2 compounds based on titanium nickelide and consisting in the simultaneous “softening” of all the shear and longitudinal moduli of elasticity and a decrease in the elastic anisotropy coefficient. As a result, the lattice becomes soft in all major shear systems, which ensures the diversity of structural phase transitions in this group of alloys and the unique properties of shape memory and super elasticity.

Keywords: elastic properties, martensitic transformations.**Введение**

Мартенситным превращениям (МП) в металлах и сплавах, как правило, предшествуют закономерные изменения структуры и свойств материалов. Такие изменения часто аномальны. К настоящему времени накоплено большое количество экспериментальных данных по предпереходному поведению физико-механических свойств и эволюции кристаллической и электронной структуры металлов и сплавов (табл. 1). Несмотря на все многообразие наблюдаемых предпереходных явлений их информативность неравноценна. Обладая относительно высокой чувствительностью часть физических характеристик (электросопротивление, тепловые свойства и другие) только фиксирует наличие предпереходных состояний, но малоинформативна в плане выяснения физической природы этих состояний и

их генетической связи с последующим МП. Более прямую информацию о состоянии материала накануне фазовых переходов несет исследование его упругих свойств. При этом данные об упругих постоянных c_{ij} монокристаллов непосредственно отражают характер и величину межатомных связей и устойчивость исходной фаз и формированию предмартенситных и мартенситных структур. В линейном приближении упругие свойства кубических кристаллов полностью описываются матрицей, которая содержит три независимые упругие постоянные c_{11} , c_{12} и c_{44} . Из них постоянная c_{44} имеет непосредственный физический смысл как мера сопротивления кристалла сдвигу в плоскости куба $[100]$ вдоль любого направления, лежащего в этой плоскости. Элементы матрицы c_{11} и c_{12} такой непосредственной интерпретации не имеют. Но их линейные комбинации B и C' являются мерами сопротивления кристаллов гидростатическому сжатию и сдвигу в плоскости $\{110\}$ в направлениях $\langle 1\bar{1}0 \rangle$. Помимо этого аномально низкая величина может свидетельствовать о наличии “мягкой” моды в длинноволновой части фононного спектра кубической решетки TA_2 в предмартенситной области. При этом, c_{44} и C' – всегда наибольший и наименьший модули сдвига в кубическом кристалле (реже наоборот). Именно поэтому степень упругой анизотропии кристаллов чаще всего определяется отношением $A = c_{44} / C'$. Оно характеризует степень сопротивления кристалла двум основным типам сдвиговой деформации. Для упруго-изотропного кристалла $A = 1$, $c_{44} = C'$, $2c_{44} = c_{11} - c_{12}$. Металлы и сплавы в подавляющем большинстве упруго-анизотропны и $A > 1$. При охлаждении металлов и сплавов упругие модули растут, а температурный коэффициент $dc_{ij}/c_{ij}dT$ обычно составляет $(-2 \div -5) \cdot 10^{-4} \text{ град}^{-1}$ [1], т.е. $-(2-5) \%$ на 100°C .

Таблица 1 – Сведения об аномалиях свойств и структуры кристаллов накануне фазовых переходов

Физико-механические свойства, атомно-кристаллическая и электронная структура	Аномальные характеристики
Оптические свойства	Показатели преломления и отражения, оптическая проводимость, действительная и мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости, тонкая структура рентгеновских эмиссионных и спектров поглощения
Кинетические свойства	Диффузионная подвижность атомов
Тепловые свойства	Теплосодержание, термо э.д.с., теплоемкость, коэффициент термического расширения
Магнитные свойства	Коэффициент Холла, магнитная восприимчивость, магнитосопротивление
Электрические свойства	Удельное электросопротивление, экзоелектронная эмиссия
Механические свойства	Хрупкость, твердость, сопротивление микропластической деформации, пластичность, предел текучести, напряжение мартенситного сдвига
Акустические свойства	Акустическая эмиссия, скорость и затухание звука
Упругие свойства	Модули упругости поликристаллов, упругие постоянные 2-го и 3-го порядка монокристаллов
Фононная подсистема	Фононный спектр, эффекты диффузного рассеяния электронов, рентгеновских лучей и нейтронов, параметры ЯГР
Электронная подсистема	Функция плотности состояний, топология поверхности Ферми, волны зарядовой плотности (ВЗП)

В зависимости от поведения c_{ij} в интервале температур, предшествующих МП можно выделить три группы металлов и сплавов [2] (табл. 2).

Таблица 2 – Предмартенситное поведение упругих свойств в материалах

Группа А Материалы со стабильной решеткой	Группа Б Материалы с тенденцией уменьшения стабильности	Группа В Материалы с резким уменьшением стабильности
Fe-C, Fe-Cr-Ni, Fe-Mn-C, Co, Co-Ni, Fe-Ni, (< 30 ат. % Ni), Li (о.ц.к.-г.п.у., $M_S=78$ K), Na (о.ц.к.-г.п.у., $M_S=35$ K)	β -фазы Юм-Розери: CuZnAl, CuAlNi, CuZn, CuSn, $\text{Cu}_{3-x}\text{Mn}_x\text{Al}$, AuZn, Au-Cd, AuAgCd, AuCuZn, AgZn, AgCd, NiAl, Ti, Zr, Hf, Ti (Mo, V, Nb), Ti-Cr, Zr-Nb, TiNi, Fe-Ni (> 30 ат. % Ni), Fe-Pt (вблизи Fe_3Pt), Fe-Pd, U	Сверхпроводящие соединения: A15 (V_3Si , Nb_3Sn), A1 (In-Tl , In-Cd), C15 (V_2Zr , V_2Hf), антиферромагнитные сплавы: A1 (Mn-Cu , Ni-Mn , AuMn-AuZn)

Группа А

Настоящую группу составляют в основном сплавы на основе α -железа, а также щелочные металлы Li и Na [3, 4]. МП в них являются четко выраженными фазовыми переходами 1-ого рода с нормальной температурой зависимостью

упругих свойств $dc_{ij}/dT < 0$ (рис. 1, а). В предпереходной области температур слабые аномалии испытывают лишь отдельные характеристики материалов. Таким образом, МП в этой группе металлов и сплавов происходят вдали от точки потери кристаллической решетки механической устойчивости.

Группа Б

Её образуют многочисленные β -фазы Юм-Розери на основе меди, серебра и золота с упорядоченной ОЦК структурой B2 (CsCl) и DO₃ (типа Fe₃Al) и ГЦК сверхструктурой типа Гейслера L1₂ (Cu₂MnAl), B2 сплавы переходных металлов с компонентами правее и левее группы хрома NiAl, TiNi, металлы IV группы [Ti, Zr, Hf] и твердые растворы на их основе (кристаллического типа A2), а также ферромагнитные Fe-Ni, Fe-Pt и Fe-Pd ГЦК разупорядоченные A1 и упорядоченные со сверхрешеткой L1₂ сплавы. Общим для всех соединений является “размягчение” упругих постоянных монокристаллов сплавов перед МП. Под “размягчением” обычно понимается отклонение от линейной зависимости температурной зависимости упругих постоянных или их комбинаций. При этом, как правило, “размягчается” упругая константа C' , соответствующая бейновской деформации [5], она же меньше всех остальных постоянных c_{ij} (рис. 1, б).

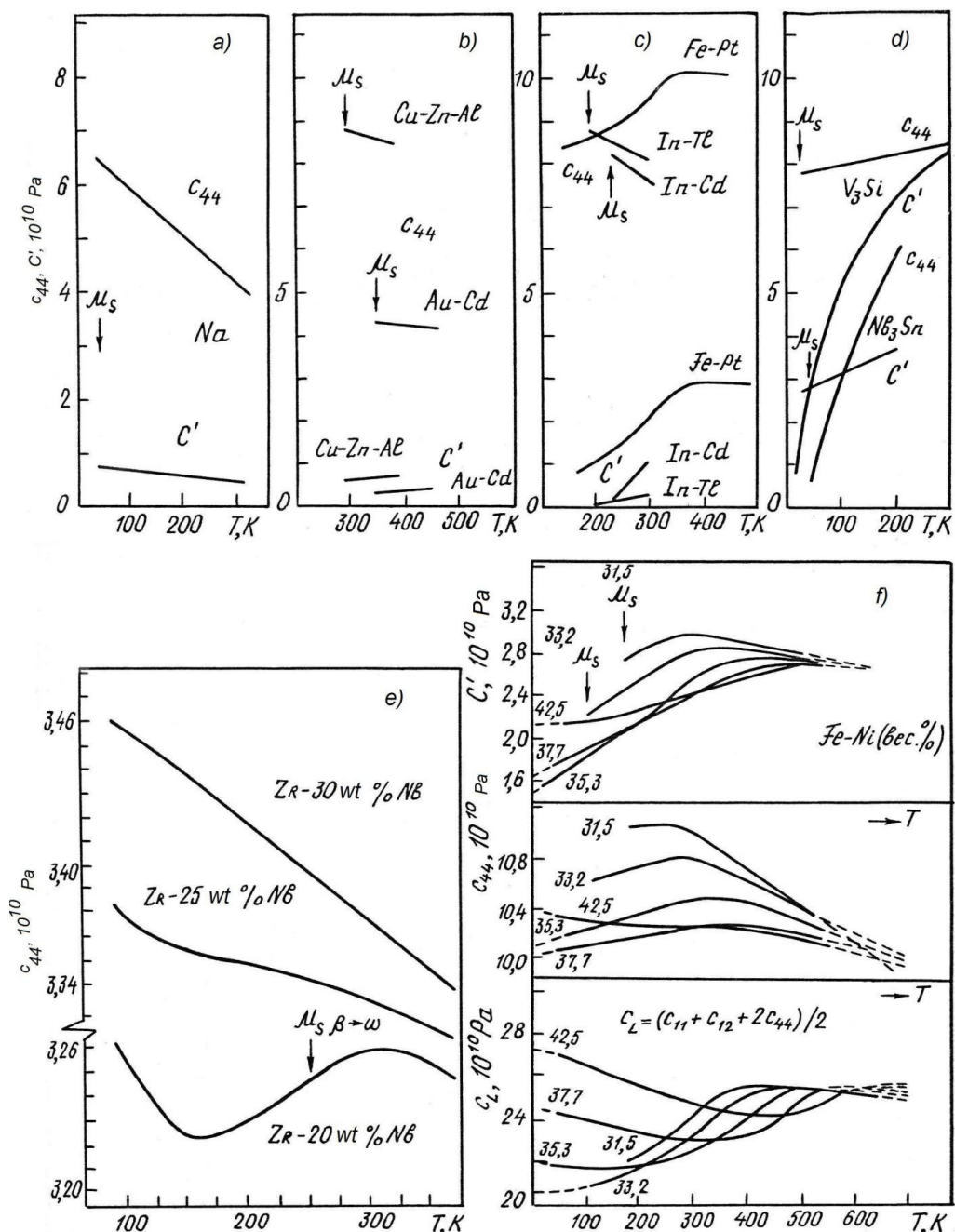


Рис. 1 – Упругие постоянные c_{ij} вблизи МП: (а) Na, (б) CuZnAl, AuCd, (с) FePt, InTl, InCd, (д) V₃Si, Nb₃Sn, (е) ZrNb, (ф) FeNi

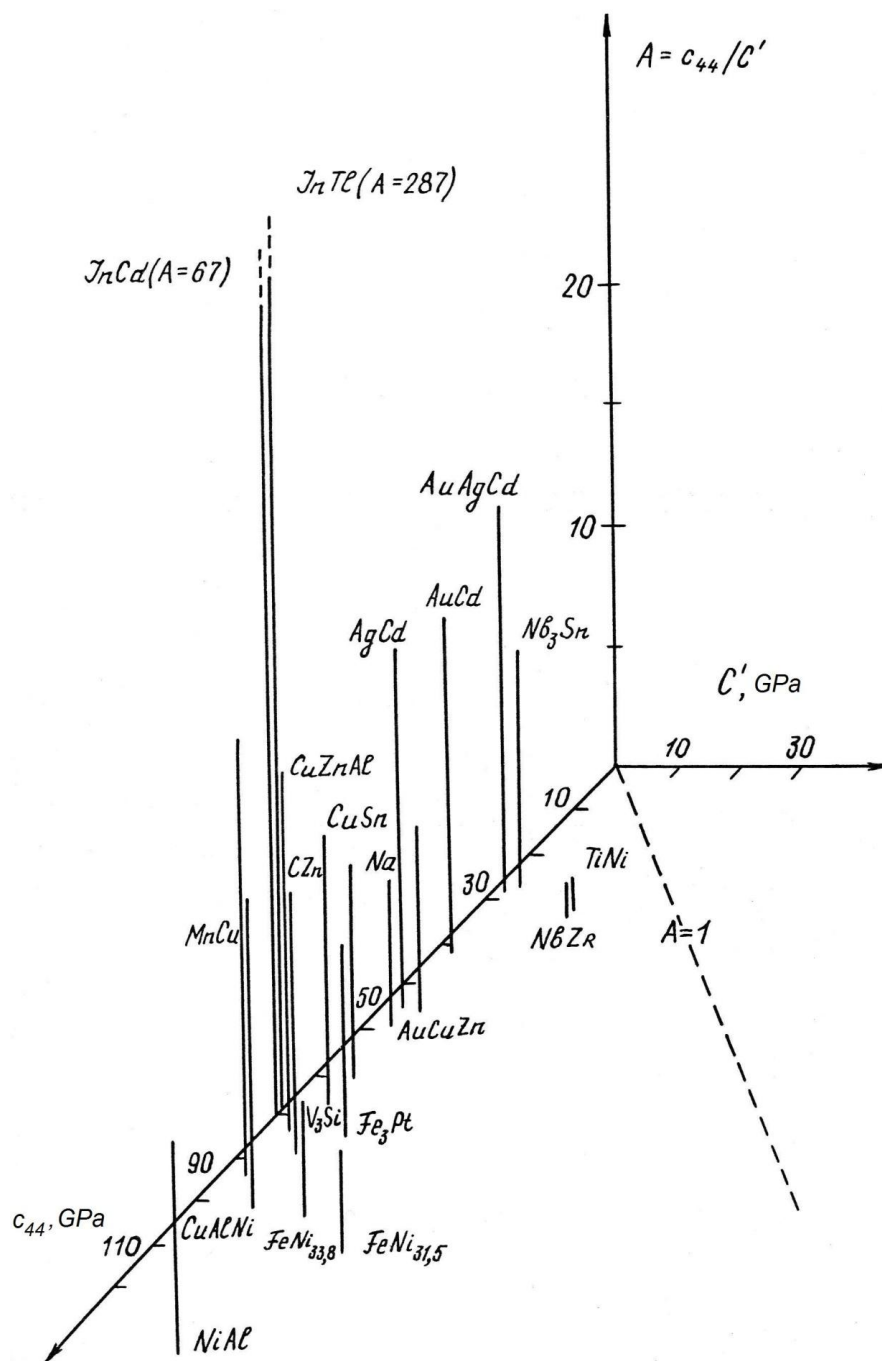


Рис. 2 – Величина упругих постоянных c_{44} , C' и коэффициента упругой анизотропии $A = c_{44}/C'$ монокристаллов различных сплавов вблизи температур МП

В некоторых сплавах со структурой β -фазы Нагасава и др. также обнаружили “мягкие” моды, но несколько иное поведение упругих постоянных [6]. Помимо константы C' , которая “размягчается” задолго до перехода, начиная с некоторой температуры, наблюдается “смягчение” “специальной моды” c_s , контролирующей систему сдвига близкую к $\{112\}\langle 111\rangle$. Как известно, подчеркивают авторы, этот сдвиг соответствует второму этапу перестройки о.ц.к. структуры при переходе в г.п.у. фазу по схеме Бюргерса.

В сплавах Zr-Nb упругие аномалии предшествуют образованию ω -фазы, широко распространенной в нестабильных сплавах титана и циркония [7]. Упругая постоянная c_{44} испытывает небольшое “размягчение” перед M_s при нормальной температурной зависимости коэффициентов C' и c_{11} . При этом, упругая анизотропия A невелика, а накануне перехода дополнительно уменьшается (рис. 1, д). Установлено также, что при легировании ZrNb атомами Nb вместе Zr и стабилизации A2 структуры к $\beta \rightarrow \omega$ переходу упругие модули становятся “жестче”, а упругие аномалии вырождаются.

В железоникелевых сплавах [8] “размягчение” упругих модулей имеет место только в том случае, когда точка Кюри T_c расположена выше M_s , что имеет место при содержании никеля в сплавах больше 30% (рис. 1, е). В этих сплавах упругие аномалии обусловлены формированием магнитной структуры. В монокристаллах разупорядоченного сплава Fe-Pt со структурой A1 вблизи стехиометрического состава (концентрация платины по химическому анализу 28,15 ат. %) вследствие инварных свойств сплава перед г.ц.к.-о.ц.к. переходом имеют аномалии все упругие постоянные $c_L = 1/2 (c_{11} + c_{12} + 2c_{44})$, C' и c_{44} (рис. 1, в).

Группа В

В нее входят соединения с кристаллическим типом А15 со структурой типа β -вольфрама (V_3Si , Nb_3Sn), А1 ($InTi$, $InCd$, ...) и С15 (V_2Zr , V_2Hf), которые накануне перехода в сверхпроводящее состояние претерпевают структурные фазовые переходы мартенситного типа, а также антиферромагнитные А1 сплавы на основе γ -Mn, испытывающие в точке Нееля антиферромагнитное упорядочение, сопровождающееся магнитострикционным искажением исходной кубической решетки. В этих сплавах МП близки к фазовым переходам 2-го рода и им предшествует интенсивное “размягчение” упругих постоянных решетки иногда одновременно нескольких (рис. 1, в, г). При исследовании упругих констант в монокристаллах V_3Si в интервале температур 4,2-300 К обнаружено, что величина постоянных c_{11} и c_{44} при охлаждении уменьшается на 37,4% и 5,8%, соответственно. Еще больше изменение претерпевает сдвиговой модуль C' : охлаждение V_3Si от 300 до 25 К в приводит к уменьшению C' в 10 раз. При этом c_{44} слабо зависит от температуры. Аналогичное проведение упругих модулей монокристаллов было зафиксировано и в изоструктурном соединении Nb_3Sn . Аномальное уменьшение модуля $C' = 1/2(c_{11} - c_{12})$ и рост упругой анизотропии $A = c_{44}/C'$ до катастрофических значений (рис. 2) наблюдали также в сплавах $InTi$ и $InCd$ с эффектом памяти формы накануне перехода г.ц.к.-г.ц.т. Наконец, критически сильное “размягчение” было обнаружено в сплавах γ -марганца перед образованием тетрагонального мартенсита, а также в бинарных интерметаллических сверхпроводящих фазах Лавеса типа A_2B V_2Zr и V_2Hf при переходах кубическая-ромбоэдрическая и кубическая-тетрагональная решетка, соответственно.

Сплавы на основе TiNi

До некоторых пор имелись единичные случаи [9] измерения упругих постоянных в монокристаллах $TiNi$, интерметаллида известного наиболее выраженными среди сплавов эффектами памяти формы и сверхэластичности [10]. Как правило, это объяснялось техническими сложностями, которые возникали при попытках вырастить кристаллы данного сплава с размерами, которые бы подошли для ультразвуковых исследований. Интересно отметить, что обе постоянные c_{44} и C' кристаллов $NiTi$ имели относительно низкие значения и при охлаждении дополнительно снижались. В интервале 293-303К $1/C'(dC'/dT) = 11,4 \cdot 10^{-4}$ и $1/c_{44}(dc_{44}/dT) = 28,3 \cdot 10^{-4}$, то есть скорость снижения c_{44} более чем в два раза выше, чем у C' (+11,4 и +28,3 % на 100 К). В результате коэффициент анизотропии сплава $A = c_{44}/C'$ изменяется от 2,18 при 313 К до 1,90 при 278 К и не является аномально большим как в других сплавах, испытывающих МП и обладающих памятью формы (рис. 2). Упругие постоянные монокристаллов на основе $NiTi$ весьма подробно были изучены в работах [11], [12].

В [13] произведено сравнение упругого поведения сплавов на основе никелида титана и других интерметаллидов с ОЦК решеткой в интервале температур, предшествующих мартенситным переходам в них (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнение упругих свойств $TiNi$ с упругими свойствами других ОЦК сплавов вблизи МП

Упругие свойства вблизи МП	Ti-Ni	Cu-Al-Ni	Cu-Zn	Cu-Zn-Al	Au-Cu-Zn	Au-Cd	Ni-Al
C' (GPa)	17-19	7-8	8	5.8	3-5	3-3.8	14.6
“Смягчение” C' ($dC'/dT > 0$)	+	+	+	+	+	+	+
c_{44} (GPa)	35-39	~100	90	86	~60	42	132
“Смягчение” c_{44} ($dc_{44}/dT > 0$)	+	–	–	–	–	–	–
$A = c_{44}/C'$	2	~13	11	15	12-20	11-14	9
Снижение A ($dA/dT > 0$)	+	–	–	–	–	–	–
Деформация решетки	СБП + сдвиг {001}<110>	СБП	СБП	СБП	СБП	СБП	СБП

Примечание: * Здесь “смягчение” означает частичное смягчение, СБП – сдвиг в базальной плоскости ($\{110\} < 1\bar{1}0 >$).

В [14] были исследованы упругие постоянные монокристаллов сплавов $TiNi$ - $TiFe$, стабильных и постепенно теряющих устойчивость сначала к одному В2-Р, а затем и к двум МП В2-Р-В19' (рис. 3). Это позволило связать эволюция упругих свойств с изменениями в структуре сплавов.

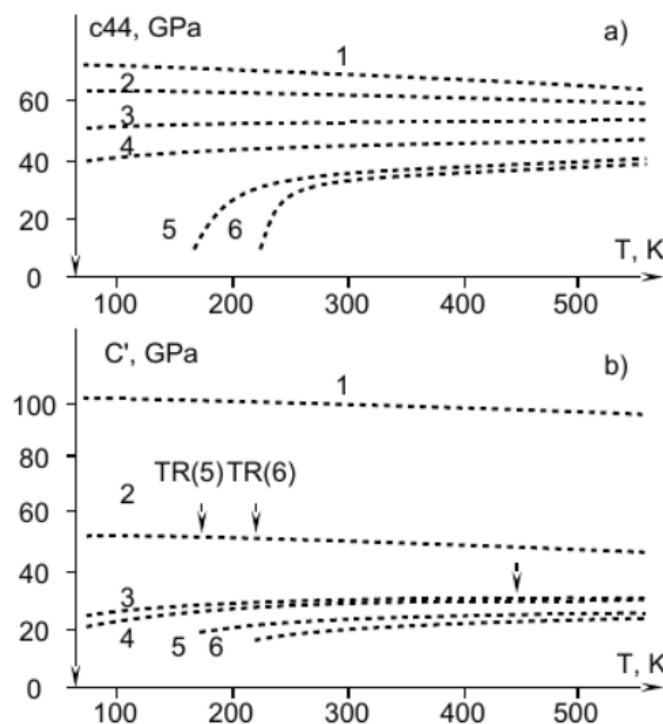


Рис. 3 – Поведение упругих постоянных решетки c_{44} (a) и C' (b) монокристаллов $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{50-x}\text{Fe}_x$, $x=50, 25, 10, 5, 2$ (1-5) и $\text{Ti}_{49}\text{Ni}_{51}$ (6), соответственно

В сплавах на основе TiFe ($\text{Ti}_{50}\text{Fe}_{50}$ и $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{25}$), состав которых далек от сплавов с МП, упругие постоянные решетки C' и c_{44} при охлаждении ведут себя нормально ($dc'/dT < 0$, $dc_{44}/dT < 0$), а их значения достаточно высоки. Можно отметить только следующие особенности упругих характеристик сплавов: редкую для металлических систем анизотропию кристаллов $\text{Ti}_{50}\text{Fe}_{50}$ ($A < 1$) и, в результате уменьшения модуля C' , практически полную изотропность упругих свойств решетки интерметаллида $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{25}\text{Fe}_{25}$ ($A \approx 1$). Первые явные признаки снижения устойчивости В2-структуры исследуемых сплавов наблюдаются в сплавах с переходным содержанием железа ($x \leq 15$ ат.%). В $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{35}\text{Fe}_{15}$ нормальная температурная зависимость $C'(T)$ и $c_{44}(T)$ ниже некоторой температуры постепенно становится аномальной. Поскольку с увеличением содержания никеля C' снижается более интенсивно, чем c_{44} , коэффициент упругой анизотропии в этом сплаве становится больше единицы. В $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{40}\text{Fe}_{10}$ “размягчение” упругих постоянных наблюдается во всем исследованном температурном интервале (77-873 К) и усиливается в области низких температур. Однако это “размягчение” не достигает критических значений и МП не реализуются. Таким образом, аномальное поведение модулей упругости в предмартенситном диапазоне состояний может наблюдаться даже в материалах, не испытывающих самих МП. Наконец, в сплавах на основе TiNi ярко выраженные аномалии упругих свойств завершаются превращением В2-Р в $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{45}\text{Fe}_5$ (при 185 К) и цепочками превращений В2-Р-В19' в $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{48}\text{Fe}_2$ и $\text{Ti}_{49}\text{Ni}_{51}$ при температурах ниже 240 и 285 К, соответственно. Вблизи структурных переходов “размягчение” решетки сплавов возрастает, причем c_{44} испытывает более сильные изменения, чем C' . В результате исходная В2-решетка приближается к упруго-изотропной, а её сопротивление деформированию становится аномально низким во всех основных кристаллографических системах сдвига (табл. 4).

Таблица 4 – Модули упругости в основных кристаллографических системах атомных смещений в кубических кристаллах

c_{11}	$1/2(c_{11} + c_{12} + 2c_{44})$	$1/3(c_{11} + 2c_{12} + 4c_{44})$	c_{44}	C'	$1/3(2C' + c_{44})$
L			T		
E_{100}	E_{110}	E_{111}	G_{100}	G_{110}	$G_{111}=c_s$
(100)[100]	(110)[110]	(111)[111]	(001)[hk0]: (001)[100], (001)[110], ... (0kl)[100]: (010)[100], (011)[100], ...	(110)[1 $\bar{1}$ 0]	(111)[1 $\bar{1}$ 0] (112)[11 $\bar{1}$] (110)[1 $\bar{1}$ 1] (123)[11 $\bar{1}$]

Низкая величина A указывает на то, что в исследованных сплавах имеется несколько “мягких” систем сдвига $\{110\} \langle 1\bar{1}0 \rangle$, $\{001\} \langle 110 \rangle$, $\{011\} \langle 100 \rangle$, $\{111\} \langle 1\bar{1}0 \rangle$, $\{112\} \langle 11\bar{1} \rangle$, $\{110\} \langle 1\bar{1}1 \rangle$, $\{123\} \langle 11\bar{1} \rangle$ и др., что обеспечивает многообразие структурных фазовых превращений и их цепочек в этой группе сплавов и уникальные свойства памяти формы и сверхэластичности. Об этом же – наличии “мягких” мод – свидетельствуют тяжи в определенных направлениях обратной решетки и экстрарефлексы в определенных положениях на картинах микродифракции в сплавах на основе TiNi [15, 16].

Благодарности

Работа выполнена в соответствии с планом НИР АААА-А16-116102010059-6 ФГАНУ ЦИТиС (2017-2021 гг.) кафедры НФ и МФ МГМСУ им. А.И. Евдокимова.

Конфликт интересов

Не указан.

Acknowledgement

The work was carried out in accordance with the research plan АААА-А16-116102010059-6 of FSANU CITIS (2017–2021) of the Department of NF and MF A.I. Evdokimova MSUMD.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов: Справочник. Под ред. И.Н. Францевича. Киев: Наукова Думка (1982) 286 с.
2. Guénin G. Contribution a l'etude de la nucleation transformations martensitiques thermoelastiques cas de l'alliage ternaire Cu-Zn-Al / G. Guénin // These... docteur-ingenieur. Lyon, 1979. 167 p.
3. Everson J. H. Phys. Status solidi / J. H. Everson, J. H. Chen, Ph. C. Clapp // A59 2 795 (1980).
4. Martinson R. H. Phys. Rev / R. H. Martinson. 178 3 902 (1969).
5. Landa M. Materials Science and Engineering / M. Landa A 462 320 (2007).
6. Nagasawa A. Proc. Int Conf. Martensitic Transform / A. Nagasawa // ICOMAT (1979) Cambridge, Mass., USA. 423 (1979).
7. Goasdoue C. Acta met / C. Goasdoue, P. S. Ho, S. L. Sass // 20 5 725 (1972).
8. Robin M. Etude de la transformation martensitique en avalanche d'un alliage de fer a 32% de nickel et de l'émission électrique associée. Thèse ... docteur d'état es-sciences / M. Robin. Lyon, (1981) 249 p.
9. Mercier O. Appl. Phys / O. Mercier, K. N. Melton, G. Gremaud, J. J. Hagi. (1980) 51 3 1833.
10. Муслов С. А. Применение материалов с эффектом памяти формы в науке, технике и медицине С. А. Муслов. – М.: Издательский дом "Фолиум" (2007) 328 с.
11. Кузнецов А. В. Известия вузов, сер. Физика / А. В. Кузнецов, С. А. Муслов, А. И. Лотков. (1987) 7 98.
12. Муслов С. А. Известия вузов, сер. Физика / С. А. Муслов, А. В. Кузнецов, В. Н. Хачин и др. (1987) 8 104.
13. Otsuka K. Progress in Materials Science / K. Otsuka X. Ren. 50 511 (2005).
14. Муслов С. А. Предмартенситные состояния в монокристаллах сплавов TiNi-TiFe и TiNi-TiCu: (01.04.07): Дис. на соиск. учен. степ. канд. физ.-мат. наук / Том. гос. ун-т им. В.В. Куйбышева / С. А. Муслов, 1987. – 166 с.
15. Хачин В. Н. Доклады АН СССР / В. Н. Хачин, С. А. Муслов, В. Г. Пушин и др. (1987) 295 3 606.
16. Муслов С. А. Письма о материалах / С. А. Муслов, В. Н. Хачин, В. Г. Пушин и др. (2015) 5 4 420.

Список литературы на английском / References in English

1. Uprugiy postoyannyye i moduli uprugosti metallov i nemetallov [Elastic Constants and Elastic Moduli of Metals and Nonmetals: a Handbook.] Ed. by I.N. Frantsevich. Kiev: Naukova Dumka (1982) 286 p. [In Russian]
2. Guénin G. Contribution a l'etude de la nucleation transformations martensitiques thermoelastiques cas de l'alliage ternaire Cu-Zn-Al / G. Guénin // These... docteur-ingenieur. Lyon, 1979. 167 p.
3. Everson J. H. Phys. Status solidi / J. H. Everson, J. H. Chen, Ph. C. Clapp // A59 2 795 (1980).
4. Martinson R. H. Phys. Rev / R. H. Martinson. 178 3 902 (1969).
5. Landa M. Materials Science and Engineering / M. Landa A 462 320 (2007).
6. Nagasawa A. Proc. Int Conf. Martensitic Transform / A. Nagasawa // ICOMAT (1979) Cambridge, Mass., USA. 423 (1979).
7. Goasdoue C. Acta met / C. Goasdoue, P. S. Ho, S. L. Sass // 20 5 725 (1972).
8. Robin M. Etude de la transformation martensitique en avalanche d'un alliage de fer a 32% de nickel et de l'émission électrique associée. Thèse ... docteur d'état es-sciences / M. Robin. Lyon, (1981) 249 p.
9. Mercier O. Appl. Phys / O. Mercier, K. N. Melton, G. Gremaud, J. J. Hagi. (1980) 51 3 1833.
10. Muslov S. A. Primeneniye materialov s effektivom pamyati formy v nauke, tekhnike i meditsine [Use of Materials with Shape Memory Effect in Science, Technology and Medicine] / S. A. Muslov. – М.: Publishing house "Folium" (2007) 328 p. [In Russian]
11. Kuznetsov A. V. Izvestiya vuzov, ser. Fizika [Proceedings of universities, ser. Physics] / A. V. Kuznetsov, S. A. Muslov, A. I. Lotkov and others (1987) 7 98. [In Russian]
12. Muslov S. A. Izvestiya vuzov, ser. Fizika [Proceedings of universities, ser. Physics] / S. A. Muslov, A. V. Kuznetsov, V. N. Khachin and others. (1987) 8,104. [In Russian]
13. Otsuka K. Progress in Materials Science 50 511 / K. Otsuka, X. Ren. (2005).
14. Muslov S. A. Predmartensitnyye so-stoyaniya v monokristallakh splavov TiNi-TiFe i TiNi-TiCu: [Premartensitic States in Single Crystals of TiNi-TiFe and TiNi-TiCu Alloys:] / S. A. Muslov (01.04.07): PhD thesis in Physics and Mathematics / Tomsk state university named after V.V. Kuibyshev, 1987. – 166 p. [In Russian]
15. Khachin V. N. Doklady AN SSSR [Reports of the USSR] / V. N. Khachin, S. A. Muslov, V. G. Pushin and others. Academy of Sciences (1987) 295 3 606. [In Russian]
16. Muslov S. A. Pis'ma o materialakh (2015) [Material Letters (2015)] / S. A. Muslov, V. N. Khachin, V. G. Pushin and others. 5 4 420. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.003>

ОЦЕНКА ВКЛАДА НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ В ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ ПРИ НАЛИЧИИ В ПИТАЮЩЕМ НАПРЯЖЕНИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Научная статья

Сысун В.И.^{1,*}, Олещук О.В.², Соболев Н.В.³, Тихомиров А.А.⁴^{1, 2, 3, 4} Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

* Корреспондирующий автор (sasha.82[at]mail.ru)

Аннотация

В настоящей работе предложена методика расчета токовых гармоник генерируемых нелинейной нагрузкой при условии наличия в питающей сети высших гармоник напряжения. Предложена модель нелинейной нагрузки потребителя. Получены условия применения независимых схем для каждой гармоники напряжения. Рассмотрено влияние высших гармоник напряжения нелинейной нагрузки на высшие гармоники тока. Данная методика может быть использована для расчетов показателей качества электроэнергии в сети при наличии нелинейных нагрузок.

Ключевые слова: высшие гармоники, нелинейная нагрузка, электроэнергетика.

EVALUATING THE CONTRIBUTION OF NON-LINEAR LOADS TO HIGHER-ORDER HARMONICS OF NETWORK VOLTAGE IN SUPPLY VOLTAGE OF HIGHER-ORDER HARMONICS

Research article

Sysun V.I.^{1,*}, Oleshchuk O.V.², Sobolev N.V.³, Tikhomirov A.A.⁴^{1, 2, 3, 4} Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

* Corresponding author (sasha.82[at]mail.ru)

Abstract

The following paper proposes a method for calculating current harmonics generated by the non-linear load in the supply voltage of higher-order harmonics of the voltage. A model of non-linear consumer load is also proposed. The conditions for the use of independent circuits for each voltage harmonic are obtained. The effect of higher-order harmonics of non-linear load voltage on higher-order harmonics of the current is considered. This method can be used to calculate the quality of electricity in the network in case of non-linear loads.

Keywords: higher harmonics, non-linear load, electric power industry.

Генерация высших гармоник тока различными типами электрооборудования в настоящее время является важным объектом исследования [1], [2], [3], [4]. Дополнительной задачей является учёт наличия в напряжении сети своих высших гармоник, что усложняет анализ состояния технических средств и прогноза их ресурса [5], [6]. Показателями качества электроэнергии в сети являются суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения

$K_u = \frac{1}{U_{(1)\phi}} \sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)\phi}^2}$ и коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)} = \frac{U_{(n)\phi}}{U_{(1)\phi}}$. Здесь $U_{(1)\phi}$ и $U_{(n)\phi}$ действующие значения первой и n-ой гармоники напряжения. Другим показателем нелинейности в узле сети являются искажающая мощность n-ой гармоники $D_{(n)} = U_{(1)} I_{II(n)}$, где $I_{II(n)}$ ток n-ой гармоники потребляемой нагрузкой.

Целью настоящей работы является оценка влияния высших гармоник напряжения на высшие гармоники тока нелинейной нагрузки и методика определения собственных генерируемых гармоник тока по их измерениям при наличии в сети высших гармоник напряжения.

При подаче на нелинейную нагрузку синусоидального напряжения в токе возникают гармоники с кратными частотами обусловленные нелинейной зависимостью тока и напряжения [7, С.495], [8], [9]

$$i(t) = \dot{I}_1 e^{i\omega t} + \dots + \dot{I}_n e^{in\omega t}, \quad I_n = I_n e^{i\vartheta_{in}}, \quad (1)$$

где ϑ_{in} – сдвиг фазы n – ой гармоники тока относительно фазы напряжения в начальный момент времени. Амплитуды гармоник могут быть вычислены при аппроксимации характеристики цепи математической зависимостью, например, степенным полиномом или гиперболическим синусом [10, С. 460], а также измерены и внесены в паспорт нагрузки. Аппроксимация гиперболическим синусом при соответствующем выборе коэффициентов разложения может быть сведена к степенной аппроксимации. При симметричной вольт – амперной характеристике она аппроксимируется нечётными степенями напряжения, а в токе будут только нечётные гармоники

$$I(t) = \dot{Y}_1(\omega)U(\omega_1, t) + \dot{Y}_3(\omega)U^3(\omega_1, t) + \dots + \dot{Y}_k(\omega)U^k(\omega_1, t) \quad (2)$$

Коэффициенты разложения могут зависеть от частоты и представляют собой комплексные проводимости.

При малых значениях нелинейности выполняется условие:

$$(\omega)U^n(\omega_1) \ll Y_1(\omega_1)U(\omega_1) \quad (3)$$

Основной вклад в гармонику тока даёт соответствующий член разложения (2):

$$I_n \approx \dot{Y}_n \frac{\dot{U}^n}{2^{n-1}}$$

Тогда условие малой нелинейности (3) запишется в виде

$$I_{n>1} \ll I_1 \quad (4)$$

Степень неравенства (3) определяется допустимой погрешностью.

В процессе эксплуатации параметры цепи могут изменяться, и требуется контроль генерируемых высших гармоник тока. Однако, напряжение питания сети тоже может содержать высшие гармоники

$$\dot{U}(\omega t) = \dot{U}_1 e^{i\omega t} + \dots + \dot{U}_n e^{in\omega t}, \quad \dot{U}_n = U_n e^{i\vartheta_{un}} \quad (5)$$

и требуется определение собственных гармоник тока нагрузки по измерениям высших гармоник тока при напряжении сети со своими высшими гармониками.

При оценке вклада нелинейной нагрузки в высшие гармоники напряжения сети [9, 11 - 12] нелинейная нагрузка потребителя моделируется параллельно подсоединёнными эквивалентными проводимостями для каждой гармоники $\dot{Y}_{П(n)}$ и источниками тока каждой гармоники $\dot{I}_{H(n)}$ (рис.1).

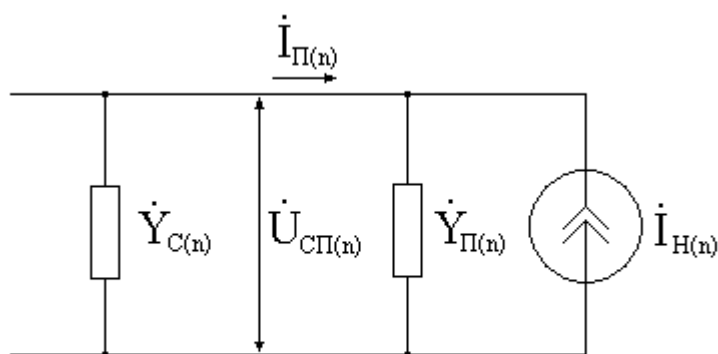


Рис. 1 – Модель нелинейной нагрузки потребителя

При этом сеть в точке присоединения потребителя обладает эквивалентной проводимостью для каждой гармоники $\dot{Y}_{C(n)}$ и может содержать высшие гармоники напряжения $\dot{U}_{СП(n)}$ обусловленные высшими гармониками тока, генерируемые как данной нагрузкой, так и другими потребителями сети. Вкладом высших гармоник напряжения из-за их малости в генерацию токов нагрузки $\dot{I}_{H(n)}$ пренебрегают, но учитывают их вклад в ток, потребляемый нагрузкой:

$$\dot{I}_{П(n)} = \dot{U}_{СП(n)} \cdot \dot{Y}_{П(n)} - \dot{I}_{H(n)} \quad (5)$$

В (5) фазы $\dot{U}_{C(n)}$, $\dot{I}_{П(n)}$, $\dot{I}_{H(n)}$ — отсчитываются от основной гармоники напряжения $\dot{U}_{C(1)}$.

По сути дела приближение (5) и рисунок 1 предполагают учёт для высших гармоник напряжения в (2) только первого линейного члена. Учёт более высоких членов при подстановке (4) в (2) и оставление только наиболее значимых составляющих при условии слабой нелинейности (3) показывает, что для выполнения приближения (5) необходимо дополнительное условие $\sum_{n>1} U_n \ll U_1$, что обычно выполняется.

Пусть $\dot{U}_{C0(n)}$ - напряжение в сети до подключения нагрузки. После подключения нагрузки напряжение определяется из соотношения

$$\dot{U}_{СП(n)} = \dot{U}_{C0(n)} - \frac{\dot{I}_{П(n)}}{\dot{Y}_{C(n)}} \quad (6)$$

После подстановки в (5) будем иметь:

$$\dot{U}_{СП(n)} = \frac{\dot{U}_{C0(n)} \dot{Y}_{C(n)}}{\dot{Y}_{C(n)} + \dot{Y}_{П(n)}} + \frac{\dot{I}_{H(n)}}{\dot{Y}_{C(n)} + \dot{Y}_{П(n)}} \quad (7)$$

Как видно из (7) проводимость нагрузки (в том числе если она будет линейной) обычно уменьшает напряжение гармоник сети, а вклад от индуцированных высших гармоник тока определяется как амплитудами индуцированных токов, так и их фазами. Это позволяет компенсировать кратные гармоники напряжения взаимной компенсацией индуцированных токов от нескольких нелинейных нагрузок. Искажающая мощность высшей гармоники после подключения нагрузки $\dot{D}_{(n)}$ согласно (5) состоит из двух составляющих: генерирующей искажающей мощности $\dot{D}_{Г(n)} = \dot{U}_{(1)} \dot{I}_{H(n)}$, и поглощаемой искажающей мощности $\dot{D}_{П(n)} = \dot{U}_{(1)} \dot{U}_{C(n)} \dot{Y}_{П(n)}$. Таким образом, параметры

нелинейной нагрузки $\dot{Y}_{П(n)}$ и $\dot{I}_{Н(n)}$ являются определяющими изменения нагрузкой коэффициентом высших гармоник $K_{U(n)}$ и искажающей мощности сети $\dot{D}_{(n)}$. Это определяет необходимость текущего контроля над значением их амплитуд и фаз в процессе работы нагрузки.

Определение двух параметров нелинейной нагрузки $\dot{Y}_{П(n)}$ и $\dot{I}_{Н(n)}$ требует измерений тока и напряжения гармоники в узле в двух разных режимах работы сети ($\dot{U}_{СП(n)}\dot{I}_{П(n)}$ и $\dot{U}_{СП(n)}\dot{I}_{П(n)}$) на интервале времени, за которое данная нагрузка не изменяется [11]. Изменение режима сети может проходить естественно в течении суток, либо в результате подключения второй нагрузки. Тогда согласно (5):

$$\dot{Y}_{П(n)} = \frac{\dot{I}_{П(n)} - \dot{I}_{П(n)}}{\dot{U}_{СП(n)} - \dot{U}_{СП(n)}} \quad (8)$$

$$\dot{I}_{Н(n)} = \frac{1}{2} [\dot{Y}_{П(n)}(\dot{U}_{СП(n)} + \dot{U}_{СП(n)}) - (\dot{I}_{П(n)} + \dot{I}_{П(n)})] \quad (9)$$

При чисто активной нагрузке проводимость $\dot{Y}_{П(n)}$ не зависит от частоты и равна проводимости для первой гармоники

$$\dot{Y}_{П(n)} = \dot{Y}_{П(1)} = \frac{I_1}{U_1} \quad (10)$$

Фазы генерируемых токов высших гармоник будут совпадающими с фазой первой гармоники тока при учёте их возможных разных знаков. Тогда из (5) будем иметь:

$$-\frac{I_{Н(n)}}{I_1} = \frac{I_{П(n)}}{I_1} - \frac{U_{СП(n)}}{U_1} \quad (11)$$

Мнимые части членов правой части (11) должны компенсировать друг друга. Тогда получаем:

$$-\frac{I_{Н(n)}}{I_1} = \frac{I_{П(n)}}{I_1} \cos \theta_{I(n)} - \frac{U_{СП(n)}}{U_1} \cos \theta_{U(n)} \quad (12)$$

Здесь $\theta_{I(n)}$ и $\theta_{U(n)}$ сдвиги фаз измеряемых гармоник тока и напряжения относительно основной гармоники. При совпадении фаз гармоник напряжения $\theta_{U(n)} = 0$ также будем иметь $\theta_{I(n)} = 0$ и получим в (12) алгебраическую сумму относительных гармоник тока и напряжения.

Таким образом, соотношения 8, 9, 12 позволяют рассчитывать собственные проводимости нагрузки в процессе её эксплуатации и генерируемые нагрузкой токи высших гармоник при наличии с сети высших гармоник напряжения. Получены условия применения независимых схем для каждой гармоники напряжения. Рассмотрено влияние высших гармоник напряжения нелинейной нагрузки на высшие гармоники тока.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Semwal S. Group control and identification of residential appliances using a nonintrusive method / S. Semwal, M. Singh, R. S. Prasad // *Turk. J. Elect. Eng. Comput. Sci.* – 2015. – Vol. 23, no. 6. – P. 1805–1816.
2. Jettanasen C. Analytical study of the harmonics issued from LED lamp driver / C. Jettanasen, C. Pothisarn // *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and computer scientists.* – 2014. – Vol. II. – P. 683–686.
3. Большаков О. В. О происхождении и измерении гармонических искажений в электрических сетях / О. В. Большаков, О. А. Васильева // *Автоматизация и IT в энергетике.* – 2016. – №11(88). – С. 2–11.
4. Фархадзе Э. М. Расчёт показателей несинусоидального режима узла нагрузки / Э. М. Фархадзе, Г. Б. Гулиев // *Электричество.* – 2002. – №8. – С. 20–25.
5. Шклярский Я. Э. Влияние гармонического состава тока и напряжения на мощность искажения / Я. Э. Шклярский, А. А. Брагин, В. С. Добуш // *Нефтегазовое дело.* – 2012. – №4. – С. 26–31.
6. Тухас В. А. Инжекция высших гармоник тока в электрическую сеть различными типами светового оборудования общего назначения / В. А. Тухас, О. В. Олещук, А. А. Комбин и др. // *Технологии ЭМС.* – 2016. – №4 (59). – С. 25–31.
7. Гоноровский В. С. Радиотехнические цепи и сигналы / В. С. Гоноровский. – М. : Радио и связь, 1986. – 512 с.
8. Демирчан Теоретические основы электротехники / К. С. Демирчан, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин. – М. 2003. – Т. 2. – 575 с.
9. Харлов Н. Н. Математическое моделирование и идентификация узлов нагрузки с нелинейными электроприёмниками / Н. Н. Харлов // *Электричество.* – 2006. – №2. – С. 7–12.
10. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Бессонов. – М. : Гардарики, 2002. – 638 с.
11. Смирнов С. С. Вклад потребителя в уровни напряжения высших гармоник в узлах электрической сети / С. С. Смирнов, Л. И. Коверникова // *Электричество.* – 1996. – №1. – С. 58–64.
12. Смирнов Метод определения фактических вкладов сети и потребителя в коэффициенты высших гармоник напряжения узла / С. С. Смирнов // *Электричество.* – 2005. – №10. – С. 54–61.
- 13.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Semwal S. Group control and identification of residential appliances using a nonintrusive method / S. Semwal, M. Singh, R. S. Prasad // *Turk. J. Elect. Eng. Comput. Sci.* – 2015. – Vol. 23, no. 6. – P. 1805–1816.
2. Jettanasen C. Analytical study of the harmonics issued from LED lamp driver / C. Jettanasen, C. Pothisarn // *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and computer scientists.* – 2014. – Vol. II. – P. 683–686.
3. Bolshakov O. V. O proishozhdenii i izmerenii garmonicheskikh iskaghenii v electrichestkikh setax [About origin of harmonic distortion change] / O. V. Bolshakov, O. A. Vasil'eva // *Avtomatizatsia i IT v energetike* [Automatic and IT in power engineering]. – 2016. – №11(88). – P. 2–11. [in Russian]
4. Farharidze A. M. Rashet pokazatelei nesibusoidalnogo regima uzla nagruzki [Estimation of nonsinusoidal mode parameters of load node] / A. M. Farharidze, G. B. Guliev // *Elektrichestvo* [Electricity]. – 2002. – №8. – P. 20–25. [in Russian]
5. Shklarski Ja. A. Vlianie garmonicheskogo sostava toka i napragnenia na moshnost iskagnenia [Influence of harmonic current and voltage content on distortion power] / Ja. A. Shklarski, A. A. Bragin, V. S. Dovbush // *Neftegazovoe delo* [Oil and gas engeneering]. – 2012. – №4. – P. 26–31. [in Russian]
6. Tuhas V. A. Ingekcia vishih garmonic toka v electrisheskuy set razlichnimi tipami svetovogo [Different types lighting equipment current ingestion of higher harmonics in electric power system] / V. A. Tuhas, O. V. Oleshuk, A. A. Kombin. *Tehnologii EMS* [Technology of EMS]. – 2016. – №4 (59). – P. 25–31. [in Russian]
7. Gonorovskii V. S. Radiotekhnicheskie cepi i signali [Radiotechnical circuit and signal] / V. S. Gonorovskii. – M. : Radio i svaz [Radio and signal], 1986. – 512 P. [in Russian]
8. Demirchan K. S. Teoreticheskie osnovi electrotechiniki [Theoretical basic of electrotechics] / K. S. Demirchan, L. S. Neiman, N. V. Korovkin – M. 2003. – V 2. – 575 P. [in Russian]
9. Harlov N. N. Matematicheskoe modelirovanie i indeficatsia uzlov nagruzki c nelineinimi [Mathematical modelling and edification of power node with nonlinear load] / N. N. Harlov // *Elektrichestvo* [Electricity]. – 2006. – №2. – P. 7–12. [in Russian]
10. Bessonov L. A. Teoreticheskie osnovi electrotechniki. Electrichestkie cepi [Theoretical basics of electrotechnics. Electrical circuits] / L. A. Bessonov – M. : Gardariki, 2002. – 638 P. [in Russian]
11. Smirnov S. S. Vklad potrebitela v urovni napragnenia vishih garmonic v uzlax electrichestkoi [Load contribution in the level of high harmonic voltage level of node power system] / S. S. Smirnov, L. I. Kovernikova // *Elektrichestvo* [Electricity]. – 1996. – №1. – P. 58–64. [in Russian]
12. Smirnov S. S. Metod opredelenia fakticheskikh vkladov seti i potrebitela v koefficienti vishix garmonic napragnenia [Method of real contribution power system and load definition in high harmonic node voltage coefficient] / S. S. Smirnov // *Elektrichestvo* [Electricity]. – 2005. – №10. – C. 54–61. [in Russian]

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЯ НА УПЛОТНЯЮЩИЙСЯ ЛЕСНОЙ ПОЧВОГРУНТ

Научная статья

Андронов А.В.^{1,*}, Котенев Е.В.², Пегов В.Ю.³^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (andronovalexandr[at]gmail.com)

Аннотация

Предлагаемая статья направлена на разработку математической модели процесса взаимодействия движителя машины с грунтом, свойства которого изменяются непосредственно в процессе взаимодействия. Базой для исследования служат положения теории движения автомобильного транспорта в условиях бездорожья, математический анализ. Основой математической модели является схема взаимодействия штампа-двигателя и деформируемого массива грунта ограниченной толщины, размещенного на жестком недеформируемом основании. При разработке модели использована степенная зависимость модуля деформации от плотности грунта, изменяющейся под воздействием штампа-двигателя вслед за относительной деформацией сжатия массива грунта. Решение уравнения для осадки штампа получено в виде полиномов Тейлора, это позволяет получить расчетное значение глубины колеи не прибегая к итерациям, что упрощает разработку автоматизированных рабочих мест, предназначенных для оценки показателей взаимодействия техники с грунтами лесосек на стадии планирования технологического процесса заготовки древесины. На примере взаимодействия движителей лесных машин со слабыми лесными грунтами показано, расчетные значения глубины колеи, полученные с использованием предлагаемой математической модели, заметно отличаются от значений, полученных расчетом при постоянном значении модуля деформации. Так, при давлении в диапазоне 0,06-0,1 МПа, характерном для взаимодействия колесных движителей лесных машин с грунтом, прогнозируемые значения глубины колеи ниже на 30-60 %. В заключении отмечаются перспективные направления дальнейших разработок, заключающиеся в исследовании изменения физико-механических свойств грунта, характеризующих сопротивление грунтов сдвигу и разработке математических моделей, учитывающих потерю несущей способности грунта, расчетное значение которой также изменяется при уплотнении.

Ключевые слова: лесные машины, грунт, математический анализ, деформация, глубина колеи, упрочнение грунта, заготовка древесины.

MATHEMATICAL MODEL OF THE IMPACT OF THE PROPELLING DEVICE ON THICKENING FOREST SOIL

Research article

Andronov A.V.^{1,*}, Kotenev E.V.², Pegov V.Yu.³^{1, 2, 3} St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia

* Corresponding author (andronovalexandr[at]gmail.com)

Abstract

The goal of the presented article is to develop the mathematical model of the interaction process between a track mover of a machine and a ground, its properties change directly during the interaction. The provisions of the theory of road transport movement under off-road conditions are the basis for the study, and mathematical analysis. The basis of the mathematical model is the interaction scheme between the track mover and the deformable soil massif of limited thickness placed on a rigid non-deformable base. When developing the model, the authors used a power-law dependence of the deformation modulus on the density of the soil, changing under the influence of the mover stamp following the relative compression of the soil mass. The solution of the equation for stamp precipitation is obtained in the form of Taylor polynomials, this allows to obtain the calculated value of the track depth without resorting to iterations, which simplifies the development of automated workplaces designed to estimate the indicators of the interaction of equipment with the cutting areas at the stage of wood harvesting. On the example of the interaction of thrusters of forest machines with weak forest soils it is shown that the calculated values of the depth of the gauge, obtained with the use of proposed mathematical model, differ markedly from the values obtained by calculation at a constant value of the deformation modulus. So, having a pressure within the range of 0.06-0.1 MPa, which is characteristic of the interaction of wheeled movers of forest machines with the ground, the predicted values of the track depth are lower by 30-60%. In conclusion, promising areas for further development are noted, consisting in the study of changes in the physical and mechanical properties of the soil, which characterize the resistance of soils to shear and the development of mathematical models that take into account the loss of bearing capacity of the soil, the calculated value of which also changes during compaction.

Keywords: forest machines, soil, mathematical analysis, deformation, track depth, soil strengthening, timber harvesting.

Введение

Изучение показателей взаимодействия движителей лесных машин с грунтами – актуальная область исследований в науке о лесозаготовительном производстве. Под воздействием движителей колесных и гусеничных машин грунты

уплотняются, происходит формирование колеи, глубина которой является одним из показателей оценки экологичности технологии заготовки древесины [1]. Кроме того, на базе результатов исследования колееобразования проводится оценка тягово-сцепных свойств движителей и проходимости машин [2], [3]. При уплотнении свойства грунтов изменяются, происходит упрочнение массива грунта. Это явление до настоящего времени не получило законченного научного описания.

Цель настоящей статьи – представить математическую модель процесса взаимодействия движителя машины с грунтом, свойства которого изменяются непосредственно в процессе взаимодействия.

Методы исследования – положения теории движения автомобильного транспорта в условиях бездорожья, математический анализ.

Результаты исследования. При разработке математической модели будем считать движитель штампом, воздействующим на деформируемый массив грунта ограниченной толщины, размещенный на жестком недеформируемом основании, по аналогии с [4], [5], [6]. Для этого используется расчетная схема, представленная на рисунке 1.

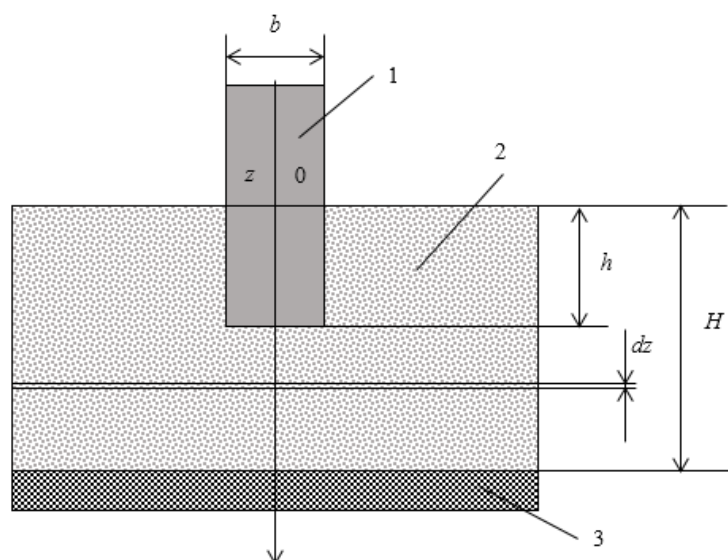


Рис. 1 – Схема к построению математической модели взаимодействия движителя с упрочняющимся грунтом: 1 – движитель машины, 2 – деформируемый грунт, 3 – жесткое (недеформируемое) основание

Сжатие элементарного слоя массива грунта определяется по формуле Я.С. Агейкина [7], [8]:

$$dh = \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} dz \quad (1)$$

где ε – относительная деформация элементарного слоя грунта, z – координата, отсчитываемая от площадки контакта движителя с грунтом.

Суммарная деформация сжатия массива грунта находится по формуле [7], [8]:

$$h = \int_0^{H-h} \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} dz \quad (2)$$

где H – толщина деформируемого слоя грунта.

Традиционно решение задачи строится с использованием линейного выражения [7], [8]:

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma \quad (3)$$

где E – модуль деформации грунта, σ – нормальное напряжение в массиве грунта, изменяющееся по глубине [7], [8]:

$$\sigma = \frac{Jp}{1 + \left(\frac{z}{aB}\right)^2} \quad (4)$$

где J – коэффициент учета геометрических параметров пятна контакта движителя с опорной поверхностью, p – среднее давление движителя по поверхности пятна контакта, a – коэффициент учета толщины деформируемого массива грунта, B – ширина пятна контакта движителя с опорной поверхностью.

Модуль деформации в формуле (3), как правило, считается постоянной величиной, не зависящей от σ , ε [4], [5], [6].

Необходимо учесть изменение модуля деформации E при уплотнении. В геометрической интерпретации зависимости «напряжение-сжатие» модуль деформации E представляет собой тангенс угла наклона касательной к графику напряжения σ от деформации ε . Тогда при нелинейной функции $\sigma(\varepsilon)$ «мгновенный» модуль деформации E определяется, как:

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \quad (5)$$

Относительная деформация ε связана с плотностью грунта ρ формулой [9]:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \varepsilon} \quad (6)$$

где ρ_0 – начальная плотность грунта до воздействия напряжения σ .

Результаты исследований показывают, что модуль деформации E выражается через плотность грунта степенной зависимостью [9], [10]:

$$E = a_E \rho^{b_E} \quad (7)$$

где a_E , b_E – числовые коэффициенты, зависящие от свойств грунта, его типа и состояния.

Например, лесные грунты принято классифицировать по категориям. Характерные значения ρ , E , H для различных категорий лесных грунтов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства лесных грунтов различных категорий [9]

Категория лесного грунта	ρ , г/см ³	E , МПа	H , м
Слабый (III)	0.75	0.4	0.8
Нормальный (II)	1	1	0.4
Прочный (I)	1.25	3	0.3

По данным таблицы 1 при помощи метода наименьших квадратов установим, что для лесного грунта коэффициенты в формуле (7): $a_E = 1,16$, $b_E = 3,91$.

Перепишем уравнение (7) с учетом выражения (6) возможно следующим образом:

$$E = a_E \left(\frac{\rho_0}{1 - \varepsilon} \right)^{b_E} = E_0 \left(\frac{1}{1 - \varepsilon} \right)^{b_E} \quad (8)$$

где E_0 – модуль деформации грунта по формуле (7) при $\rho = \rho_0$, то есть до воздействия движителя.

На основании формул (5), (8), получили:

$$\frac{d\varepsilon}{d\sigma} = \frac{1}{E_0} (1 - \varepsilon)^{b_E} \quad (9)$$

Решение дифференциального уравнения (9) при начальном условии $\varepsilon(0) = 0$ имеет вид:

$$\varepsilon = 1 - \left(\frac{E_0}{\sigma(b_E - 1) + E_0} \right)^{\frac{1}{b_E - 1}} \quad (10)$$

Непосредственная попытка взятия определенного интеграла по (2) с учетом (4), (10) приводит к сложностям математического характера. Для облегчения решения и упрощения последующих выкладок подынтегральная функция представится в уравнении (2) в виде полинома Тейлора:

$$\frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} = \left(\frac{(b_E - 1)\sigma + E_0}{E_0} \right)^{\frac{1}{b_E - 1}} - 1 = f \approx \sum_{n=1}^k \frac{f^n}{n!} \sigma^n \approx \sum_{n=1}^k \zeta_n \sigma^n \quad (11)$$

где f^n – производная функции f порядка n по σ в точке 0, коэффициенты ζ_n при σ^n :

$$\begin{aligned} \zeta_1 &= \frac{1}{E_0} \\ \zeta_2 &= -\frac{b_E - 2}{2E_0^2} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\zeta_3 = \frac{2b_E^2 - 7b_E + 6}{3E_0^3}$$

$$\zeta_4 = -\frac{6b_E^3 - 29b_E^2 + 46b_E - 24}{4E_0^4}$$

Коэффициенты ζ_n не зависят от z , тогда запишем уравнение (2) следующим образом:

$$h \approx \sum_{n=1}^k \zeta_n \int_0^{H-h} \sigma^n dz \quad (13)$$

Для того, чтобы взять неопределенный интеграл рациональной дроби, используется следующая формула:

$$\int \frac{1}{(1+x^2)^n} dx = \frac{x}{2n-1} \sum_{j=1}^{n-1} \frac{(2n-1)(2n-3)(2n-5)\dots(2n-2j+1)}{2^j(n-1)(n-2)\dots(n-j)(1+x^2)^{n-j}} + \frac{(2n-3)!!}{2^{n-1}(n-1)!} \operatorname{arctg} x \quad (14)$$

Тогда определенные интегралы от степеней n напряжения σ можно определить по формуле (13):

$$\lambda_1 = JpaB \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right)$$

$$\lambda_2 = \frac{J^2 p^2 a^2 B^2 (H-h)}{2(a^2 B^2 + (H-h)^2)} + \frac{J^2 p^2 aB}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right) \quad (15)$$

$$\lambda_3 = \frac{J^3 p^3 a^4 B^4 (H-h)}{4(a^2 B^2 + (H-h)^2)^2} + \frac{3J^3 p^3 a^2 B^2 (H-h)}{8(a^2 B^2 + (H-h)^2)} + \frac{3J^3 p^3 aB}{8} \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right)$$

$$\lambda_4 = \frac{J^4 p^4 a^6 B^6 (H-h)}{6(a^2 B^2 + (H-h)^2)^3} + \frac{5J^4 p^4 a^4 B^4 (H-h)}{24(a^2 B^2 + (H-h)^2)^2} + \frac{5J^4 p^4 a^2 B^2 (H-h)}{16(a^2 B^2 + (H-h)^2)} + \frac{5J^4 p^4 aB}{16} \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right)$$

Уравнение для определения сжатия массива грунта (2) с учетом выражений (13), (15) можно представить следующим образом:

$$h \approx \sum_{n=1}^k \zeta_n \lambda_n \quad (16)$$

где L – длина пятна контакта движителя с опорной поверхностью.

Расчеты при варьировании $B = 0,4 \dots 0,8$ м, $L = 0,8 \dots 5$ м, E, H по таблице 1, $h = 0 \dots 0,8H$, показывают, что в уравнении (16) можно ограничиться $k = 2$ практически без потери точности, тогда:

$$h = \zeta_1 \lambda_1 + \zeta_2 \lambda_2 =$$

$$= \frac{JpaB}{E_0} \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right) + \frac{J^2 p^2 aB}{4E_0^2} \left(\frac{aB(H-h)}{a^2 B^2 + (H-h)^2} + \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right) \right) \quad (17)$$

Более того, в тех же диапазонах варьирования:

$$\frac{aB(H-h)}{a^2 B^2 + (H-h)^2} \approx \frac{aB}{H} \operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right) \quad (18)$$

$$\operatorname{arctg} \left(\frac{H-h}{aB} \right) \approx \frac{3}{4} \left(\frac{H-h}{aB} \right) \quad (19)$$

С учетом (12), (15), (18), (19), получим из (17):

$$h = \frac{3}{4} \frac{Jp}{E_0} (H-h) - \frac{3}{16} \frac{J^2 p^2 (b_E - 2)(aB + H)}{E_0^2 H} (H-h) \quad (20)$$

Решив уравнение (20) относительно h , получим:

$$h = \frac{pC\xi}{1 + pC\xi} H \quad (21)$$

где C – жесткость массива грунта с учетом геометрии пятна контакта, ξ – безразмерная функция упрочнения грунта:

$$C = \frac{3}{4} \frac{J}{E_0} \quad (22)$$

$$\xi = 1 - \chi p \quad (23)$$

где χ – коэффициент упрочнения грунта при уплотнении:

$$\chi = \frac{1}{4} \frac{J}{E_0} \frac{(aB + H)}{H} (b_E - 2) \quad (24)$$

Параметры a , J в выражениях (22), (24) рассчитывается по формулам [7], [8], [10]:

$$a = 0,64 \frac{B + H}{H} \quad (25)$$

$$J = \frac{0,03B + L}{0,43B + 0,6L}$$

(26)

Пример результатов расчета и выводы. Сравнение результатов расчета сжатия h по формуле (21) с решением (2) при $E = \text{const}$ представлено графиками на рисунке 2 ($B = 0,7$ м, $L = 1,3$ м, III категория лесного грунта).

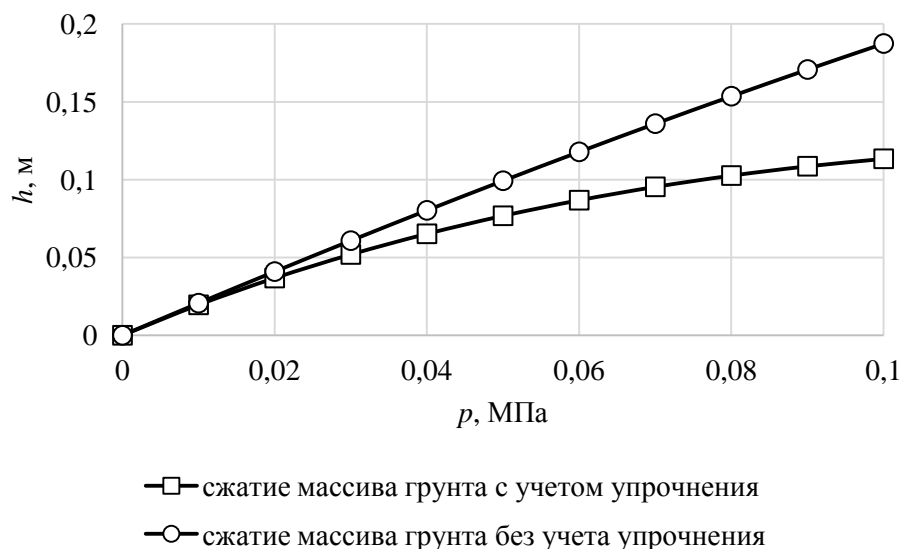


Рис. 2 – Деформация сжатия лесного грунта III категории в зависимости от давления движителя

Как показывают графики, расчетные значения глубины колеи h , полученные с использованием предлагаемой математической модели, заметно отличаются от значений, полученных расчетом при постоянном значении модуля деформации. Так, при давлении в диапазоне 0,06-0,1 МПа, характерном для взаимодействия колесных движителей лесных машин с грунтом, прогнозируемые нами значения h ниже на 30-60 %.

Для наглядности представим результаты расчета изменения E , ρ под воздействием движителя – рисунок 3.

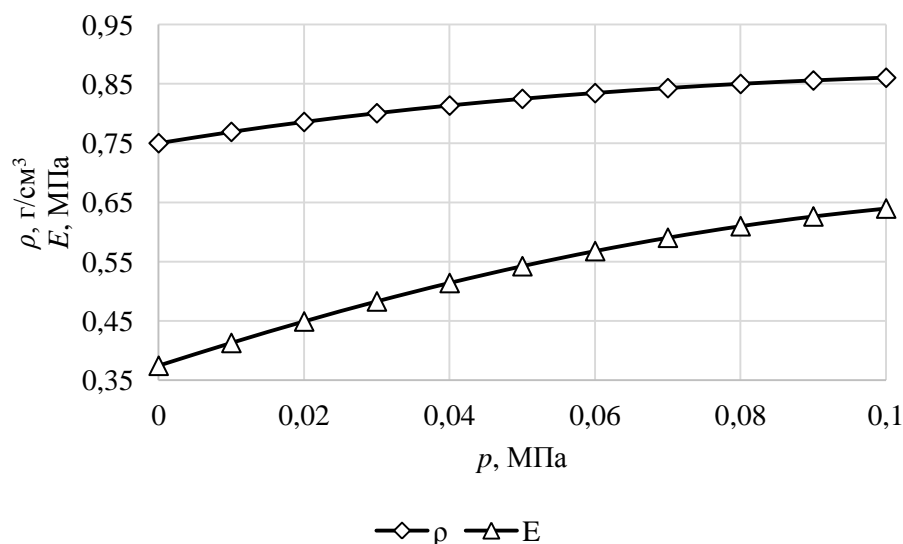


Рис. 3 – Изменение модуля деформации и плотности лесного грунта III категории в зависимости от давления движителя

Расчеты показывают, что при давлении в диапазоне 0,06-0,1 МПа плотность грунта под воздействием движителя увеличивается ориентировочно на 10-15 %, как следствие – модуль деформации увеличивается на 50-90 %.

По нашему мнению, предлагаемая математическая модель позволяет при расчете учесть упрочнение грунта под воздействием движителя, развивая тем самым базу для теоретических исследований взаимодействия движителей лесных машин с опорными поверхностями. Уравнение (21), в отличие от известных ранее, позволяет получить расчетное значение глубины колеи h не прибегая к итерациям, что упрощает разработку автоматизированных рабочих мест (АРМ), предназначенных для оценки показателей взаимодействия техники с грунтами лесосек на стадии планирования технологического процесса заготовки древесины.

Дальнейшие направления исследований, на наш взгляд, следует сосредоточить в следующих направлениях:

1. Исследование изменения физико-механических свойств грунта, характеризующих сопротивление грунтов сдвигу.

2. Разработка математических моделей, учитывающих потерю несущей способности грунта, расчетное значение которой также изменяется при уплотнении.

На базе полученных результатов в перспективе возможна разработка математических моделей, прогнозирующих тягово-сцепные свойства движителей, что будет полезно при оценке подвижности и проходимости лесных машин.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Герасимов Ю. Ю., Сюнёв В. С. Экологическая оптимизация технологических машин для лесозаготовок / Ю. Ю. Герасимов, В.С. Сюнёв. – Йоэнсуу: университет Йоэнсуу, 1998. – 178 с.
2. Анисимов Г. М., Большаков Б.М. Основы минимизации уплотнения почвы трелевочными системами / Г. М. Анисимов, Б.М. Большаков. – СПб. : ЛТА, 2000. – 106 с.
3. Анисимов Г. М. О средствах научного проникновения в исследовании лесных машин и оборудования / Г.М. Анисимов, А. М. Кочнев // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2010. – №4. – С. 39-46.
4. Божбов В. Е. Повышение эффективности процесса трелевки путем обоснования рейсовой нагрузки форвардеров : Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. / Божбов Владимир Евгеньевич. – Архангельск: САФУ., 2015. – 20 с.
5. Устинов В. В. Оценка тягово-сцепных свойств колесных движителей лесных машин методами теории движения автотранспорта по бездорожью : Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. / Устинов Владимир Владимирович. – Архангельск: САФУ., 2016. 20 с.
6. Хахина А. М. Методы прогнозирования и повышения проходимости колесных лесных машин : дис. ... докт. техн. наук : 05.21.01 / Хахина Анна Михайловна. – Архангельск: САФУ., 2018. – 318 с.
7. Агейкин Я. С. Проходимость автомобилей / Я. С. Агейкин – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
8. Агейкин Я. С. Проходимость автомобиля / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская, И.В. Чичекин. – М.: МГИУ, 2010. – 275 с.
9. Хитров Е. Г. Повышение эффективности трелевки обоснованием показателей работы лесных машин при оперативном контроле свойств почвогрунта : Автореферат дисс. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Хитров Егор Германович. – Архангельск: САФУ., 2015. – 20 с.
10. Ларин В. В. Методы прогнозирования и повышения опорной проходимости многоосных колесных машин на местности : дисс. ... докт. техн. наук : 05.05.03 / Ларин Василий Васильевич. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана., 2007.

– 530 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gerasimov Ju. Ju. Jekologicheskaja optimizacija tehnologicheskikh mashin dlja lesozagotovok [Ecological optimization of technological machines for logging] / Ju. Ju. Gerasimov, V.S. Sjunjov. – Joensuu: universitet Joensuu [University of Joensuu], 1998. – 178 p. [in Russian]
2. Anisimov G. M. Osnovy minimizacii uplotnenija pochvy trelevochnymi sistemami [Basics of minimizing the soil compaction under skidding systems] / G. M. Anisimov, B. M. Bol'shakov. – SPb. : LTA, 2000. – 106 p. [in Russian]
3. Anisimov G. M. O sredstvakh nauchnogo proniknovenija v issledovanii lesnyh mashin i oborudovanija [On the means of scientific methods in the study of forest machines and equipment] / G. M. Anisimov, A. M. Kochnev // Izvestija VUZov. Lesnoj zhurnal [News of Universities. Forest Magazine]. – 2010. – №4. – P. 39-46. [in Russian]
4. Bozhbov V. E. Povyshenie jeffektivnosti processa trelevki putem obosnovanija rejsovoj nagruzki forvarderov [Improving the efficiency of the process of skidding by justifying the forwarders travel load] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering. / Bozhbov Vladimir Evgen'evich. – Arhangel'sk: SAFU, 2015. – 20 p. [in Russian]
5. Ustinov V. V. Ocenka tjagovo-scepnnyh svojstv kolesnyh dvizhitelej lesnyh mashin metodami teorii dvizhenija avtotransporta po bezdorozh'ju [Assessment of traction characteristics of wheeled rovers of forest machines using the theory of off-the-road vehicle locomotion] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering / Ustinov Vladimir Vladimirovich. – Arhangel'sk: SAFU., 2016. 20 p. [in Russian]
6. Hahina A. M. Metody prognozirovaniya i povysheniya prohodimosti kolesnyh lesnyh mashin [Methods of forecasting and improving mobility of wheeled forest machines] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.21.01 / Hahina Anna Mihajlovna. – Arhangel'sk: SAFU., 2018. – 318 p. [in Russian]
7. Agejkin Ja. S. Prohodimost' avtomobilej [Passability of Automobiles] / Ja. S. Agejkin – M.: Mashinostroenie, 1981. – 232 p. [in Russian]
8. Agejkin Ja. S. Prohodimost' avtomobilja [Passability of Automobile] / Ja. S. Agejkin, N. S. Vol'skaja, I. V. Chichekin. – M.: MGIIU, 2010. – 275 p. [in Russian]
9. Hitrov E. G. Povyshenie jeffektivnosti trelevki obosnovaniem pokazatelej raboty lesnyh mashin pri operativnom kontrole svojstv pochvogrunta [Improving the efficiency of skidding by justifying the performance of forest machines in the operational control of the soil properties] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.21.01 / Hitrov Egor Germanovich. – Arhangel'sk: SAFU., 2015. – 20 p. [in Russian]
10. Larin V. V. Metody prognozirovaniya i povysheniya opornoj prohodimosti mnogoosnyh kolesnyh mashin na mestnosti [Methods of forecasting and increasing the mobility of multi-axle wheeled vehicles on the ground] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.05.03 / Larin Vasilij Vasil'evich. – Moskva: MGTU im. N.Je. Baumana., 2007. – 530 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.005>**ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН**

Научная статья

Андронов А.В.^{1,*}, Котенев Е.В.², Пегов В.Ю.³^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (andronovalexandr[at]gmail.com)

Аннотация

Предлагаемая статья направлена на оценку взаимосвязей модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения различных типов грунтов с сопротивлением зондированию. Методы исследования – анализ справочной информации, вычислительный эксперимент, аппроксимация расчетных данных. Проанализированы расчетные значения механических свойств крупнозернистого песка, среднезернистого песка, мелкозернистого песка, пылеватого песка, супеси, суглинка и глинистого грунта. Установлено, что угол внутреннего трения и удельное сцепление песчаных грунтов, супеси, суглинка и глинистого грунта связаны с модулем общей деформации степенными зависимостями. Коэффициенты, входящие в формулы, зависят от типа грунта и, согласно результатам обработки расчетных данных, инвариантны по отношению к коэффициенту пористости и консистенции грунта. Показано, что сопротивление грунта зондированию связано с модулем деформации степенной зависимостью, коэффициенты которой определяются типом грунта и инвариантны по отношению к его коэффициенту пористости и консистенции. Полученные расчетные значения конусного индекса удовлетворительно согласуются со справочными данными о сопротивлении зондированию смешанных грунтов. Полученные зависимости предназначены для упрощения процедуры оценки механических свойств опорной поверхности, поскольку при известном типе грунта по значению модуля деформации либо конусного индекса с их помощью становится возможным рассчитать параметры грунта, характеризующие сопротивление сдвигу.

Ключевые слова: тягово-сцепные свойства, удельное сцепление, модуль деформации, грунт, деформация грунта.

RELATIONSHIPS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLIDING SURFACES OF FOREST MACHINES

Research article

Andronov A.V.^{1,*}, Kotenev E.V.², Pegov V.Yu.³^{1, 2, 3} St. Petersburg State Forestry University, St. Petersburg, Russia

* Corresponding author (andronovalexandr[at]gmail.com)

Abstract

The goal of this article is to assess the relationship of the deformation modulus, specific adhesion and the angle of internal friction of various types of soils with resistance to sounding. Research methods include the analysis of reference information, computational experiment, an approximation of the calculated data. The following calculated values of the mechanical properties are analyzed: coarse-grained sand, medium-grained sand, fine-grained sand, silty sand, sandy loam, loam and clay soil. It is established that the angle of internal friction and the specific cohesion of sandy soils, sandy loam, loam, and clayey soil are related to the total strain modulus by power dependences. The coefficients included in the formulas depend on the type of soil and, according to the results of processing the calculated data, are invariant concerning the coefficient of porosity and the consistency of soil. It is shown that soil resistance to sounding is related to the modulus of deformation by a power dependence, the coefficients of which are determined by the type of soil, they are invariant concerning its coefficient of porosity and consistency. The obtained calculated values of the cone index agree with the reference data on the resistance to sounding of mixed soils. The dependencies are intended to simplify the procedure for estimating the mechanical properties of the bearing surface since, with a known soil type from the value of the deformation modulus or a tapered index, it becomes possible to calculate the soil parameters characterizing shear resistance.

Keywords: traction properties, specific grip, deformation modulus, soil, soil deformation.

Введение. При расчете тягово-сцепных свойств движителей колесных и гусеничных машин в условиях бездорожья используют несколько характеристик механических свойств грунтов, с которыми взаимодействуют движители машин: модуль общей деформации, модуль упругости и модуль сдвига, удельное сцепление и угол внутреннего трения, удельный вес [1], [2]. Их величины либо принимают как справочные, либо определяют экспериментально. Вариативность свойств грунтовых поверхностей снижает точность справочных оценок, а большое число параметров – усложняет составление карты грунтовых условий на основе эксперимента. Во избежание отмеченных трудностей, исследователи стремятся выявить взаимосвязи физико-механических свойств грунтов либо ввести в математические модели интегральные оценки свойств опорных поверхностей, значения которых сравнительно просто определяются в полевых условиях. Например, в работе [3] получены формулы для расчета модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения различных типов грунта по коэффициенту пористости, индексу консистенции (для связных грунтов), индексу водонасыщения (для несвязных грунтов). В работах [4], [5], [6] приводятся формулы для расчета модуля деформации грунта по сопротивлению зондированию («конусный индекс»), значение которого измеряется при помощи ручного зонда-пенетromетра. Вместе с тем,

зависимости для определения сдвиговых свойств грунтов при помощи зондирования нуждаются в дальнейшей проработке.

Цель настоящей статьи – дать оценку взаимосвязей модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения различных типов грунтов с сопротивлением зондированию.

Методы исследования – анализ справочной информации, вычислительный эксперимент, аппроксимация расчетных данных.

Постановка задачи. Известно аналитическое выражение для расчёта конусного индекса грунта CI [4], [5]:

$$CI = -C \cot \varphi + \Theta \cdot \frac{24G^m (\tan \alpha + \tan \varphi)(1 + \sin \varphi) \tan \alpha}{d^2 \gamma^2 (m-2)(m-3)(3 - \sin \varphi) \tan^3 \varphi} \quad (1)$$

$$\Theta = \{C + (Z + L) \cdot \gamma \tan \varphi\}^{3-m} - \{C + Z \cdot \gamma \tan \varphi\}^{2-m} \cdot \{C + (Z + 3L - Lm) \cdot \gamma \tan \varphi\}$$

$$m = \frac{4 \sin \varphi}{3(1 + \sin \varphi)}$$

где Θ , m – вспомогательные обозначения, C – удельное сцепление, G – модуль сдвига, φ – угол внутреннего трения, γ – удельный вес грунта, α – угол заточки конического наконечника зонда, d – диаметр основания наконечника зонда, l – длина конической части зонда, Z – глубина вдавливания зонда.

Геометрические параметры стандартного зонда-пенетromетра: $\alpha = 30^\circ$, $d = 36.27$ мм, $l = 37.6$ мм, $Z \approx 2l$ [7].

Уравнение (1) позволяет рассчитать CI по значениям C , G , φ , γ , но, очевидно, не позволяет решить обратную задачу.

Известны формулы для расчета модуля деформации E , а также C , φ по коэффициенту пористости e и индексу консистенции I_L [3]:

$$E = (A_{E1} + B_{E1} I_L) \cdot e^{(A_{E2} + B_{E2} I_L)} \quad (2)$$

$$C = (A_{C2} + B_{C2} I_L) \cdot e^{(A_{C2} + B_{C2} I_L)} \quad (3)$$

$$\varphi = (A_{\varphi 1} + B_{\varphi 1} I_L) \cdot e^{(A_{\varphi 2} + B_{\varphi 2} I_L)} \quad (4)$$

где A_{E1} , B_{E1} , A_{E2} , B_{E2} , A_{C2} , B_{C2} , $A_{\varphi 1}$, $B_{\varphi 1}$, $A_{\varphi 2}$, $B_{\varphi 2}$ – числовые коэффициенты (представлены в таблице 1).

Примечание: при расчете свойств несвязных грунтов в формулах (2) – (4) следует заменить I_L на индекс водонасыщения I_w .

Таблица 1 – Коэффициенты для расчета механических свойств грунта по коэффициенту пористости и индексу консистенции, индексу водонасыщения [3]

Коэфф.	КЗ	СЗ	МЗ	ПП	С	СГ	Г
A_{E1}	18.112	17.851	14.746	8.332	10.67	11.366	15.217
B_{E1}	0	0	-3.694	-2.282	-7.273	-7.575	-10.68
A_{E2}	-1.288	-1.291	-1.543	-2.07	-1.524	-1.403	-0.969
B_{E2}	0	0	-0.071	0.364	-0.974	-1.089	-1.975
A_{C1}	0.264	0.595	0.707	1.951	4.586	19.239	42.573
B_{C1}	0	0	0.00095	-1.302	-3.775	-14.366	-19.656
A_{C2}	-2.784	-2.126	-2.46	-1.788	-1.475	-1.204	-1.136
B_{C2}	0	0	-0.123	-0.82	-1.118	-0.647	-0.22
$A_{\varphi 1}$	32.535	24.746	24.819	29.578	22.496	21.128	16.887
$B_{\varphi 1}$	0	0	-0.042	-2.832	-7.808	-11.79	-11.98
$A_{\varphi 2}$	-0.33	-0.978	-0.565	-0.544	-0.39	-0.315	-0.204
$B_{\varphi 2}$	0	0	0.012	0.062	-0.25	-0.722	-2.506

Примечание: КЗ – песок крупнозернистый, СЗ – песок среднезернистый, МЗ – песок мелкозернистый, ПП – песок пылеватый, С – мупесь, СГ – суглинок, Г – глина)

Модуль сдвига G связан с модулем упругости грунта E_0 уравнением [6]:

$$G = \frac{E_0}{2(1 + \nu)} \quad (5)$$

где ν – коэффициент Пуассона грунта.

Также установлено, что модуль общей деформации грунта приближенно выражается через E_0 [8]:

$$E \approx 0.2E_0 \quad (6)$$

Таким образом, получим:

$$G = \frac{5E}{2(1+\nu)} \quad (7)$$

Отмечено, что G влияет на результаты расчета CI по уравнению (1) в меньшей степени, чем C , ϕ [5]. Кроме того, при изменении γ в пределах от $1 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^4$ Н/м³ его значение практически не влияет на результаты расчета CI по уравнению (1) [6]. Далее примем $\nu = 0.3$, $\gamma = 1.8 \cdot 10^4$ как постоянные величины.

Задав значения e , I_L (I_w), по уравнениям (2) – (4), (7) рассчитаем E , C , ϕ , G и далее по уравнению (1) – CI . По результатам серии расчетов получим массив соответствующих друг другу значений E , C , ϕ , CI , обработав которые можем оценить взаимосвязи указанных величин.

Результаты расчета и выводы. Нами выполнены расчеты при варьировании $e = 0.4 \dots 1.2$, I_L (I_w) = $0 \dots 1$, для каждого типа грунта по 1000 сочетаний значений. Обработка полученных массивов данных показала, что механические параметры ϕ [°], C [кПа], CI [МПа] связаны с E [МПа] степенными зависимостями ($R^2 > 0.9$):

$$\phi = A_{\phi E} E^{B_{\phi E}} \quad (6)$$

$$C = A_{CE} E^{B_{CE}} \quad (7)$$

$$CI = A_{CIE} E^{B_{CIE}}$$

(8)

где $A_{\phi E}$, $B_{\phi E}$, A_{CE} , B_{CE} , A_{CIE} , B_{CIE} – числовые коэффициенты, значения которых представлены в таблице 2. Значения e и I_L (I_w) практически не влияют на коэффициенты уравнений (6) – (8).

Таблица 2 – Коэффициенты уравнений для расчета удельного сцепления, угла внутреннего трения и конусного индекса грунта по модулю деформации

Коэфф.	КЗ	СЗ	МЗ	ПП	С	СГ	Г
$A_{\phi E}$	15.49	2.79	10.73	16.44	10.2	5.51	1.57
$B_{\phi E}$	0.26	0.76	0.33	0.27	0.31	0.49	0.83
A_{CE}	0.0005	0.0052	0.0164	0.102	0.249	1.64	8.15
B_{CE}	2.16	1.65	1.48	1.26	1.18	0.95	0.62
A_{CIE}	0.00851	0.00007	0.0056	0.033	0.021	0.038	0.073
B_{CIE}	1.72	3.16	1.84	1.6	1.57	1.55	1.34

Графики на рисунках 1 – 3 наглядно иллюстрируют уравнения (6) – (8).

На рисунке 3 добавлен график зависимости CI от E , построенный по уравнению [9], [10]:

$$E = 3CI + 7 \quad (9)$$

График приводится как справочный, значения коэффициентов линейной функции (9) приняты в соответствии с результатами [9], [10] для смешанных грунтов.

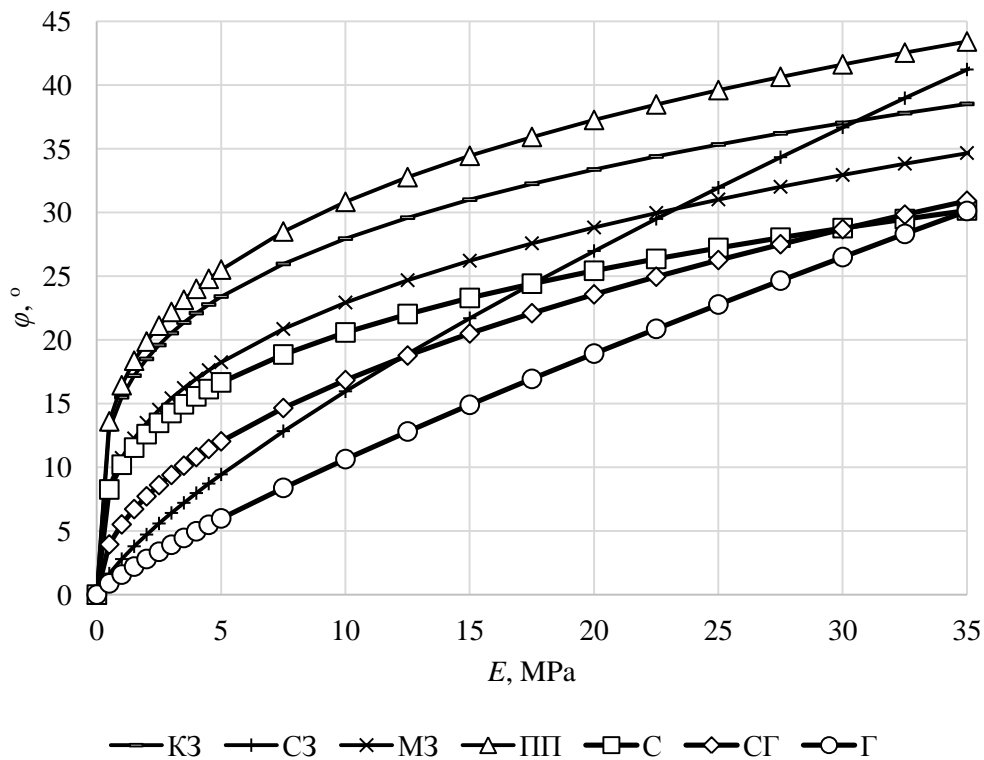


Рис. 1 – Зависимость угла внутреннего трения от модуля общей деформации грунта

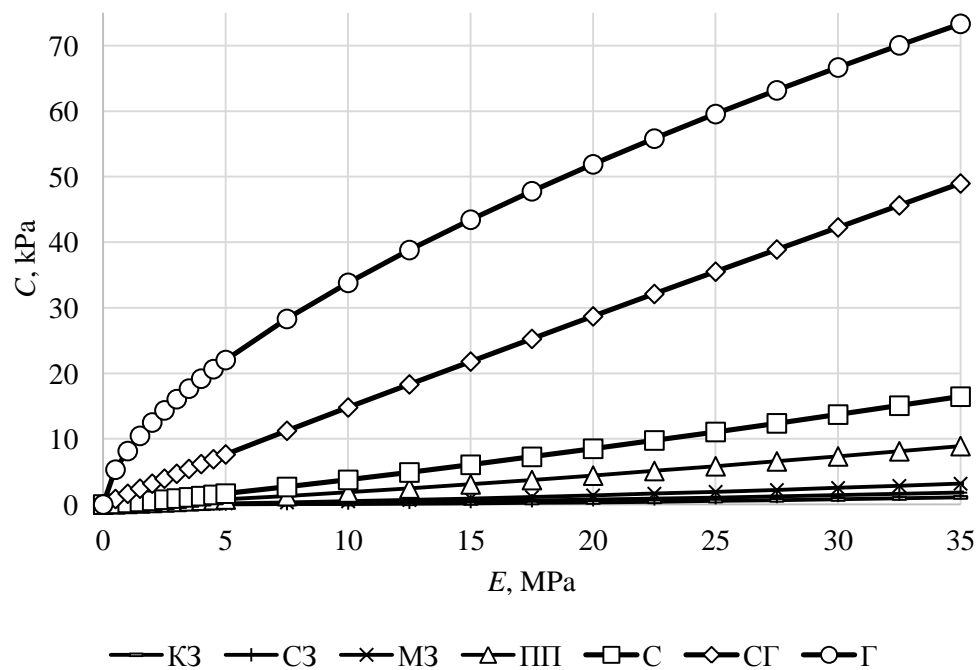


Рис. 2 – Зависимость удельного сцепления от модуля общей деформации грунта

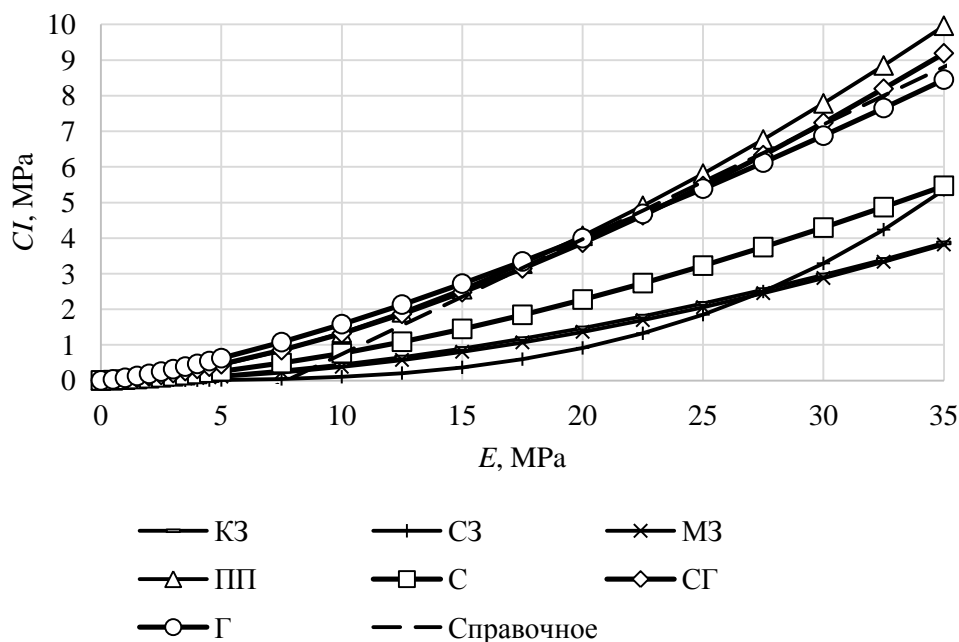


Рис. 3 – Зависимость конусного индекса от модуля общей деформации грунта

В результате расчетов установлено:

1. Угол внутреннего трения и удельное сцепление песчаных грунтов, супеси, суглинка и глинистого грунта связаны с модулем общей деформации степенными зависимостями. Коэффициенты формул зависят от типа грунта и, согласно результатам обработки расчетных данных, инвариантны по отношению к коэффициенту пористости и консистенции грунта.

2. Сопротивление грунта зондированию связано с модулем деформации степенной зависимостью, коэффициенты которой определяются типом грунта и инвариантны по отношению к его коэффициенту пористости и консистенции. Полученные расчетные значения конусного индекса удовлетворительно согласуются со справочными данными о сопротивлении зондированию смешанных грунтов.

Полагаем, что использование полученных зависимостей на практике позволит упростить процедуру оценки механических свойств опорной поверхности, поскольку при известном типе грунта по значению модуля деформации либо конусного индекса становится возможным рассчитать параметры грунта, характеризующие его сопротивление сдвигу.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Агейкин Я. С. Проходимость автомобилей / Я. С. Агейкин – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
2. Агейкин Я. С. Проходимость автомобиля / Я. С. Агейкин, Н. С. Вольская, И.В. Чичекин. – М.: МГИУ, 2010. – 275 с.
3. Ларин В. В. Методы прогнозирования и повышения опорной проходимости многоосных колесных машин на местности : дисс. ... докт. техн. наук : 05.05.03 / Ларин Василий Васильевич. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана., 2007. – 530 с.
4. Rohani B. Correlation of mobility cone index with fundamental engineering properties of soil / B. Rohani // U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, – 1981. – 41 p.
5. Vesic A. S. Expansion of Cavities in Infinite Soil Mass / A. S. Vesic // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 1972, vol. 98, issue 3, 113 – 123 pp.
6. Хитров Е. Г. Повышение эффективности трелевки обоснованием показателей работы лесных машин при оперативном контроле свойств почвогрунта : Автореферат дисс. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Хитров Егор Германович. – Архангельск: САФУ., 2015. – 20 с.
7. ISO 22476-1:2012. Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test.
8. Лисов В. Ю. Повышение работоспособности трасс трелевки путем снижения интенсивности колееобразования : Автореферат дисс. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Лисов Владимир Юрьевич. – Архангельск: САФУ., 2014. – 20 с.
9. Зиангиров Р. С. Оценка деформационных свойств дисперсных грунтов по данным статического зондирования. Основания, фундаменты и механика грунтов / Р. С. Зиангиров, В. И. Каширский // «ОФМГ». – 2005. – №1. – С. 12-16.
10. Зиангиров Р. С. Оценка модуля деформации дисперсных грунтов по данным статического зондирования / Р. С. Зиангиров, В. И. Каширский // Объединенный научный журнал. – 2004. – №30. – С. 74-82.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Agejkin Ja. S. Prohodimost' avtomobilej [Passability of Automobiles] / Ja. S. Agejkin – M.: Mashinostroenie, 1981. – 232 p. [in Russian]

2. Agejkin Ja. S. Prohodimost' avtomobilja [Passability of Automobile] / Ja.S. Agejkin, N.S. Vol'skaja, I.V. Chichekin. – M.: MGIU, 2010. – 275 p. [in Russian]
3. Larin V. V. Metody prognozirovaniya i povysheniya opornoj prohodimosti mnogoosnyh kolesnyh mashin na mestnosti [Methods of forecasting and increasing the mobility of multi-axle wheeled vehicles on the ground] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.05.03 / Larin Vasilij Vasil'evich. – Moskva: MGTU im. N.Je. Baumana., 2007. – 530 p. [in Russian]
4. Rohani B. Correlation of mobility cone index with fundamental engineering properties of soil / B. Rohani // U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, – 1981. – 41 p.
5. Vesic A. S. Expansion of Cavities in Infinite Soil Mass / A. S. Vesic // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 1972, vol. 98, issue 3, 113 – 123 pp.
6. Hitrov E. G. Povyshenie jeffektivnosti trelevki obosnovaniem pokazatelej raboty lesnyh mashin pri operativnom kontrole svojstv pochvogrunta [Improving the efficiency of skidding by justifying the performance of forest machines in the operational control of the soil properties] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.21.01 / Hitrov Egor Germanovich. – Arhangel'sk: SAFU., 2015. – 20 p. [in Russian]
7. ISO 22476-1: 2012. Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test.
8. Lisov V. Ju. Povyshenie rabotosposobnosti trass trelevki putem snizhenija intensivnosti koleeobrazovaniya [Improving the performance of skidding by decreasing the intensity of rutting] : Dissertation abstract ... of PhD in engineering : 05.21.01 / Lisov Vladimir Jur'evich. – Arhangel'sk: SAFU., 2014. – 20 p. [in Russian]
9. Ziangirov R. S. Ocenka deformacionnyh svojstv dispersnyh gruntov po dannym staticheskogo zondirovaniya. Osnovaniya, fundamenty i mehanika gruntov [Evaluation of the deformation properties of dispersed soils according to static sensing. Foundations, foundations and soil mechanics] / R.S. Ziangirov, V.I. Kashirskij // «OFMG». – 2005. – №1. – P. 12-16. [in Russian]
10. Ziangirov P. C. Ocenka modulja deformacii dispersnyh gruntov po dannym staticheskogo zondirovaniya [Estimation of the modulus of deformation of dispersed soils according to the data of static sensing] / R. S. Ziangirov, V. I. Kashirskij // Objedinennyj nauchnyj zhurnal [United Academic Journal]. – 2004. – №30. – P. 74-82. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.006>

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ К ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ НА ПРИМЕРЕ ВОДОСБОРА Р. КАРУН (ИРАН)

Научная статья

Джалалванд А.¹, Гайдукова Е.В.^{2,*}, Бурлов В.Г.³, Ахондали А.М.⁴¹ ORCID: 0000-0003-2311-5065;² ORCID: 0000-0002-3547-5538;^{1, 2, 3} Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), Санкт-Петербург, Россия;⁴ ORCID: 0000-0001-5455-1658;⁴ Университет Шахида Чамрана, Ахваз, Иран

* Корреспондирующий автор (oderiut[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассматриваются два метода пространственной интерполяции: метод обратных взвешенных расстояний (*IDW*) и метод *Kriging*. Произведено построение карт распределения коэффициента стока перечисленными методами, сделано сравнение фактических и интерполированных значений. Получено, что метод *IDW* подходит при интерполяции значений достаточно большого числа точек, расположенных равномерно по рассматриваемому водосбору; метод *Kriging* позволяет получать сглаженные изолинии гидрологических характеристик, которые обобщают информацию по территории.

Ключевые слова: коэффициент стока, создание карты, геоинформационные системы, метод *IDW*, метод *Kriging*.

APPLYING METHODS OF SPATIAL INTERPOLATION TO HYDROLOGICAL DATA ON EXAMPLE OF RECEPTION BASIN OF KARUN RIVER (IRAN)

Research article

Dzhalalvand A.¹, Gaidukova E.V.^{2,*}, Burlov V.G.³, Akhondali A.M.⁴¹ ORCID: 0000-0003-2311-5065;² ORCID: 0000-0002-3547-5538;^{1, 2, 3} Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg, Russia;⁴ ORCID: 0000-0001-5455-1658;⁴ Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

* Corresponding author (oderiut[at]mail.ru)

Abstract

The authors consider two spatial interpolation methods: the inverse distance method (*IDW*) and the *Kriging* method. The mapping of the distribution of the drain coefficient by the above-mentioned methods was made, the actual and interpolated values were compared as well. It was found that the *IDW* method is suitable for interpolating the values of a sufficiently large number of points located uniformly along the reception basin under consideration; *Kriging* method allowed to obtain smooth contours of hydrological characteristics that summarize information on the territory.

Keywords: flow coefficient, map creation, geographic information systems, *IDW* method, *Kriging* method.

Введение

Для получения интегрированной и непрерывной карты распределения характеристик необходимы методы интерполяции, производящие прогнозирование неизвестных значений. Существуют различные методы интерполяции, но оптимального метода не предлагается: выбор метода зависит от выборок, их плотности, пространственных условий и распределения рассматриваемых выборок [7].

В инженерной гидрологии требуется моделирование и анализ гидрологических данных с различным пространственным разрешением. В связи с этим ГИС-технологии являются востребованным инструментом управления поверхностными водами и представляют взаимосвязь между пространственными и гидрологическими данными речных бассейнов [12]. Описание данного направления можно найти и в работах иранских исследователей.

Целью статьи является анализ и сравнение методов *IDW* и *Kriging* при пространственной интерполяции гидрологических характеристик на примере речного бассейна р. Карун (Иран).

Методы интерполяции гидрологических данных

Метод интерполяции пространственных данных *Kriging* широко используется в инженерной гидрологии всех стран (см., например, [1], [2]).

Метод *Kriging* относится по классификации к методам нелинейной интерполяции и является синонимом «оптимального прогнозирования». Этот метод определяет неизвестные значения по данным наблюдений с известным пространственным положением, используя вариограммы для передачи изменений и минимизации ошибок определяемых значений [14]. В методе *Kriging* предполагается, что расстояние или направление между опорными точками отражает пространственную корреляцию, которая может использоваться для объяснения изменения на поверхности.

Основная формула для метода интерполяции *Kriging* формируется как взвешенная сумма данных [3]:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i), \quad (1)$$

где $Z(s_i)$ – измеряемое значение в местоположении i ; λ_i – неизвестный вес для измеряемого значения в местоположении i ; S_0 – местоположение прогноза; N – количество измеряемых значений.

Метод обратных взвешенных расстояний (*IDW*) является также одним из наиболее распространенных методов интерполяции. *IDW* определяет значения ячеек с помощью линейно-взвешенного набора опорных точек. Определенный вес является функцией расстояния от точки ввода до вывода ячейки. Чем больше расстояние, тем меньше влияние ячейки на выходную величину [9].

Основная идея метода *idw* заключается в том, что значения точек, близких друг к другу по расстоянию, как правило, более похожи, чем значения точек, расположенных дальше друг от друга [6].

В этом методе, в отличие от метода *kriging*, нет жесткой пространственной взаимосвязи между данными и в алгоритм расчета не включено построение вариограмм. предполагается, что используемый вес пунктов или точек уменьшается с увеличением расстояния, вследствие чего интерполяция в этом методе достаточно локальна [16].

Простейшая форма интерполяции *idw* называется *shepard* метод [13], который использует весовую функцию w_i :

$$w_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{i=0}^n h_i^{-p}}, \quad (2)$$

где p – положительное вещественное число, называемое степенным параметром (обычно $p = 2$). расстояния от точек рассеивания к точке интерполяции h_i рассчитывается по формуле:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}, \quad (3)$$

где (x, y) – координаты точки интерполяции; (x_i, y_i) – координаты каждой точки рассеивания.

интерполированное значение точки $e(x, y)$ находится как [4]:

$$E(x, y) = \sum_{i=0}^n w_i E(x_i, y_i) \quad (4)$$

Итак. Метод *Kriging* предполагает, что расстояние или направление между точками отражает пространственную корреляцию, которая может быть использована для объяснения изменения на поверхности [9]. Но значения такой гидрологической характеристики как слой стока для отдельных речных бассейнов, разделенных водоразделом, не зависят друг от друга. Поэтому метод *IDW* может дать лучшие результаты интерполяции, так как в нем предполагается, что каждая входная точка имеет локальное влияние, которое зависит напрямую от расстояния (взаимосвязь между точками уменьшается с расстоянием).

Результаты исследования

Апробация методов интерполяции *IDW* и *Kriging* производилась на водосборе р. Карун (Иран) при построении карт распределения слоя стока и коэффициента стока.

Река Карун впадает в Персидский залив и имеет площадь водосбора около 67,3 тыс. км². Для исследования выбрано 32 гидрологических поста, местоположение которых показано на рис. 1.

Среднегодовой расход р. Карун около 575 м³/с. Среднее значение годовых осадков на территории бассейна примерно 630 мм. Минимальное количество осадков выпадает в южной части водосбора – менее чем 160 мм, а в гористых частях количество осадков может достигать более чем 2000 мм.

На рис. 2 показано распределение слоя стока и коэффициента стока по рассматриваемому водосбору. Коэффициент стока представляет отношение между слоем стока Y и осадками X : $k = Y/X$.

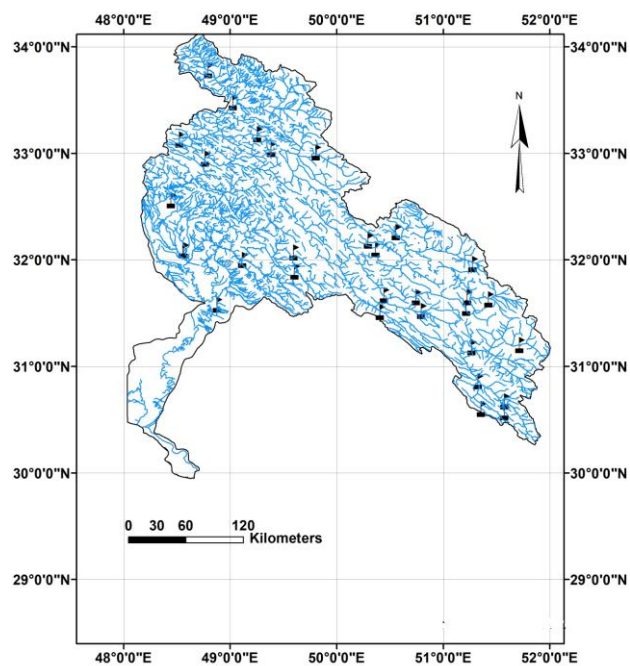


Рис. 1 – Гидрологические посты в бассейне р. Карун

Для получения карт гидрологических характеристик метод интерполяции *IDW* должен подойти лучше метода *Kriging*, так как по его принципу объекты, находящиеся поблизости, более подобны друг другу, чем объекты, удаленные друг от друга.

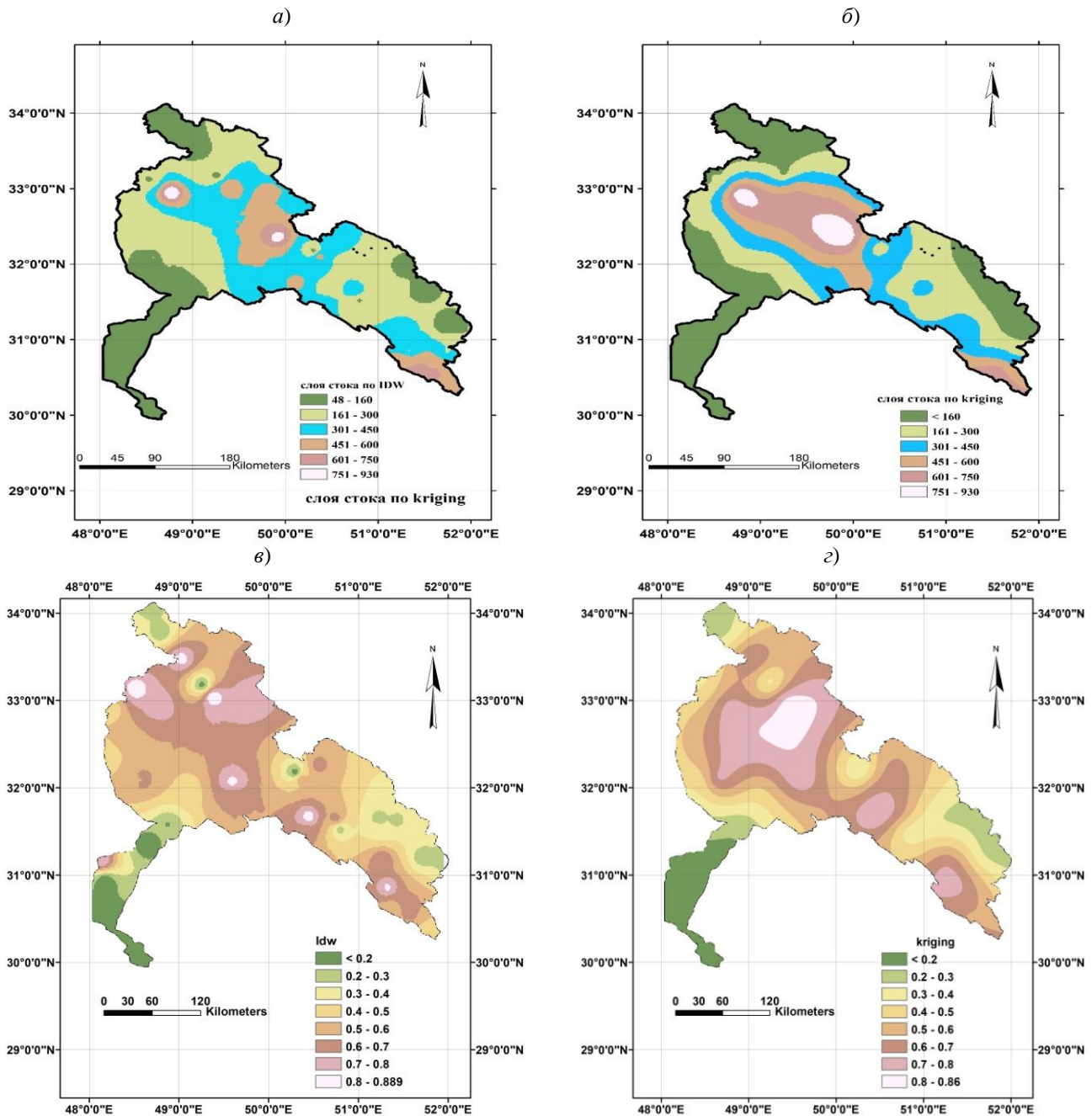


Рис. 2 – Карты распределения слоя стока (а, б) и коэффициента стока (в, г), построенные методом IDW (а, в) и методом Kriging (б, г)

Для определения точности карт использовались два показателя *Mean Absolute Error (MAE)* и *Root Mean Square (RMS)* [4]:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{n}, \quad (5)$$

$$RMS = \frac{\sum_{i=1}^n [(P_i - O_i)^2]^{0.5}}{n}, \quad (6)$$

O_i – фактическое значение; P_i – расчетное значение; n – количество пунктов.

Результаты сопоставления фактических и интерполированных значений показаны в таблице. Видно, что значения показателей для метода IDW значительно меньше, чем для метода интерполяции Kriging. Отличия в показателях точности для карт коэффициентов стока не превышают погрешность определения этого коэффициента, поэтому можно сделать вывод, что карта коэффициента стока строится с одинаковой точностью методом IDW и методом Kriging.

Таблица 1 – Оценка методов интерполяции *IDW* и *Kriging*

Метод Показатель	<i>IDW</i>	<i>Kriging</i>
слой стока		
<i>MAE</i>	15 мм	91мм
<i>RMS</i>	13 мм	26 мм
коэффициент стока		
<i>MAE</i>	0,10	0,13
<i>RMS</i>	0,01	0,03

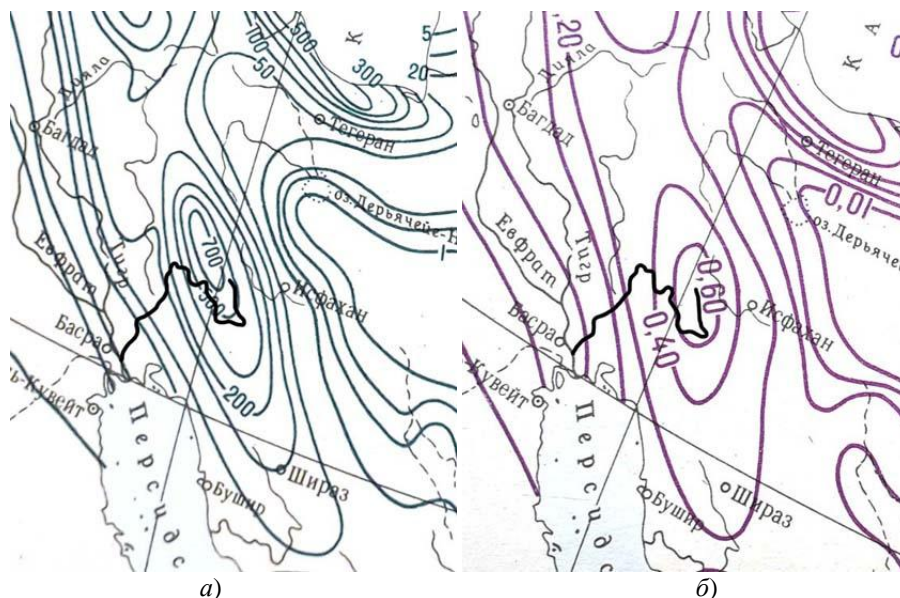


Рис. 3 – Карта слоя стока (а) и коэффициента стока (б) из Атласа Мирового водного баланса с выделенной р. Карун

На рис. 2, а и в видно, что при интерполяции методом *IDW* появляются локальные зоны расположенные относительно недалеко друг от друга, т. е. не происходит обобщение информации по территории. Хотя при интерполяции методом *Kriging* на рис. 2, б и г эти локальные зоны объединяются изолинией одного значения. Следует отметить, что при экстраполяции значений в устье р. Карун, метод *IDW* может давать излишнюю, неправдивую информацию (см., рис. 2, в). Изолинии методом *Kriging* имеют более плавную форму, без резких очертаний, как можно увидеть на рис. 2, а и в.

При сравнении рис. 2 с картами Атласа Мирового Водного баланса рис. 3, видно, что изолинии должны иметь плавные очертания, без локальных областей. Т. е. визуальное сравнение карт показывает, что метод интерполяции *Kriging* дает более схожие результаты с картами Атласа.

Выводы

Результаты исследования показали, что метод *IDW* подходит при интерполяции значений достаточно большого числа точек, расположенных равномерно на рассматриваемой территории.

Метод *Kriging* позволяет получать сглаженные изолинии гидрологических характеристик, которые обобщают информацию по водосбору. Экстраполированные значения метод *Kriging* рассчитывает по адаптированным для этого формулам, предназначенным именно для «прогнозирования» значений.

Для представления географического распределения гидрологических характеристик на водосборе р. Карун больше подходит метод интерполяции *Kriging*.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных наблюдений. Государственный гидрологический институт. – СПб: Ротапринт ГНЦ ААНИИ, 2007. – 66 с.
2. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Государственный гидрологический институт. – СПб: Нестор-История, 2009. – 193 с.
3. ArcGIS for Desktop [Электронный ресурс] // Environmental Systems Research Institute, 2016. – Режим доступа: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> (дата обращения 27.09.2018).
4. Azpurua M. A comparison of spatial interpolation methods for estimation of average electromagnetic field magnitude / M. Azpurua, K. D. Ramos // Progress in Electromagnetics Research, Vol. 14, 2010. – Pages 135–145.
5. Baiyinbaoligao Ding. Application of ArcGIS in the calculation of basins rainfall-runoff / Ding Baiyinbaoligao, L. XiangYang // Procedia Environmental Sciences, 10, Part C, 2011. – Pages 1980–1984.

6. Di Piazza A. Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for Sicily, Italy / A. Di Piazza, F. Lo Conti, L.V. Noto, F. Viola, G. La Loggia // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 13, Issue 3, 2011. – Pages 396–408.
7. Ghasemi M. Compare Kriging and IDW interpolation methods for soil mapping / M. Ghasemi, A. Mahdavi, A. A. Jafarzadeh // *The 2nd National Conference on Environment Hazard of Zagros*, Tehran, 5 March 2015.
8. Hammouri N. Hydrological modeling of ungauged wadis in arid environments using GIS: a case study of Wadi Madoneh in Jordan / N. Hammouri, A. El-Naqa // *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 24, 2007. – Pages 185–196.
9. Interpolating Surfaces in ArcGIS Special Analyst [Электронный ресурс] // ESRI Education Service, 2004. – Режим доступа: <https://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf> (дата обращения 20.08.2018).
10. Jalalvand A. Ascertaining appropriate site for the artificial recharge using GIS and RS / A. Jalalvand, N. Kalantari, M. R. Keshavarzi // *10th geological society of Iran*, Tehran. 2006. (in Persian)
11. Khatami S. Benefits of GIS Application in Hydrological Modeling: A Brief Summary / S. Khatami, B. Khazaei // *Journal of Water Management and Research*, 2014. – Pages 41–49.
12. Kusre B.C. Assessment of hydropower potential using GIS and hydrological modeling technique in Kopili River basin in Assam (India) / B.C. Kusre, D.C. Baruah, P.K. Bordoloi S.C. Patra // *Applied Energy*, Volume 87, Issue 1, January, 2010. – Pages 298–309, doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.07.019.
13. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data / D. Shepard // *ACM Annual Conference/Annual Meeting*, 1968. – Pages 517–524.
14. StudFiles [Электронный ресурс] // Сургутский Государственный Университет, 2018. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3816778/page:14/> (дата обращения 21.09.2018).
15. Sui D.Z. Integrating GIS with hydrological modeling: practices, problems, and prospects / D.Z. Sui, R.C. Maggio // *Computers, Environment and Urban Systems*? Volume 23, Issue 1. 1999. – Pages 33–51, doi.org/10.1016/S0198-9715(98)00052-0
16. Types of Interpolation Methods [Электронный ресурс] // GIS Resources, 2016. – Режим доступа: http://www.gisresources.com/types-interpolation-methods_3/ (дата обращения 20.08.2018).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri nedostatochnosti dannykh nablyudeniya [Methodical recommendations for determining the calculated hydrological characteristics in case of insufficiency of observational data] / State Hydrological Institute. St. Petersburg: Rotaprint SSC AARI, 2007. – 66 p. (In Russian)
2. Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri otsutstvii dannykh gidrometricheskikh nablyudeniya [Methodical recommendations for determining the calculated hydrological characteristics in the absence of data from hydrometric observations] / State Hydrological Institute. St. Petersburg: Nestor-History, 2009. – 193 p. (In Russian)
3. ArcGIS for Desktop [Electronic resource] // Environmental Systems Research Institute, 2016. – URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> (accessed: 27.09.2018).
4. Azpurua M. A comparison of spatial interpolation methods for estimation of average electromagnetic field magnitude / M. Azpurua, K. D. Ramos // *Progress in Electromagnetics Research*, Vol. 14, 2010. – Pages 135–145.
5. Baiyinbaoligao Ding. Application of ArcGIS in the calculation of basins rainfall-runoff / Ding Baiyinbaoligao, L. XiangYang // *Procedia Environmental Sciences*, 10, Part C, 2011. – Pages 1980–1984.
6. Di Piazza A. Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for Sicily, Italy / A. Di Piazza, F. Lo Conti, L.V. Noto, F. Viola, G. La Loggia // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 13, Issue 3, 2011. – Pages 396–408.
7. Ghasemi M. Compare Kriging and IDW interpolation methods for soil mapping / M. Ghasemi, A. Mahdavi, A. A. Jafarzadeh // *The 2nd National Conference on Environment Hazard of Zagros*, Tehran, 5 March 2015.
8. Hammouri N. Hydrological modeling of ungauged wadis in arid environments using GIS: a case study of Wadi Madoneh in Jordan / N. Hammouri, A. El-Naqa // *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 24, 2007. – Pages 185–196.
9. Interpolating Surfaces in ArcGIS Special Analyst [Electronic resource] // ESRI Education Service, 2004. – URL: <https://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf> (accessed: 20.08.2018).
10. Jalalvand A. Ascertaining appropriate site for the artificial recharge using GIS and RS / A. Jalalvand, N. Kalantari, M. R. Keshavarzi // *10th geological society of Iran*, Tehran. 2006. (in Persian)
11. Khatami S. Benefits of GIS Application in Hydrological Modeling: A Brief Summary / S. Khatami, B. Khazaei // *Journal of Water Management and Research*, 2014. – Pages 41–49.
12. Kusre B.C. Assessment of hydropower potential using GIS and hydrological modeling technique in Kopili River basin in Assam (India) / B.C. Kusre, D.C. Baruah, P.K. Bordoloi S.C. Patra // *Applied Energy*, Volume 87, Issue 1, January, 2010. – Pages 298–309, doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.07.019.
13. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data / D. Shepard // *ACM Annual Conference/Annual Meeting*, 1968. – Pages 517–524.
14. StudFiles [Electronic resource] // Surgut State University, 2018. – URL: <https://studfiles.net/preview/3816778/page:14/> (accessed: 21.09.2018).
15. Sui D.Z. Integrating GIS with hydrological modeling: practices, problems, and prospects / D.Z. Sui, R.C. Maggio // *Computers, Environment and Urban Systems*? Volume 23, Issue 1. 1999. – Pages 33–51, doi.org/10.1016/S0198-9715(98)00052-0
16. Types of Interpolation Methods [Electronic resource] // GIS Resources, 2016. – URL: http://www.gisresources.com/types-interpolation-methods_3/ (accessed: 20.08.2018).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.007>

РАЗРАБОТКА НАПЛАВНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Научная статья

Иванкова Т.В. *

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический институт (НПИ) имени М.И. Платова»

* Корреспондирующий автор (kipkeeva62[at]mail.ru)

Аннотация

В статье приводится обоснование усовершенствованной конструкции наплавного мобильного фильтрующего устройства с высоким качеством фильтрации речной воды для снабжения населенных пунктов. Роль фильтров выполняет мембранная ткань оригинальной структуры, изготовленная из высокопрочных синтетических материалов, устойчивых к гниению и коррозии. Тканевые фильтры обеспечивают предварительную механическую очистку воды от взвешенных частиц, фито- и зоопланктона, непроницаемы для рыб, водорослей и мусора. Экономические затраты на изготовление, установку и эксплуатацию предлагаемого устройства значительно ниже, чем у действующих водозаборов.

Ключевые слова: наплавные конструкции, синтетические материалы, водозабор, механическая очистка.

DEVELOPMENT OF FLOATING SYNTHETIC FILTER DEVICE

Research article

Ivankova T.V. *

Master's degree student, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

* Corresponding author (kipkeeva62[at]mail.ru)

Abstract

The article provides the rationale for an improved design of a floating mobile filtering device with high-quality filtration of river water for the supply of settlements. Membrane fabric of the original structure plays the role of a filter, made of high-strength synthetic materials resistant to rotting and corrosion. Fabric filters provide preliminary mechanical purification of water from suspended particles, phyto- and zooplankton, impermeable to fish, algae and debris. The economic costs of manufacturing, installing and operating the proposed device are significantly lower than those of existing water intakes.

Keywords: floating structures, synthetic materials, water intake, mechanical cleaning.

Развитие водного хозяйства сопровождается появлением новых технологий, конструкций и материалов, позволяющих модернизировать и реконструировать существующие гидротехнические сооружения. К числу наиболее актуальных проблем водного хозяйства России относятся: 1) изношенность большей части ранее построенных водозаборных сооружений и проведение их реконструкции; 2) улучшение качества воды для целей ирригации и водоснабжения.

Данная работа выполнена в рамках решения второй проблемы, для которой актуальна разработка эффективных фильтрующих устройств, изготовленных из современных синтетических материалов. Фильтры водозаборов должны осуществлять механическую очистку - задерживать водную взвесь и мусор антропогенного происхождения. Водная взвесь включает различный по происхождению материал: терригенный (частицы песчаной (9,1-1,0 мм) и пелитовой (менее 0,01 мм) размерности); биогенный (фито - и зоопланктон) и хемогенный. Размеры частиц водной взвеси варьируют от долей микрона до нескольких миллиметров.

Разработанное автором наплавное синтетическое фильтровальное устройство (НСФУ) предназначено для использования на реках, водохранилищах, озерах, каналах. Оно может обслуживать хозяйственно-питьевые и технические водозаборы любой производительности - малые (расход менее 1 м³/с), средние (1-6 м³/с) и крупные (более 6 м³/с).

В водозаборных устройствах одним из главных элементов является фильтр, обеспечивающий подачу воды в преднасосные ёмкости, максимально очищенной от посторонних примесей. Конструкции фильтрующих узлов чрезвычайно разнообразны, поскольку они разрабатываются с учетом производительности водозабора, типа водоема и качества воды, климатических условий местности. В настоящее время используются преимущественно следующие типы водоприемников – трубчатые, ряжевые, бетонные и железобетонные. В лесном поясе Европейской части России, где мутность воды рек и озер невелика, используются фильтры трубчатого и барабанного типа. Например, водозаборный фильтр-оголовок ВФ, разработанный компанией «Стронг-Фильтр», успешно эксплуатируется Водоканалом в Главном водозаборе Санкт-Петербурга с 2014 года. Фильтр выполняет две функции – защиту мальков рыб в водоеме и предварительную фильтрацию забираемой воды.

В лесостепной и степной зонах России используются иные конструкции водозаборных узлов, включающие отстойники и более сложные фильтровальные устройства. Это связано с повышенной мутностью воды рек, обусловленной преимущественно поверхностным смывом почвенного слоя. Особенно высока мутность речной воды в степной зоне, распаханность которой достигает 90%. В нижнем течении реки Дон мутность воды превышает ПДК (1,5 мг/л) в десятки раз, в 1994 г. было зарегистрировано превышение в 160 (!) раз. В таких условиях возникает чрезмерная грязевая нагрузка на фильтры.

Сравнительный анализ стоимости материалов, строительства и эксплуатационных расходов разных типов водозаборов показал, что наиболее экономичным и, следовательно, перспективным является создание мягких наплавных фильтрационных устройств из синтетических тканей. Всесторонние исследования мягких наплавных

конструкций в период 1973 -2008 гг. выполнялись специалистами Новочеркасской гидротехнической научной школы [2], [3], [4], [5], [6]. Их методы расчета, разработки и совершенствование конструкций, обладающих водоохранными функциями, суммированы в монографии [1]. В кандидатской диссертационной работе [7], выполненной под руководством д-ра техн. наук В.А. Волосухина, приведены результаты теоретических и натурных исследований мягкой наплавной конструкции из капроновых тканей с двухсторонним резиновым покрытием применительно к водозабору насосной станции из канала (Украинская ССР).

В Азербайджанском НИИ водных проблем для водозаборов на реках с высокой мутностью разработан водоприемник-осветлитель с фильтром сложной структуры, который крепится к металлическим понтонам.

Автор статьи, рассмотрев достоинства и слабые стороны упомянутых выше конструкций, предлагает усовершенствованный вариант тканевого фильтра Новочеркасского типа - наплавное синтетическое фильтрационное устройство (НСФУ) [8], [9], [10]. Разработанное устройство предназначено для использования на реках, водохранилищах, озерах, каналах [11]. Оно может обслуживать хозяйственно-питьевые и технические водозаборы любой производительности.

Предлагаемое устройство позволяет уменьшать «грязевую нагрузку» и выполнять механическую предочистку питьевой воды до поступления на водоочистные сооружения (ВОС). Конструкция позволяет эффективно очищать воду от планктона и взвешенных терригенных частиц, не пропуская молодь рыбы, крупный и мелкий мусор при низких затратах на очистку и промывку фильтра [12]. Содержание загрязняющих веществ в ВОС снижается не менее, чем на 80%, что обеспечивает экономию реагентов, уменьшает потребление воды на собственные нужды ВОС и в итоге снижает себестоимость получения воды питьевого качества. Конструкция устройства показана на рис. 1 и 2.

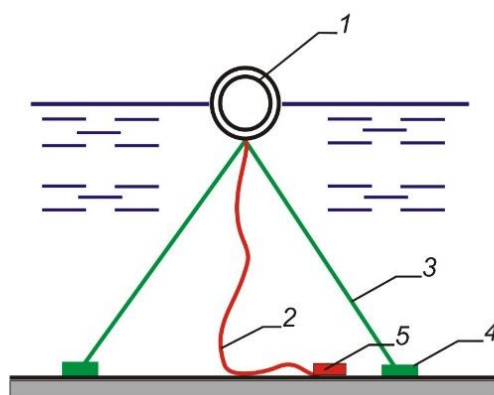


Рис. 1 – Поперечный разрез НСФУ

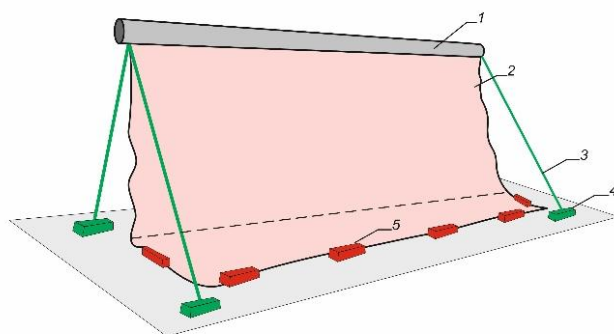


Рис. 2 – Ограждающая стенка НСФУ

Поплавок (1), удерживающий ограждающую (заборную) стенку (2) в вертикальном положении, крепится ко дну водохранилища расчалками (3), которые удерживаются донными анкерами (4). Эластичная заборная стенка по вертикали соединена с донными анкерами (5). Заборная стенка (2) выполнена из эластичного синтетического материала; верхняя ее часть прикреплена к поплавку (1), а нижняя - ко дну водохранилища. При работе НСФУ подъемная сила поплавка (1) обеспечивает подъем (опускание) верхнего подвижного яруса заборной стенки водозабора и подъем (опускание) гибкого сплошного полотнища заборной стенки. Высота стенки (2) выбирается так, чтобы ограждаемая акватория была отделена от водохранилища при любых отметках горизонта воды.

Поплавок – труба гибкая рифленая полиэтиленовая, диаметр 160 мм.

Расчалки - трос металлополимерный прозрачный (толщина 6,0 мм).

Донные анкера - мешки, выполненные из синтетической ткани, в которые закачивается песчаная пульпа.

Заборная стенка (фильтрующая воду) - синтетическое полотнище, изготовленное из полипропиленовых нитей, толщина которых различна по направлениям главных напряжений. Кольцевые нити тканевого полотнища вдвое тоньше меридиональных, что обеспечивает оптимальное напряженно-деформированное состояние при различных сочетаниях постоянных, временных, кратковременных и особых нагрузок.

В НСФУ предлагается использовать полипропиленовую ткань марки «Текспол», плотностью 40/40 г/м² и водопроницаемостью при водяном столбе 10х10 см равной 10 л/м²/с.

Полипропиленовое волокно и изготовленная из него ткань имеет следующие характеристики (исследован случай больших перемещений, когда фиксировались начальное и конечное состояния, а перемещения были соизмеримы с геометрическими размерами устройства):

- относительная деформация – растяжение (ε_1 и ε_2) в рабочем состоянии может достигать 10%, 15%; разрушение наступает при растяжении свыше 30%.

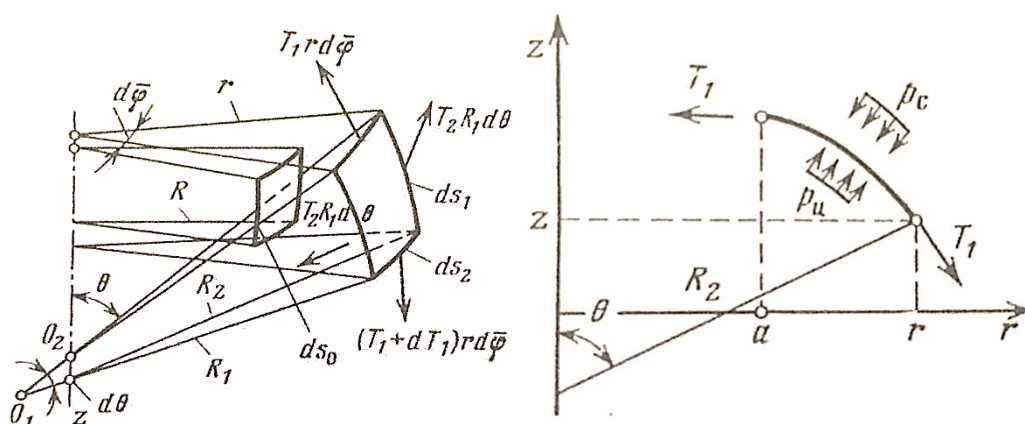


Рис. 3 – Главные напряжения в тканевом материале [13]

Главные напряжения T_1 , (кПа), T_2 (кПа) в тканевом полипропиленовом материале в конечном деформированном состоянии определялись численными методами (рис.3, 4).

Главные меридиональные напряжения ($\sigma_1 = \frac{T_1}{t_1}$, Кпа), где t_1 - толщина полипропиленовых нитей в меридиональном направлении, мм;

t_2 - толщина полипропиленовых нитей в кольцевом направлении, мм.

Главные кольцевые напряжения ($\sigma_2 = \frac{T_2}{t_2}$, Кпа) вычисляются по выражениям:

$$T_1 = \frac{\Delta P}{2r \sin \theta} * (r^2 - \alpha_1^2);$$

$$T_2 = \frac{1}{R_1 \cos \theta} * \frac{d}{d\theta} (t_1 * r)$$

Условия прочности для тканевого материала:

$$\sigma_1^{\max} \leq R_1^{\text{доп}}, \sigma_2^{\max} \leq R_2^{\text{доп}}$$

$$\text{Допускаемые усилия } [T_1^{\text{доп}}, \frac{\text{кН}}{\text{м}}; T_2^{\text{доп}}, \frac{\text{кН}}{\text{м}};]$$

зависят от относительных деформаций по главным направлениям (ε_1 и ε_2)

$$T_1^{\text{доп}} = f_1(\varepsilon_1, \varepsilon_2), T_2^{\text{доп}} = f_2(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$$

$$R_1^{\text{доп}} = \frac{T_1^{\text{доп}}}{t_1 * \varphi}, R_2^{\text{доп}} = \frac{T_2^{\text{доп}}}{t_2 * \varphi} \text{ определяются экспериментально,}$$

где φ – коэффициент надежности, учитывающий длительную прочность (ее снижение), учет динамических нагрузок, технологию изготовления; $\varphi \in [1,5 \dots 2,5]$.

В технических условиях на полипропиленовые тканевые материалы приводятся предельные значения допускаемых напряжений $R_1^{\text{доп}}$ и $R_2^{\text{доп}}$ по результатам заводских отпускных испытаний (не менее 20 образцов для одной партии материала).

В разработанном фильтрующем водозаборном устройстве, в отличие от используемых ныне аналогов, исключены металлические элементы (труба, тросовые расчалки). В 80-е годы XX века забральную стенку выполняли из водонепроницаемых капроновых тканей с двусторонним резиновым покрытием. Этот материал имеет высокую стоимость (1 м² - от 1,2 до 2 тыс. руб.) по сравнению с полипропиленовой тканью в НСФУ (1 м² - от 40 до 120 руб.).

К достоинствам устройства относятся:

- 1) компактность, легкость, гибкость, высокая кратковременная и длительная прочность, гнилостойкость;
- 2) при монтаже в месте установки отпадает необходимость применения мощных механизмов;
- 3) простота и сравнительно невысокая стоимость промывки устройства гидравлическим способом или водовоздушными струями;
- 4) соответствие конструкции фильтра эффективным рыбозащитным устройствам [14, 15];
- 5) экономический эффект от внедрения предлагаемого НСФУ заключается в снижении капиталовложений на его изготовление, расхода материалов и трудозатрат. Существенно снижаются затраты и в период эксплуатации.

Выводы:

1. Одной из приоритетных задач водного хозяйства является улучшение качества фильтрующих устройств на водозаборных узлах при уменьшении капитальных и эксплуатационных затрат.
2. Предложено наплавное фильтрующее синтетическое устройство (НСФУ) водозаборных установок, превосходящее эксплуатируемые фильтры по качеству очищения воды, а по стоимости изготовления более дешевое.
3. В России на начало 2018 г. было зафиксировано 28,3 тыс. водопользователей. Опыт работы автора (свыше 10 лет) в сфере мониторинга гидротехнических сооружений показывает, что предлагаемое фильтрационное устройство

может заинтересовать около 20 тыс. водохозяйственных объектов России.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Волосухин В. А. Строительные системы охраны водных ресурсов с использованием конструкций из тканевых материалов [Текст]: монография / В. А. Волосухин, В. Л. Бондаренко. – Новочеркасск, НГМА, 2008. – 164 с.
2. Бондаренко В. Л. Технологические системы управления качеством воды на водных объектах [Текст]: монография / В. Л. Бондаренко, В. А. Волосухин. – Новочеркасск, НИМИ, 1995. – 104 с.
3. Волосухин В. А. Руководство по расчету и применению наплавных конструкций [Текст] / В. А. Волосухин, В. Л. Бондаренко, И. А. Зинов. – Новочеркасск, НИМИ, 1993. – 30 с.
4. Волосухин В. А. Научные основы управления температурным режимом водохранилища-охладителя тепловых и атомных электростанций [Текст]: монография / В. А. Волосухин, М. И. Пономаренко. – Новочеркасск: Лик, 2008. – 258 с.
5. Волосухин В. А. Совершенствование технологии формирования температурного режима водохранилища-охладителя тепловых и атомных электростанций [Текст]: монография / В. А. Волосухин, М. И. Пономаренко, М. А. Волюнов; Всерос. НИИ гидротехники и мелиорации. – Новочеркасск: Лик, 2008. – 242 с.
6. Бондаренко В. Л. Мягкие конструкции для регулирования качества воды на водных объектах [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Екатеринбург, РосНИИВХ, 1997. – 46 с.
7. Зинов И. А. Мембранные наплавные гидротехнические конструкции из тканевых материалов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск, НГМА, 1996. – 24 с.
8. Иванкова Т. В. Рациональное использование водных ресурсов длительно эксплуатируемого Симферопольского водохранилища на реке Салгир, Республика Крым [Текст] / Т. В. Иванкова // Строительство и архитектура. - 2017. - Т. 5. - № 4. - С. 212-218.
9. Иванкова Т. В. Рациональное использование водных ресурсов длительно эксплуатируемого Партизанского водохранилища на реке Альма, Республика Крым [Текст] / Т. В. Иванкова // В сборнике: Профессионал года 2018; сборник статей VII Международного научно-практического конкурса. – Пенза, Наука и Просвещение, 2018. - С. 142-149.
10. Иванкова Т.В. Водообеспеченность Республики Крым: состояние, проблемы, перспективы [Текст] / Т.В. Иванкова // Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2018»: материалы XI Межд. науч.-практ. конф.; Красная Поляна, г. Сочи, 11–14 декабря 2018 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) имени М.И. Платова – Новочеркасск: Лик, 2018. – С. 21 – 29.
11. Иванкова Т. В. Природно-хозяйственные структуры малых речных бассейнов горного рельефа и пути их развития: инновации, оптимизация или реставрация / Т. В. Иванкова, П. А. Кипкеева, Ю. Я. Потапенко // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2018. Т. 26 № 1 (89). С. 67-75.
12. Иванкова Т. В. Социально-экологические аспекты использования водных ресурсов сельскохозяйственных регионов Евразии [Текст]: монография / Т. В. Иванкова. – Москва: РУСАЙНС, 2017. – 186 с.
13. Пшеничников Г. И. Теория тонких упругих сетчатых оболочек и пластинок / Г. И. Пшеничников. - М.: Наука, 1982. - 352 с.
14. Боронина В. Ф. Фильтрующий водоприем как способ рыбозащиты на водозаборных сооружениях коммунального и промышленного водоснабжения. Автореф. дисс. канд. техн. наук ВАК 05.23.04. Пенза, 2000.
15. Ткачев В. Г. Новые технологии, применяемые при реконструкции водозаборных сооружений с целью совершенствования рыбозащитных устройств. Проблемы ядерной, радиационной и экологической безопасности. Глобальная ядерная безопасность / В. Г. Ткачев, Л. В. Постой, 2015, №2 (15). С. 24-29.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Volosuhin V. A. Stroitel'nyye sistemy okhrany vodnykh resursov s ispol'zovaniyem konstruktсий iz tkanevykh materialov [Construction Systems for Protection of Water Resources Using Constructions Made of Fabric Materials [Text]: Monograph] / V. A. Volosuhin, V. L. Bondarenko. – Novocherkassk, NGMA, 2008. – 164 p. [In Russian]
2. Bondarenko V. L. Tekhnologicheskiye sistemy upravleniya kachestvom vody na vodnykh ob'yektakh [Technological Systems for Managing Water Quality in Water Bodies [Text]: Monograph] / V. L. Bondarenko, V. A. Volosukhin. – Novocherkassk, NIMI, 1995. – 104 p. [In Russian]
3. Volosuhin V. A. Rukovodstvo po raschetu i primeneniyu naplavnykh konstruktсий [Guidelines for Calculation and Application of Floating Structures [Text]] / V. A. Volosuhin, V. L. Bondarenko, I. A. Zinov. – Novocherkassk, NIMI, 1993. – 30 p. [In Russian]
4. Volosuhin V. A. Nauchnyye osnovy upravleniya temperaturnym rezhimom vodokhranilishcha-okhladitelya teplovykh i atomnykh elektrostantsiy [Scientific Basis for Temperature Control of Reservoir-Cooler of Thermal and Nuclear Power Plants [Text]: Monograph] / V. A. Volosuhin, M. I. Ponomarenko. – Novocherkassk: Lick, 2008. – 258 p. [In Russian]
5. Volosuhin V. A. Sovershenstvovaniye tekhnologii formirovaniya temperaturnogo rezhima vodokhranilishcha-okhladitelya teplovykh i atomnykh elektrostantsiy [Tekst]: monografiya [Improving Technology of Forming Temperature Mode of Reservoir-Cooler of Thermal and Nuclear Power Plants [Text]: Monograph] / V. A. Volosuhin, M. I. Ponomarenko, M. A. Volynov; // All-Russian Scientific Research Institute of Hydrotechnics and Land Reclamation – Novocherkassk: Lick, 2008. – 242 p. [In Russian]
6. Bondarenko V. L. Myagkiye konstruktсии dlya regulirovaniya kachestva vody na vodnykh ob'yektakh [Soft designs for regulating the quality of water in water bodies [Text]]: Thesis of PhD in Engineering – Ekaterinburg, RosSRIVH, 1997. – 46 p. [In Russian]

7. Zinov I. A. Membrannyye naplavnyye gidrotekhnicheskiye konstruksii iz tkanykh materialov [Membrane floating hydraulic structures made of fabric materials [Text]]: Thesis of PhD in Engineering / I. A. Zinov – Novocherkassk, NGMA, 1996. – 24 p. [In Russian]
8. Ivankova T. V. Ratsional'noye ispol'zovaniye vodnykh resursov dlitel'no ekspluatiruyemogo Simferopol'skogo vodokhranilishcha na reke Salgir, Respublika Krym [Rational Use of Water Resources of Simferopol Reservoir on Salgir River for Long Time, Republic of Crimea [Text]] / T. V. Ivankova // Stroitel'stvo i arkhitektura [Construction and architecture]. – 2017. – V. 5. – No. 4. – P. 212-218. [In Russian]
9. Ivankova T. V. Ratsional'noye ispol'zovaniye vodnykh resursov dlitel'no ekspluatiruyemogo Partizanskogo vodokhranilishcha na reke Al'ma, Respublika Krym [Rational Use of Water Resources of Long-operated Partizansky Reservoir on Alma River, Republic of Crimea [Text]] / T. V. Ivankova // V sbornike: Professional goda 2018; sbornik statey VII Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa. – Penza, Nauka i Prosveshcheniye [Collection: professional of 2018; collection of articles of the VII International Scientific and Practical Competition. – Penza, Science and Enlightenment], 2018. – P. 142-149. [In Russian]
10. Ivankova T. V. Vodoobespechennost' Respubliki Krym: sostoyaniye, problemy, perspektivy [Water availability of the Republic of Crimea: state, problems, prospects [Text]] / T. V. Ivankova // Tekhnologii ochistki vody «TEKHOVOD-2018»: materialy XI Mezhd. nauch.-prakt. konf.; Krasnaya Polyana, g. Sochi, 11–14 dekabrya 2018 g [Technology of water purification "TEKHOVOD-2018": materials XI Int. scientific-practical conf. Krasnaya Polyana, Sochi, December 11-14, 2018 / South-Rus. State Polytechnic univ. (NPI) named after M. I. Platov – Novocherkassk: Lick, 2018. – P. 21-29. [In Russian]
11. Ivankova T. V. Prirodno-khozyaystvennyye struktury mal'nykh rechnykh basseynov gornogo rel'yefa i puti ikh razvitiya: innovatsii, optimizatsiya ili restavratsiya [Natural-Economic Structures of Small River Basins of Mountain Relief and Ways of their Development: Innovation, Optimization or Restoration] / T. V. Ivankova, P. A. Kipkeeva, Y. Ya. Potapenko // Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan [Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan]. 2018. Vol. 26 No. 1 (89). P. 67-75. [In Russian]
12. Ivankova T. V. Sotsial'no-ekologicheskkiye aspekty ispol'zovaniya vodnykh resursov sel'skokhozyaystvennykh regionov Yevrazii [Social and Environmental Aspects of Use of Water Resources of Agricultural Regions of Eurasia] [Text]: Monograph / T. V. Ivankov. – Moscow: RUSAINS, 2017. – 186 p. [In Russian]
13. Pshenichnov G. I. Teoriya tonkikh uprugikh setchatykh obolochek i plastinok [Theory of Thin Elastic Mesh Shells and Plates] / G. I. Pshenichnov. – M.: Science, 1982. – 352 p. [In Russian]
14. Boronin V. F. Fil'truyushchiy vodopriyem kak sposob rybozashchity na vodozabornykh sooruzheniyakh kommunal'nogo i promyshlennogo vodosnabzheniya. [Filtering Water Intake as Method of Fish Protection on Water Intake Facilities of Municipal and Industrial Water Supply]. Thesis of PhD in Engineering HAC 05.23.04. Penza, 2000. [In Russian]
15. Tkachev V. G. Novyye tekhnologii, primenyayemye pri rekonstruktsii vodozabornykh sooruzheniy s tsel'yu sovershenstvovaniya rybozashchitnykh ustroystv [New technologies used in the reconstruction of water intake structures in order to improve fish protection devices] / V. G. Tkachev, L. V. Postoj // Problemy yadernoy, radiatsionnoy i ekologicheskoy bezopasnosti. Global'nayayadernaya bezopasnost' [Problems of nuclear, radiation and environmental safety. Global nuclear security], 2015, No.2 (15). P. 24-29. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.008>К ОБОСНОВАНИЮ РАЗДЕЛЬНОГО СПОСОБА УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВАЛКОУКЛАДЧИКА ХЛЕБНОЙ МАССЫ

Научная статья

Ловчиков А.П.^{1,*}, Ловчиков В.П.², Бикмаев Р.Р.³¹ ORCID: 0000-0002- 1825-0097;² ORCID: 0000-0002-1825-0023;³ ORCID: 0000-0001-9226-297X;^{1, 2, 3} Южно-Уральский государственный аграрный университет, Челябинск, Россия

* Корреспондирующий автор (alovcikov[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлен материал, раскрывающий неравномерности хлебной массы в валках, в особенности при низкой урожайности зерновых культур. Для обеспечения повышения производительности зерноуборочного комбайна при подборе валков сформированных валковыми жатками, необходимо произвести дополнительную операцию, для объединения трех валков в один мощный перед их подбором и обмолотом посредством специального устройства – валкоукладчика. Принцип его работы – подбор, перемещение и укладка валка хлебной массы на стерню. Раскрывается способ уборки зерновых культур с применением дополнительной операции валкоукладки хлебной массы, а также устройство и особенности конструкции, и принцип работы валкоукладчика. Приведены агротехнические требования, предъявляемые к валкоукладчику.

Ключевые слова: раздельная уборка, повышение производительности, валкоукладчик, валок, хлебная масса, сокращение сроков, комбайн, транспортер, устройство, укладка, общий вид, агрегат.

JUSTIFYING SUBSEQUENT PICK-UP HARVESTING METHOD FOR GATHERING GRAIN CROPS WITH THE
USE OF SWATHER FOR GRAIN MASS

Research article

Lovchikov A.P.^{1,*}, Lovchikov V.P.², Bikmaev R.R.³¹ ORCID: 0000-0002- 1825-0097;² ORCID: 0000-0002-1825-0023;³ ORCID: 0000-0001-9226-297X;^{1, 2, 3} South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

* Corresponding author (alovcikov[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the material on uneven grain mass in the rolls, in particular, when the yield of grain crops is low. In order to increase the productivity of the combine-harvester when selecting rolls formed by rotary windrower, it is necessary to perform an additional operation to combine three rolls into one powerful unit before the selection and threshing using a special device – swather. The principle of its work is the selection, movement, and laying of the swath of grain mass on the stubble. The method for harvesting grain crops with the use of an additional operation for the laying of the grain mass is described, as well as the device itself, its design features, and the principle of operation of the swather. The agro-technical requirements for the swather are given.

Keywords: subsequent pick-up harvesting, increase of productivity, swather, roll, grain weight, reduction of terms, combine-harvester, carrier, device, laying, general view, unit.

В настоящее время комбайновый способ уборки зерновых культур реализуется как прямым комбайнированием, так и раздельным способом [1], [2]. Так, раздельная уборка в оптимальные сроки обеспечивает на 4 – 6 суток раньше начать скашивание зерновых, что влияет на напряженность зерноуборочных работ. Созревание зерновок колоса в валках происходит равномернее и ускоряется по сравнению с хлебостоем на 3 – 5 суток. За счет этого максимальный биологический урожай сохраняется без существенных потерь зерна в масштабах хозяйства сельхозпроизводителя до 15 – 18 суток, а при прямой уборке только 10 суток. Производительность комбайнов на подборе и обмолоте валков оптимальной мощности возрастает на 20,0 – 25,0 % [1], [3].

Многочисленные исследования указывают на сложность решения производственной загрузки комбайнов, так как зерновые культуры разнообразны по своим физико-механическим свойствам. На практике технологическая загрузка комбайнов осуществляется путем применения биологических методов, обеспечивающих повышение урожайности, которые имеют, как правило, продолжительный характер действия во времени. Помимо этого решается и путём использования средств механизации, в частности валковых жаток с различной шириной захвата, а так же подбором пропускной способности молотилки комбайнов к определенным условиям уборки зерновых культур по урожайности. Практика и наука свидетельствует о том, что с увеличением ширины захвата производительность машины возрастает только до определенного предела, после чего она снижается.

Кроме того, вследствие колебания урожайности зерновых культур в больших пределах изготавливаемые промышленностью валковые жатки с фиксированной шириной захвата не обеспечивают формирования валков требуемой мощности в соответствии с пропускной способностью комбайнов, особенно в степных районах региона Южного Урала (Российская Федерация), что характерно и для Северного Казахстана (Республика Казахстан), где низкий общий фон урожайности (табл. 1).

Таблица 1 – показатели хлебных валков, сформированных серийными валковыми жатками

Урожайность, ц/га	Межвалковое расстояние, м	Ширина валка, м	Высота валка, м			Просвет валка с почвой, см			Влажность зерна валка, %	Марка жатки
			слева	центр	справа	слева	центр	справа		
7	9,0	0,83	0,14	0,15	0,12	7	7	9	19,4	ЖВП-9.6
10	6	0,52	0,10	0,11	0,10	6,6	6	6	15,5	ЖВН-6
10	9,0	0,93	0,24	0,20	0,21	6,6	7	10	20,1	ЖВП-9.6
17	9,0	1,18	0,13	0,23	0,15	4,4	5,6	4,8	24,5	ЖВП-9.6

В результате не обеспечивается полная загрузка комбайнов по пропускной способности молотилки, низка их производительность, имеет место излишнее перемещение по полю, а это дополнительный расход топлива. В результате расчетов определено, что комбайны 3 класса (5,0 – 6,0 кг/с) загружаются на 70,0 – 90,0 % с урожайности зерновых 9 – 10 ц/га при формировании спаренных валков жаткой с захватом 9 – 10 метров. Комбайны классов 4 (7,0 – 8,0 кг/с) и 5 (8,0 – 9,0 кг/с) соответственно на 55,0 – 45,0 % (считается нормальной, если коэффициент использования пропускной способности молотилки не менее 0,7). Причем серийные валковые жатки не обеспечивают качественной укладки скошенной массы в валок, что ухудшает условия созревания и сохранности зерна в валках.

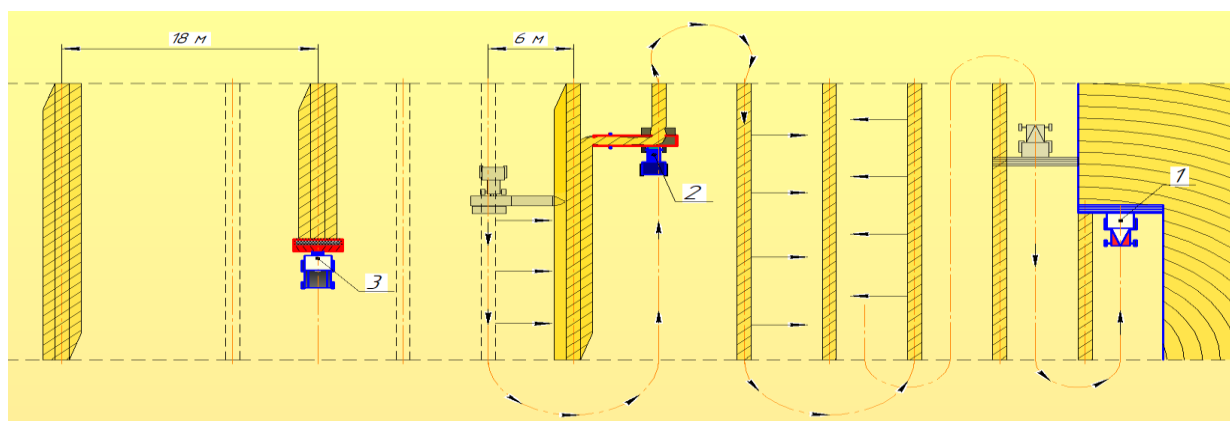
Агротехническая оценка зерновых культур в степных районах регионе Южного Урала свидетельствует, что в хлебных массивах преобладает высота стеблестоя 0,5 – 0,6 м (вероятность – 0,25) и 0,6 – 0,7 м (вероятность – 0,32), и в структуре распределения высоты стеблестоя преобладает длинностебельная (вероятность 0,52 – 0,73) или короткостебельная (вероятность 0,48 – 0,27) часть. Неравномерность длины стеблей обуславливает неравномерность распределения хлебной массы в валках по ширине, следовательно, и неравномерную загрузку молотилки комбайнов (табл. 2). Валки формируются шириной 0,6 – 1,0 м, что не обеспечивается загрузка комбайна класса 4 и выше как по ширине, так и пропускной способности молотильного аппарата (табл. 2 и табл. 1).

Таблица 2 – Распределение массы зерна и соломы по ширине валка

№ опыта	Урожайность, ц/га	Межвалковое расстояние, м	Ширина валка, м	Распределение массы зерна и соломы по ширине валка, кг			
1	7	9	0,83	0,154	0,152	0,004	0,306
ЖВП-9.6							
2	7	9	0,83	0,116	0,112	0,004	0,228
ЖВП-9.6							

Повысить эффективность использования высокопроизводительных комбайнов в степных зонах региона Южного Урала (Российская Федерация) и Северного Казахстана (Республика Казахстан) можно за счет применения технологической схемы уборки зерновых культур раздельного способа, в котором объединяются три валка [10], сформированных валковыми жатками, в один более мощный валок перед их подбором и обмолотом. Для этого, необходимо произвести дополнительную операцию, которая называется валкоукладкой, а техническое устройство для её выполнения – валкоукладчик. Принцип его работы – подбор, перемещение и укладка валка хлебной массы.

Уборка зерновых культур с применением валкоукладчика осуществляется следующим образом. На второй день после скашивания зерновых валковыми жатками валкоукладчик посредством пружинных пальцев подбирающего транспортера поднимает хлебную массу валка со стерни и перемещает её на поперечный горизонтальный транспортер устройства, который перемещает хлебную массу на 6 – 9 метров к смежному валку и выгружает её на стерню. Затем агрегат совершает челночное движение в загоне поля, и процесс подбора, перемещения и укладки хлебной массы валка повторяется. В результате из трех исходных формируется общий более мощный валок хлебной массы. После 2 – 4 дней «лежки» валка на стерне, когда зерно находится в фазе полной спелости, производят подбор и обмолот комбайнами (рис. 1).



1 – скашивание хлебной массы в валки; 2 – подбор, перемещение и укладка валков; 3 – подбор и обмолот валков

Базой для разработки валкоукладчика послужил подбирающий транспортер с копирующими рельеф колесами платформы-подборщика ПП-3,4. Ширина захвата транспортера сокращена с 3,4 до 2,5 метра для уменьшения габаритов технического устройства и массы. Подбирающий транспортер установлен на главную раму устройства, которая также служит рамой первой секции поперечного транспортера. Справа установлен гидромотор-редуктор для привода валов поперечного и подбирающего транспортеров. Слева на главную раму навешаны вторая секция поперечного транспортера и гидроцилиндр подъема этой секции (рис. 2).

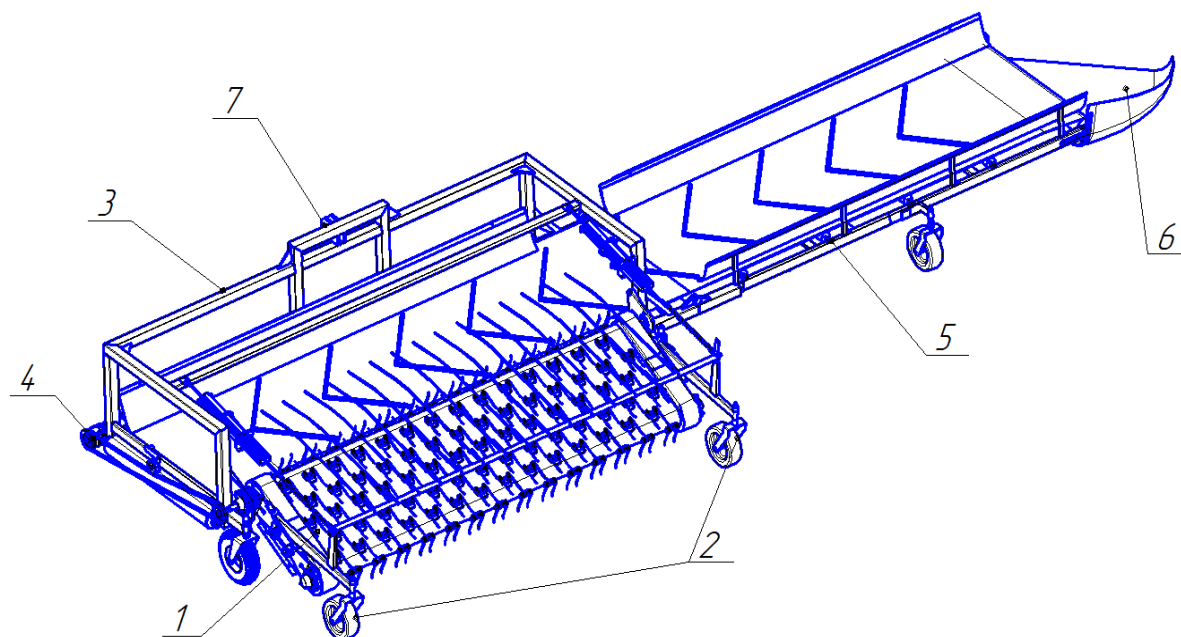


Рис. 2 – Устройство валкоукладчика

1 – транспортер подборщика; 2 – колеса копирующие; 3 – главная рама;
4 – гидромотор-редуктор; 5 – вторая секция поперечного транспортера;
6 – эластичный укладчик; 7 – кронштейны навески

Результаты экспериментальных исследований [1], [3] показывают, что в начальный момент образования валка просвет его с почвой уменьшается интенсивно. Кроме того, укладка хлебной массы при наличии действия силы тяжести свидетельствует о том, что при густоте стеблестоя от 100 до 200 шт./м², независимо от высоты (0,15 – 0,3 м) падения хлебной массы на стерню, просвет равен нулю, то есть практически валок укладывается на поверхность поля. При густоте 250 шт./м² наблюдается устойчивое взвешенное положение валка на стерне. С увеличением высоты падения хлебной массы с 0,15 м до 0,3 м просвет валка уменьшается на 25,0 %. При густоте стеблестоя 250 шт./м² возможно соприкосновение валков (мощностью до 7,5 кг/пог. м) с поверхностью поля через два-три дня после укладки на стерню. С повышением густоты стеблестоя стерни до 500 шт./м² просвет хлебного валка возрастает. Устойчивое взвешенное положение хлебного валка на стерне наблюдается и через три дня после скашивания (табл. 3).

Таблица 3 – Просвет валка хлебной массы с почвой в зависимости от густоты стеблестоя и высоты падения на стерню, см

№ опыта	Густота стерни, шт./м ²						Высота падения на стерню, м
	250		300		500		
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
1	2,45	0,35	3,81	0,56	7,06	0,72	0,15
2	2,50	0,40	3,74	0,84	7,10	0,74	0,15
3	2,02	1,10	2,10	0,57	6,77	1,03	0,30

Замеры просвета валка по его ширине говорят о том, что независимо от высоты падения с увеличением густоты стерни профиль просвета валка с почвой выравнивается и становится более устойчивым и равномерным (табл. 4).

Таблица 4 – Изменение просвета с почвой по ширине валка хлебной массы, см

Повторность замера*	Густота стеблестоя стерни, шт./м ²					
	250		300		500	
	высота падения, м					
	0,15	0,3	0,15	0,3	0,15	0,3
	1	3,0	4,8	5,2	3,5	7,2
2	2,3	3,1	4,3	2,2	7,0	6,5
3	2,6	1,5	3,5	2,3	7,3	6,5

Примечание: интервал замера – 0,12 м

В связи с чем, чтобы хлебная масса укладывалась на стерню без динамического удара, на конце второй секции поперечного транспортера монтируется эластичный укладчик, позволяющий валку плавно спускаться с транспортной ленты на стерню. В результате большей устойчивости валка на стерне улучшится температурный режим за счёт лучшей циркуляции воздуха под ним, что в итоге отразится на процессе сушки хлебной массы.

Сзади главной рамы имеются кронштейны навески для агрегатирования с тракторами класса 1,4 кН (МТЗ-82, Т-40 или аналогичные, имеющие дополнительную переднюю навеску). При работе валкоукладчик прицепляется к переднему навесному устройству, а при транспортировке к заднему (рис. 3).

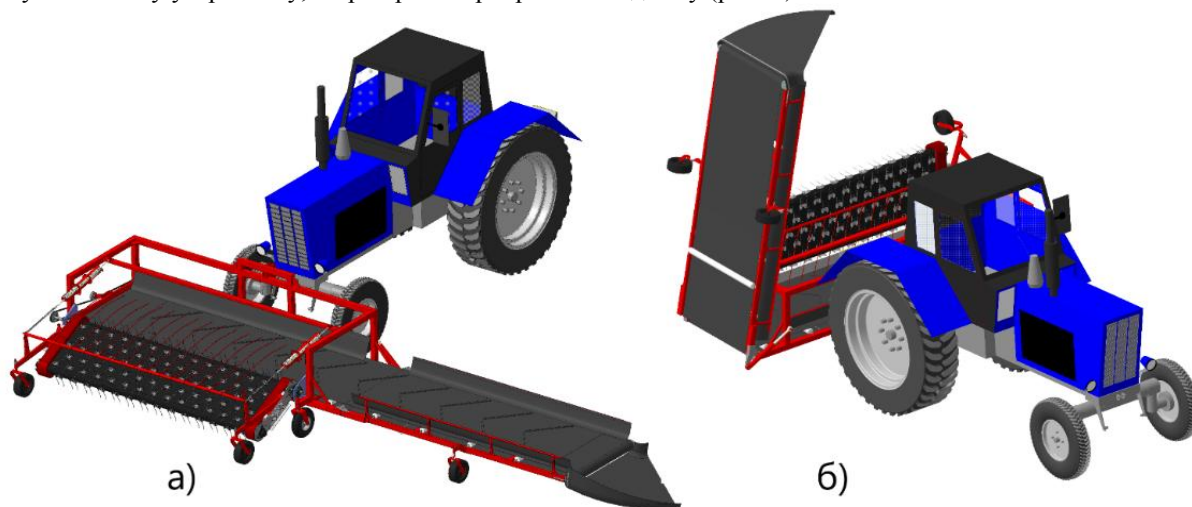


Рис. 3 – Общий вид агрегата:
а) в рабочем; б) в транспортном положении

Для валковых жаток шириной захвата 9,1 метра валкоукладчик имеет модификацию с тремя секциями поперечного транспортера общей длиной 9 метров. Валкоукладчик предназначен для использования в степных районах страны и Южного Урала, а также в подзоне 17.1 (Северный Казахстан, Республика Казахстан) при уборке колосовых культур на малоурожайных полях. Такой способ валкообразования хлебной массы перед подбором и обмолотом комбайнами обеспечивает повышение мощности валков за счет увеличения межвалкового расстояния в 3 раза, без снижения производительности труда на скашивании зерновых, что в итоге отразится на производительности комбайнов и сроках уборки урожая.

Таким образом, технология формирования хлебных валков жаткой и валкоукладчиком при уборке зерновых на полях урожайностью от 6 до 12 ц/га должна обеспечить: загрузку молотилки комбайнов класса 4 и выше в 1,5 – 2,5 раза; уменьшение часового расхода топлива на 30,0 – 80,0 %; снижение затрат на уборку до 15,0 – 25,0 % и потерь зерна в 1,3 – 1,6 раза по сравнению с технологией формирования валков жатками 6 и 9 м.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Ловчиков А. П. Техно-технологические основы совершенствования зерноуборочных комбайнов с большим молотильным аппаратом / А. П. Ловчиков. Ульяновск: Зебра, 2016. – 111 с.
2. Ловчиков А. П. Теоретический аспект технологического процесса прямого комбайнирования зерновых культур с двойным срезом стеблей / А. П. Ловчиков, В. П. Ловчиков, Ш. С. Иксанов // Известия ОГАУ. №3(53). Оренбург, 2015. – С. 92–95.
3. Ловчиков А. П. Повышение эффективности технологических систем уборки зерновых культур (на примере регионов Южного Урала и Северного Казахстана СНГ). Дис. ... докт. тех. Наук. / А. П. Ловчиков – Оренбург, ОГАУ, 2006. – 271с.
4. Константинов М. М. Проектирование и организация эффективного процесса уборки зерновых культур / М. М. Константинов, А. П. Ловчиков, В. П. Ловчиков и др. Екатеринбург: Институт экологии УрО РАН, 2011 – 144 с.
5. Константинов М. М. Оценка качественных показателей формирования хлебных валков, их подбора и обмолота при использовании порционной жатки на раздельной уборке зерновых культур. М. М. Константинов, И. Н. Глушков, И. В. Герасименко и др. // Известия ОГАУ. – №6 (62). Оренбург, 2016. – С.68-77.
6. Анискин В. И. Развитие научного направления по совершенствованию зерноуборочной техники на 2005–2015 гг. / В. И. Анискин, Э. В. Жалкин // Техника и оборудование для села. 2004. – С. 8.
7. Завражнов А. И. Снижение потерь и механических повреждений зерна при уборке урожая / А. И. Завражнов, М. М. Константинов, А. П. Ловчиков и др.: Методические рекомендации: Мичуринск, МГАУ. 2012. – 82 с.
8. Баранов А. А. Новая прицепная валковая жатка ПН–327–7.6П «Простор» / А. А. Баранов // Тракторы и с.х. машины. № 11. 2004. – С. 7–8.
9. Ловчиков А. П. Повышение качества зерна и эффективности использования комбайнов в условиях Южного Урала / П. Ловчиков. Челябинск, РЕКПОЛ. 2002. – 144 с.
10. Ловчиков А. П. Способ раздельной уборки зерновых культур и устройство для его осуществления: пат.

2285382 Рос. Федерация: МПК⁵¹ A01D 91/04, A01D 57/20 / А. П. Ловчиков.; Патентообладатель ФГОУ ВПО Челябинский государственный агроинженерный университет; Заявка 2005104720/12; заявл. 21.02.2005; опубл. 20.10.2006 Бюл. № 29. – 8 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lovchikov A. P. Tekhniko-tehnologicheskie osnovy sovershenstvovaniya zernouбороchnykh kombainov s bolshim molotilnym apparatom [Technical and Technological Basis for Improving Combine-Harvesters with a Large Threshing Machine] / A. P. Lovchikov. Ulyanovsk: Zebra, 2016. – 111 p. [In Russian]
2. Lovchikov A. P. Teoreticheskii aspekt tekhnologicheskogo protsessa pryamogo kombainirovaniya zernovykh kultur s dvoynym srezom stblei [Theoretical Aspect of the Process of Direct Combining of Grain Crops with Double Cut of Stems] / A. P. Lovchikov, V. P. Lovchikov, Sh. S. Iksanov // Izvestiya OGAU [Bulletin of OSAU]. No. 3 (53). Orenburg, 2015. – P. 92–95. [In Russian]
3. Lovchikov A. P. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskikh sistem uborki zernovykh kultur (na primere regionov Yuzhnogo Urala i Severnogo Kazakhstana SNG) [Improving the Efficiency of Technological Systems for Harvesting Grain Crops (on the example of the regions of the Southern Urals and Northern Kazakhstan of the CIS)] / A. P. Lovchikov. Thesis of PhD in Engineerig: – Orenburg, OSAU, 2006. – 271 p. [In Russian]
4. Konstantinov M. M. Proektirovanie i organizatsiya effektivnogo protsessa uborki zernovykh kultur [Design and Organization of Effective Process of Harvesting Grain Crops] / M. M. Konstantinov, A. P. Lovchikov, V.P. Lovchikov, P.I. Ogorodnikov, Yu.B. Chetyrkin // Yekaterinburg: Institute of Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2011 – 144 p. [In Russian]
5. Konstantinov M. M. Otsenka kachestvennykh pokazatelei formirovaniya khlebnykh valkov, ikh podbora i obmolota pri ispolzovanii portсионно zhatki na razdelnoi uborke zernovykh kultur [Assessment of Quality Indicators of the Formation of Bread Rolls, their Selection and Threshing when Using Portion Reaper for Subsequent Pick-up Harvesting of Grain Crops]. M. M. Konstantinov, I. N. Glushkov, I. V. Gerasimenko and others // Izvestiya OGAU [Bulletin of OSAU]. – No. 6 (62). Orenburg, 2016. – P.68-77. [In Russian]
6. Aniskin V.I. Razvitie nauchnogo napravleniya po sovershenstvovaniyu zernouбороchnoi tekhniki na 2005–2015 gg. [Development of Scientific Direction for the Improvement of Grain Harvesting Equipment for 2005–2015] / V. I. Aniskin, Ye.V. Zhalkin // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela [Technique and Equipment for the Village]. 2004. – P. 8. [In Russian]
7. Zavrazhnov A. I. Snizhenie poter i mekhanicheskikh povrezhdenii zerna pri uborke urozhaya [Reducing Losses and Mechanical Damage to Grain during Harvest]/ A. I. Zavrazhnov, M. M. Konstantinov, A. P. Lovchikov and others: Methodical Recommendations: Michurinsk, MSAU. 2012. – 82 p. [In Russian]
8. Baranov A.A. i dr. Novaya pritsepnaya valkovaya zhatka PN–327–7.6P «Prostor» [New Trailed Roller Reaper PN – 327–7.6P “Prostor”] / A.A. Baranov // Traktory i s.kh. mashiny [Tractors and Agricultural Machinery]. No. 11. 2004. – P. 7–8. [In Russian]
9. Lovchikov A. P. Povyshenie kachestva zerna i effektivnosti ispolzovaniya kombainov v usloviyakh Yuzhnogo Urala [Improving the Quality of Grain and Efficiency of Use of CombineHarvesters in the Conditions of the Southern Ural] / A. P. Lovchikov. Chelyabinsk, REKPOL. 2002. – 144 p. [In Russian]
10. Lovchikov A. P. Sposob razdelno uborki zernovykh kultur i ustroystvo dlia yego osushchestvleniya: pat. 2285382 Ros. Federatsiya: MPK51 A01D 91/04, A01D 57/20 [Method of Subsequent Pick-up Harvesting of Grain Crops and Device for Its Implementation: Pat. 2285382 Russ. Federation: MPK51 A01D 91/04, A01D 57/20] / Lovchikov A.P.; Patentee of the Chelyabinsk State Agricultural Engineering University; Application 2005104720/12; Application of February 21, 2005; Claim 10/20/2006 Bull. No. 29. – 8 p. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.009>

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА

Научная статья

Полегаев В.А.^{1,*}, Власов А.М.², Пахолкова Т.А.³^{1, 2, 3} ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет, Иваново, Россия

* Корреспондирующий автор (Poletaev[at]tam.ispu.ru)

Аннотация

С помощью метода конечных элементов исследуется магнитное поле рабочего зазора магнитожи́дкостного герметизатора. Показано распределение напряженности поля вдоль поверхности магнитопроводящего вала, отвечающего за максимальную удерживающую способность рабочего зазора магнитожи́дкостного герметизатора. Получена подробная информация о характере распределения параметров поля в зазоре в пределах зубцового деления, выявлены зоны повышенной напряженности магнитного поля около кромок зубца, определены форма и размеры их границ, показан характер распределения напряженности в этих зонах.

Ключевые слова: магнитожи́дкостный герметизатор, магнитное поле, распределение напряженности в рабочем зазоре, напряженность.

STUDY OF THE MAGNETIC FIELD IN THE FRONT GAP OF MAGNETIC FLUIDAL SEALER

Research article

Poletaev V.A.^{1,*}, Vlasov A.M.², Pakholkova T.A.³^{1, 2, 3} FSBEI HE Ivanovo State Energy University, Ivanovo, Russia

* Corresponding author (Poletaev[at]tam.ispu.ru)

Abstract

The article studies the magnetic field of the front gap of the magnetic fluidal sealer using the finite element method. The distribution of the field strength along the surface of the embankment conducting magnet responsible for the maximum holding capacity of the front gap of the magnetic fluidal sealer is shown. Detailed information was obtained on the nature of the distribution of the field parameters in the gap within the slot pitch, areas of increased magnetic field stress near the slot edges were identified, the shape and size of their boundaries were determined, and the nature of the distribution of stress in these zones was shown.

Keywords: magnetic fluidal sealer, magnetic field, distribution of tension in the front gap, potential stress.

Введение

Герметизаторы— это устройства, обеспечивающие герметичность при передаче вращающего момента из одной среды в другую. Большое распространение в технике получили магнитожи́дкостные герметизаторы для герметизации валов при передаче вращения в вакууме, в газовых, парогазовых и жидких средах [1], [2].

Наиболее распространена цилиндрическая конструкция МЖГ (рис. 1), в которых роль уплотнителя зазора между вращающимся валом и неподвижными деталями играет магнитная жидкость.

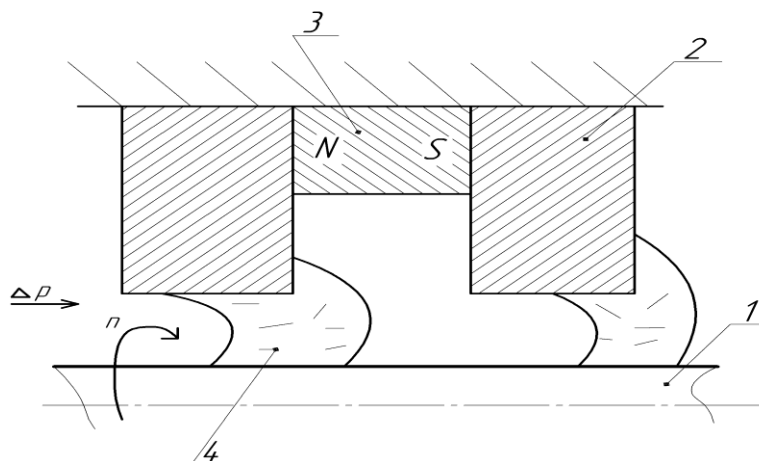


Рис. 1 – Цилиндрическая конструкция МЖГ: 1–вал; 2 – полюсный наконечник; 3– постоянный магнит; 4–магнитная жидкость

Для увеличения удерживаемого перепада давлений и уменьшения осевого размера МЖГ на его полюсах выполняются концентраторы магнитного поля (зубцы) различной формы [3]. Предлагаются различные формы зубцов, обладающие своими достоинствами и недостатками. Обычно применяемые в МЖГ зубцы и распределение магнитного поля под ними представлены на рис. 2.

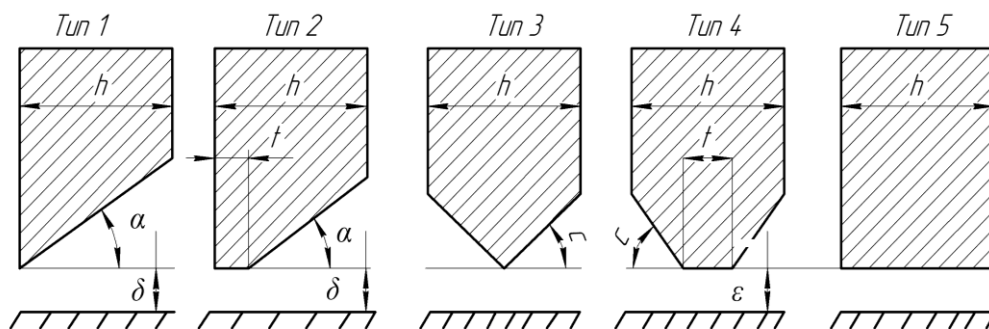


Рис. 2 – Различные формы зубцов, применяемые в МЖГ

Основные результаты

Основные характеристики магнитожиidкостного герметизатора (МЖГ) определяются параметрами магнитного поля в рабочем зазоре. В МЖГ традиционной конструкции рабочий зазор образован обращенными друг к другу поверхностями полюсной приставки и вала (рис. 3).

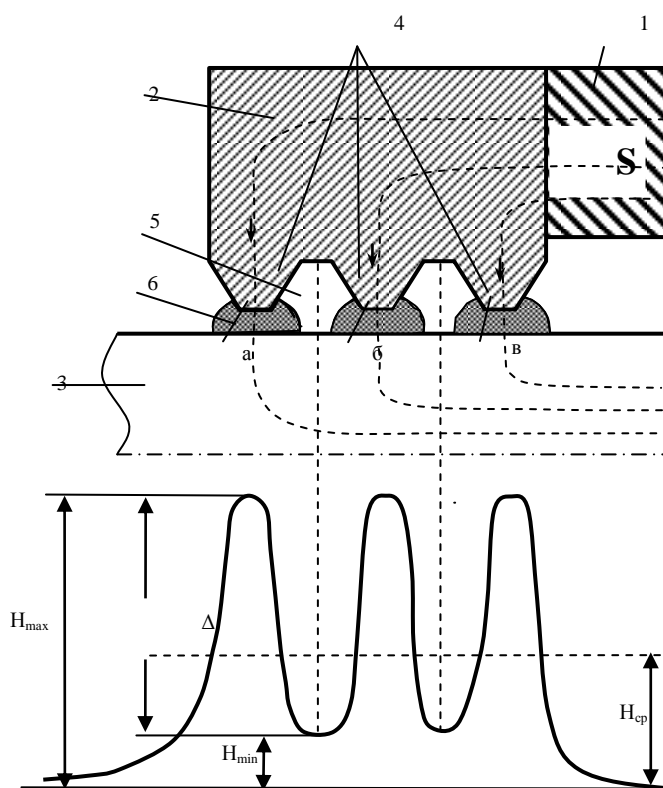


Рис. 3 – Распределение напряженности в зазоре

Полюсная приставка и вал выполнены из магнитомягкого материала, что позволяет, меняя форму их поверхности, влиять на магнитное поле в зазоре. Обычно на поверхности полюсных приставок или вала выполняют последовательно расположенные зубцы одинаковой формы (рис.1.а, б, в), которые создают в зазоре резко неоднородное поле с волнообразной формой распределения напряженности поля [4], [5], [6].

Как правило, рабочие зазоры МЖГ лежат в пределах 0.05÷0.1 мм. Чем ниже величина зазора, тем меньше габариты герметизатора, спроектированного на заданные параметры. Уменьшение зазора, ниже указанного в диапазоне, затруднено по технологическим причинам.

Точность существующего на сегодняшний день технологического оборудования не позволяет обеспечить приемлемый эксцентриситет вала относительно полюсных приставок. Малая величина зазора долгое время была камнем преткновения на пути исследования магнитного поля рабочего зазора МЖГ. Существующее приборное оборудование не позволяет экспериментально исследовать магнитное поле непосредственно в зазоре герметизатора. Исследование закономерностей распределения поля на физических моделях увеличенного зазора по времени и финансово очень затратно, если учесть, что геометрия рабочей зоны определяется 5÷6 геометрическими параметрами и магнитными свойствами материалов деталей, образующих зазор [7]. Единственно реальным способом исследования магнитного поля в зазоре МЖГ является способ математического моделирования. Это позволяет провести исследование МЖГ на качественно новом уровне.

Рассмотрим более подробно магнитное поле в зазоре, в котором поверхность вала выполнена гладкой, а на поверхности полюсной приставки расположен ряд симметричных трапецидальных зубцов с размерами: $\delta=0,1$ мм, $b/\delta=30$, $t_1/\delta=3$, $t_2/\delta=6$, $\alpha=\beta=60^\circ$ (рис.4).

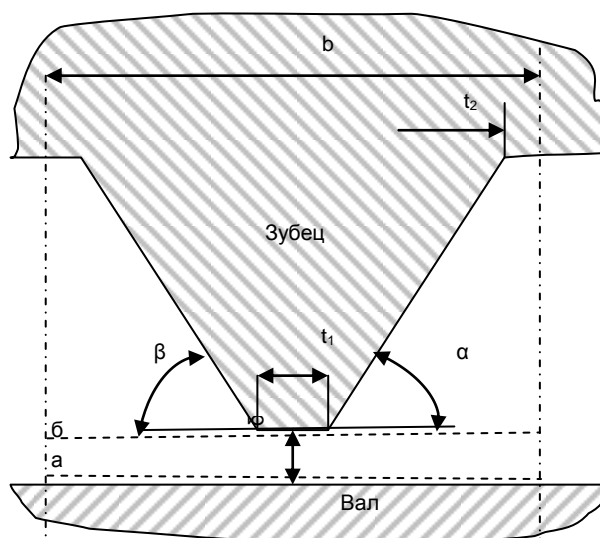


Рис. 4 – Расчетная область

Так как все зубцы на полюсной приставке имеют одну и ту же геометрию, то и распределение магнитного поля в зазоре под ними будет одинаковым. Поэтому достаточно рассмотреть магнитное поле под одним из них. Выбираем средний зубец б.

Расчетная область справа и слева ограничивается границами зубцового деления, нижняя граница проводится на расстоянии 10δ от поверхности вала, а верхняя на расстоянии 5δ от основания зубца.

Магнитное поле рассчитывалось методом конечных элементов, который позволяет учесть нелинейность магнитных свойств используемых сред и достаточно точно воспроизвести границы раздела сред. Использовалась мелкая расчетная сетка, состоящая из 350000 элементов.

На рис. 5 представлен фрагмент расчетной сетки в зазоре. Площадка зубца длиной 0.3 мм разбивалась на 100 делений, соответствующих сторонам элементов сетки.

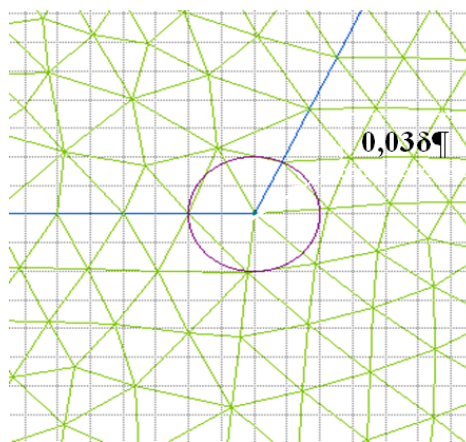


Рис. 5 – Элемент расчетной сетки

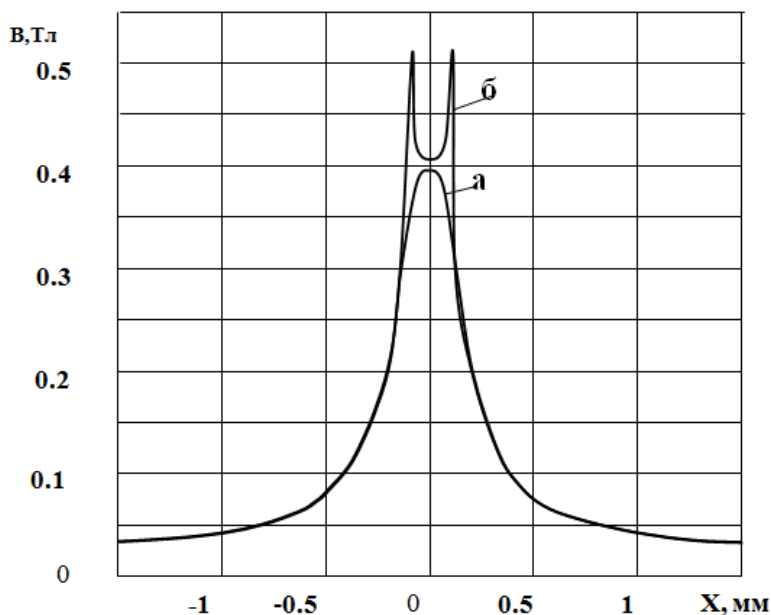


Рис. 6 – Распределение индукции в зазоре:
а – на расстоянии $0,01\delta$ от поверхности вала,
б – на расстоянии $0,9\delta$ от поверхности вала

На рис.6, а показано распределение индукции вдоль зазора на расстоянии $0,001\text{ мм}$ ($0,01\delta$) от поверхности вала.

Средняя индукция в зазоре задавалась равной $0,1\text{ Тл}$. Можно видеть, что по сравнению с равномерным зазором (когда поверхности полюсной приставки и вала гладкие) зубцы позволили значительным образом перераспределить индукцию в зазоре. Индукция плавно возрастает от $B_{\min}=0,03\text{ Тл}$ на границе зубцовых делений до максимального значения под кромкой зубца $B_{\max}=0,39\text{ Тл}$ и плавно убывает при движении к следующей границе.

Максимальное значение индукции превышает минимальное в 13 раз. Если посмотреть на распределение индукции в сечении, проходящем вблизи поверхности зубца, то можно обнаружить, что оно практически совпадает с предыдущим в областях расположения межзубцовых границ, и существенно отличается по форме в зоне минимального зазора.

Заключение

Кривая распределения индукции меняет свой плавный закругленный вид на седлообразный с двумя острыми пиками. Пики расположены напротив кромок зубца, а низшая точка седлообразной кривой – напротив середины площадки t_1 на зубце. Под кромкой зубца понимается пересечение площадки t_1 и боковой образующей зубца. Для более детального изучения магнитного поля в области минимального зазора, зазор был просканирован параллельными сечениями, расположенными на различном удалении от поверхности вала. Было обнаружено, что характер распределения индукции в различных сечениях (рис. 7) меняется постепенно от вала к зубцу.

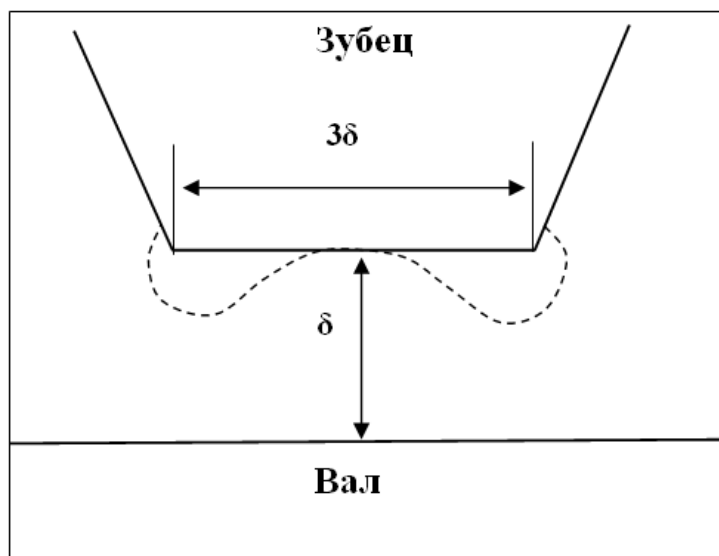


Рис. 7 – Геометрия расчетной области и линии магнитного потока

Первое, что можно отметить, индукция на линии симметрии зубца при перемещении от вала к зубцу возрастает. Для рассматриваемой геометрии зубца и заданной средней индукции изменение составляет около 4,5 %. Эта особенность объясняется тем, что линии поля, сконцентрированные зубцом, в зазоре при удалении от зубца, рассредотачиваются, что можно наблюдать на (рис. 8).

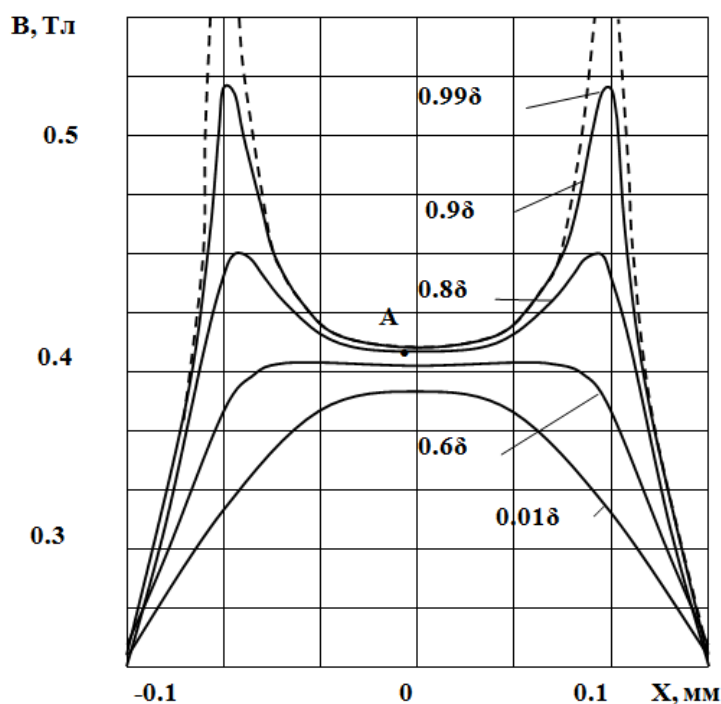


Рис. 8 – Распределение индукции в сечениях

Второе, характер распределения индукции вдоль зазора меняется. В сечениях близких к поверхности зубца на пике кривой распределения индукции начинают формироваться две локальные выпуклости, расположенные напротив кромок зубца, которые при приближении к зубцу, приобретают ярко выраженный характер (рис. 7). Так если рассматривать поле в сечении на расстоянии 0.1δ от поверхности полюса, то экстремальное значение индукции на горбе отличается от значения индукции центре в 1,27 раза. В непосредственной близости к кромке зубца (0.01δ) индукция в зазоре может отличаться от индукции напротив центра зубца в разы. Так в нашем примере на расстоянии одного микрона от кромки разница индукций составляет 2,2 раза.

На рис. 8 пунктирной линией показаны найденные границы зоны. Размер зон соответствует принятым исходным параметрам рассматриваемого случая. Очевидно, что эти границы будут меняться в зависимости от геометрии зубца, магнитных свойств стали полюса и вала, величины проходящего через зубец магнитного потока [8].

Таким образом, исследование магнитного поля в рабочем зазоре МЖГ позволило получить подробную информацию о характере распределения параметров поля в зазоре в пределах зубцового деления, выявить зоны повышенной напряженности магнитного поля около кромок зубца, определить форму и размеры их границ, показать характер распределения напряженности в этих зонах и использовать полученную информацию при проектировании и изготовлении магнитожидкостных герметизаторов [9], [10].

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Страдомский Ю.И. Магнитная проводимость зазора магнитожидкостного уплотнителя и ее влияние на удерживаемый перепад давлений. /Магнитные жидкости в электрических аппаратах с магнитожидкостным рабочим телом./ Ю.И. Страдомский, С.М. Перминов. //Межвузовский сборник научных трудов. – Иваново, – ИЭИ, – 1982, – С. 47-57.
2. Страдомский Ю.И. Исследование рабочей зоны магнитожидкостного уплотнения./ Ю.И. Страдомский, С.М. Перминов, С.С. Борисов. //Материалы 3 Всесоюзной школы-семинара по магнитным жидкостям. – М. МГУ, –1983, – С. 239–240.
3. Полетаев В.А. Применение концентраторов магнитного поля прямоугольной формы в магнитожидкостных герметизаторах / В.А. Полетаев, С.М. Перминов, А.М. Власов, Т.А. Пахолкова, //Новые материалы и технологии в машиностроении: сборник научных трудов. –Брянск: ФГБОУ ВПО "Брянская государственная инженерно-технологическая академия". – 2014. – №20. – С. 59 – 62
4. Перминов С.М. Исследование магнитного поля рабочего зазора магнитожидкостного герметизатора./ С.М. Перминов // Сборник научных трудов 14 международной Плесской конференции по нанодисперсным магнитным жидкостям, Россия, Плес, –2010. – С. 385 – 394.
5. Перминов С.М. Исследование магнитного поля рабочего зазора магнитожидкостного герметизатора классической конструкции./ С.М. Перминов, В.А. Полетаев, Т.А. Пахолкова, А.С. Перминова. // Вестник ИГЭУ, Вып.5 – Иваново, –2011.

– С.49-51.

6. Полетаев В.А. Роль площадки на острие зубца в формировании магнитного поля и удерживающей способности рабочего зазора магнитоожидкостного уплотнения. / В.А. Полетаев, С.М. Перминов, Т.А. Пахолкова, //Вестник ИГЭУ, –Вып .5, –2011, –С. 32–34.

7. Перминов С.М. Исследование магнитного поля рабочего зазора магнитоожидкостного герметизатора. / С.М. Перминов // Сборник научных трудов 14 международной Плесской конференции по нанодисперсным магнитным жидкостям, Россия, Плес, – 2010. – С.385 – 394.

8. Полетаев В.А. Распределение магнитного поля в рабочем зазоре и окружающей магнитную систему пространстве магнитоожидкостных герметизаторов. / В.А. Полетаев, С.М. Перминов, Т.А. Пахолкова, А.М. Власов, //16-я Международная Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям, сентябрь 2014, Плес: сборник научных трудов. – Иваново. –2014. – С. 401 – 410

9. Полетаев В.А. Установка для исследования влияния величины рабочего зазора на момент трения магнитоожидкостных устройств. / В.А. Полетаев, Т.А. Пахолкова, А.М. Власов, //Трение и смазка в машинах и механизмах, – № 9, – 2013, – С. 29– 31

10. Полетаев В.А. Разработка новых конструкций комбинированных магнитоожидкостных уплотнений. / В.А.. Полетаев, А.В. Топоров, А.А. Покровский, В.П. Зарубин // Сборка в машиностроении, приборостроении, – Москва.– 2017. – №1. – Т.18. – С. 30 – 33

Список литературы на английском языке / References in English

1. Stradomskij YU.I. Magnitnaya provodimost' za-zora magnitozhidkostnogo uplotnitelya i ee vliyanie na uderzhivayemyj pe-repad davlenij /Magnitnye zhidkosti v ehlektricheskikh apparatah s magni-tozhidkostnym rabochim telom [Magnetic conductivity of the gap between the magnetic-liquid seal and its effect on the pressure differential retained / Magnetic fluids in electrical apparatus with a magnesium-liquid working fluid]. / YU.I. Stradomskij, S.M. Perminov. //Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov [Interuniversity collection of scientific papers]. – Ivanovo, – IEHI, – 1982, – P. 47-57. [in Russian]

2. Stradomskij YU.I. Issledovanie rabochej zony magnitozhidkostnogo uplotneniya [Study of the working area of the magnetic-liquid seal]. / YU.I. Stradomskij, S.M. Perminov, S.S. Borisov. //Materialy 3 Vsesoyuznoj shkoly-seminara po magnitnym zhidkostyam [Materials of the 3rd All-Union Workshop on Magnetic Fluids]. – М. MGU, –1983, – P. 239–240. [in Russian]

3. Poletaev V.A. Primenenie koncentratorov magnitnogo polya pryamougol'noj formy v magnitozhidkostnyh germetizatorah [The use of rectangular magnetic field concentrators in magnetic liquid sealers] / V.A. Poletaev, S.M. Perminov, A.M. Vlasov, T.A. Paholkova, //Novye materialy i tekhnologii v mashino-stroenii: sbornik nauchnyh trudov. – Bryansk: FGBOU VPO "Bryanskaya gos-udarstvennaya inzhenerno-tekhnologicheskaya akademiya" [New materials and technologies in engineering: a collection of scientific papers. –Bryansk: FGBOU VPO "Bryansk State Impact Engineering and Technological Academy"].– 2014. – №20. – P. 59 – 62. [in Russian]

4. Perminov S.M. Issledovanie magnitnogo polya rabochego zazora magnitozhidkostnogo germetizatora [Investigation of the magnetic field of the working gap of the magneto-liquid sealer]. / S.M. Perminov // Sbornik nauchnyh trudov 14 mezhdunarodnoj Plesskoj konferencii po nanodispersnym magnitnym zhidkostyam [Proceedings of the 14th International Ples World Conference on Nanodispersed Magnetic Fluids], Rossiya, Ples,–2010. – P.385 – 394. [in Russian]

5. Perminov S.M. Issledovanie magnitnogo polya rabochego zazora magnitozhidkostnogo germetizatora klassicheskoy konstrukcii [Study of the magnetic field of the working gap of a magneto-magnetic germetizer with a classical construction]. / S.M. Perminov, V.A. Poletaev, T.A. Paholkova, A.S. Perminova. // Vestnik IGEHU [Vestnik of ISPU], Vyp.5 – Ivanovo, – 2011. – P. 49-51. [in Russian]

6. Poletaev V.A. Rol' ploshchadki na ostrie zubca v formirovanii magnitnogo polya i uderzhivayushchej sposob-nosti rabochego zazora iagnitozhidkostnogo uplotneniya [The role of the platform on the tip of the tooth in the formation of a magnetic field and the holding capacity of the working gap of the magnetic liquid-liquid compaction]./ V.A. Poletaev, S.M. Perminov, T.A. Paholkova, //Vestnik IGEHU [Vestnik IPEU], –Vyp .5, –2011, –P. 32–34. [in Russian]

7. Perminov S.M. Issledovanie magnitnogo polya rabochego zazora magnitozhidkostnogo germetizatora [Investigation of the magnetic field of the working gap of the magneto-liquid sealer]./ S.M. Perminov // Sbornik nauchnyh trudov 14 mezhdunarodnoj Plesskoj konferencii po nanodispersnym magnitnym zhidkostyam [Collection of scientific papers of the 14th International Ples Conference on Nanodispersed Magnetic Fluids], Rossiya, Ples, – 2010. – P.385 – 394. [in Russian]

8. Poletaev V.A. Ras-predelenie magnitnogo polya v rabochem zazore i okruzhayushchem magnitnyuyu sistemu prostranstve magnitozhidkostnyh germetizatorov [Distribution of the magnetic field in the working gap and the space of magnetic-fluid seals surrounding the magnetic system]./ V.A. Poletaev, S.M. Perminov, T.A. Paholkova, A.M. Vlasov, //16-ya Mezhdunarodnaya Plesskaya nauchnaya konferenciya po nanodispersnym magnitnym zhidkostyam, sentyabr' 2014, Ples: sbornik nauchnyh trudov [16th International Ples Scientific Conference on Nanodispersed Magnetic Fluids, September 2014, Ples: a collection of scientific papers.]. – Ivanovo. –2014. – S.401 – 410/. [in Russian]

9. Poletaev V.A. Ustanovka dlya issle-dovaniya vliyaniya velichiny rabochego zazora na moment treniya magnito-zhidkostnyh ustrojstv [Installation for the study of the influence of the size of the working gap at the time of friction of magnetic-liquid devices]./ V.A. Poletaev, T.A. Paholkova, A.M. Vlasov, //Trenie i smazka v mashinah i mekhanizmah [Friction and lubrication in machines and mechanisms], – № 9, – 2013, – P. 29– 31/. [in Russian]

10. Poletaev V.A. Razrabotka novyh konstrukcij kombinirovannyh magnitozhidkostnyh uplotnenij [Development of new designs of combined magnetic-fluid seals..] / V.A.. Poletaev, A.V. Toporov, A.A. Pokrovskij, V.P. Zaru-bin // Sborka v mashinostroenii, priborostroenii [Assembly in mechanical engineering, instrument-making], – Moskva.–2017. – №1. – Т.18. – P. 30 – 33. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.010>**АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ГОЛОСУ ДЛЯ САНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИИ**

Научная статья

Чернецова Е.А.^{1,*}, Шишкин А.Д.²¹ ORCID: 0000-0001-5805-3111;² ORCID: 0000-0003-1992-5663;^{1,2} Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (chernetsova[at]list.ru)

Аннотация

Представлен алгоритм для автоматизации процесса идентификации личности по голосу. Проводится обзор существующих методов решения поставленной задачи. Реализуется метод, основанный на применении модели гауссовых смесей, который позволяет отличать голоса людей с высочайшей точностью, поскольку компоненты гауссовых смесей могут моделировать особенности голоса, индивидуальные для каждого человека. Приводятся результаты тестирования реализованного алгоритма, делается вывод о применимости модели гауссовых смесей для решения задачи идентификации личности по голосу.

Ключевые слова: алгоритм, идентификация, голос, модель, гауссовская смесь.**ALGORITHM FOR PERSONAL IDENTIFICATION BASED ON VOICE FOR INFORMATION ACCESS AUTHORIZATION**

Research article

Chernetsova E.A.^{1,*}, Shishkin A.D.²¹ ORCID: 0000-0001-5805-3111;² ORCID: 0000-0003-1992-5663;^{1,2} Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia

* Corresponding author (chernetsova[at]list.ru)

Abstract

The authors present the algorithm for automating the personal identification process based on a voice. A review of existing methods for solving the problem is presented as well. The method based on the use of a Gaussian mixture model is implemented, it allows to distinguish the voices of people with the highest accuracy since the components of Gaussian mixtures can simulate voice characteristics that are individual for each person. The results of testing the implemented algorithm are given, the conclusion is drawn about the applicability of the Gaussian mixture model for solving the problem of identification by voice.

Keywords: algorithm, identification, voice, model, Gaussian mixture.

У любого человека есть свои особые вокальные характеристики, определяемые индивидуальной структурой его голосового аппарата. Прислушиваясь к разговору, человек может на уровне подсознания идентифицировать голоса любых других людей, однако разработка автоматического различителя речи сопряжена со значительными трудностями [1].

Задача распознавания человека по голосу состоит в выделении из входного аудиопотока человеческой речи, ее классификации и распознавания. При этом обычно решаются две подзадачи: распознавание говорящего и проверка. Для решения этих подзадач можно определить метод расчета степени сходства выборки с опорными сигналами. Степень сходства опорной и тестовой выборок можно рассчитать с использованием определенной меры расстояния или с использованием вероятностных критериев [2]. Алгоритм идентификации говорящего можно также определить как текстозависимый и текстонезависимый. Если алгоритм идентификации речи зависит от текста, то в нем можно использовать как фиксированные заранее фразы, так и фразы, которые генерируются системой распознавания. Текстонезависимые системы необходимы для обработки произвольной речи [3].

В данной статье обсуждается проблема автоматической идентификации личности по ее вокальным характеристикам и реализуется алгоритм, который решает проблему текстозависимой идентификации.

Методы моделирования говорящего человека прошли большой путь от выполнения усреднения векторов признаков до осуществления сложных порождающих и дискриминационных моделей [4]. Концепция порождающих моделей включает в себя моделирование данных, применяемых при обучении, например, путем оценивания функции плотности вероятности (для модели гауссовых смесей). Дискриминационные модели призваны разграничивать отдельные классы (например, при реализации метода опорных векторов) [5].

В настоящее время широко распространены следующие способы для моделирования говорящего человека [6]:

- для класса текстозависимых систем - динамическое преобразование времени (Dynamic Time Warping; DTW) и скрытые марковские модели (Hidden Markov Model; HMM);
- для класса текстонезависимых систем - векторное квантование (Vector Quantification; VQ), модели гауссовой модели смеси (GMM) и метод опорных векторов (опорная векторная машина (SVM)).

Dynamic Time Warping (DTW) - алгоритм динамического преобразования шкалы времени, метод динамического программирования, позволяющий находить расстояние между двумя временными рядами. Как правило, такие последовательности имеют разную длину, поэтому приходится производить измерения с различными скоростями.

Основное преимущество данного алгоритма - это простота реализации. Хотя этот алгоритм с успехом используется в различных приложениях, иногда он дает неверные результаты. Алгоритм пытается исправить несогласованность оси x путем преобразования оси y , что может вызвать выравнивание, в котором одна точка исходного временного ряда связана с довольно большим массивом точек другого временного ряда [7]. Другая проблема при реализации данного алгоритма заключается в том, что ему трудно обнаружить выравнивание двух строк в связи с тем, что некоторое значение (которое может иметь вид пика, впадины, плато, максимума или минимума функции) одного ряда расположится несколько выше или несколько ниже соответствующей точки в другом ряду [8].

Если для решения задачи распознавания нескольких классов применяется метод опорных векторов, то часто можно использовать стратегию «один против другого». Это требует построения q -классификаторов, при этом каждый классификатор можно обучить отличию одного конкретного класса от других. При решении задачи идентификации объект будет определен как принадлежащий к классу, классификатор которого дает максимальное значение разделяющей функции $f(x)$. Метод опорных векторов предполагает высокую точность классификации, имеет теоретическое обоснование, позволяет применение различных подходов к классификации в соответствии с выбором основной функции. Среди недостатков метода нужно отметить необходимость выбора ядра, а также достаточно большое время, необходимое для произведения процедуры обучения алгоритма для решения задачи многоклассового распознавания [9].

Модели гауссовых смесей могут быть применимы не только для моделирования характеристик голоса говорящего, но и для записи сигнала голоса и окружающей среды. Каждый из компонентов модели отражает некоторые общие особенности голоса, но индивидуальные при их воспроизведении каждым говорящим. Модели гауссовых смесей доказали свою эффективность, так как обладают высокой точностью распознавания. Именно поэтому этот подход может быть успешно использован для решения проблемы идентификации текстонезависимого говорящего [10].

Расчет взвешенной суммы M компонент, представляющих модель гауссовых смесей, производится по формуле [11]

$$P(\bar{x}|\lambda) = \sum_{i=1}^M p_i b_i(\bar{x}), \quad (1)$$

где \bar{x} – D -мерный вектор случайных величин, p_i , $1 \leq i \leq M$ – веса компонентов модели, $b_i(\bar{x})$, $1 \leq i \leq M$ – функции плотности распределения составляющих модели:

$$b_i(\bar{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{D}{2}} |\Sigma_i|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\bar{x} - \bar{\mu}_i)^T \Sigma_i^{-1} (\bar{x} - \bar{\mu}_i) \right\}, \quad (2)$$

где $\bar{\mu}_i$ – вектор математического ожидания и Σ_i – ковариационная матрица. Веса смеси должны удовлетворять условию:

$$\sum_{i=1}^M p_i = 1 \quad (3)$$

Модель гауссовой смеси целиком определяется с использованием векторов математического ожидания, ковариационных матриц и весов смесей для каждой из компонентов модели:

$$\lambda = \{p_i, \bar{\mu}_i, \Sigma_i, i = 1, \dots, M\} \quad (4)$$

При использовании метода каждый говорящий человек может быть представлен своей моделью гауссовской смеси.

Чтобы построить систему автоматической идентификации личности по голосу с использованием гауссовых смесей необходимо решить следующие подзадачи:

- Извлечь и обработать признаки входного речевого сигнала;
- Разработать алгоритм инициализации и оценки параметров модели;
- Определить число компонентов модели гауссовых смесей.

Сначала выполняется аналогово-цифровое преобразование звукового сигнала. При дискретизации сигнал разбивается на отдельные значения квантованной амплитуды через некоторые временные интервалы.

Вся запись сигнала просматривается окнами заранее заданной длительности, которые перекрываются. Рекомендуется выбирать длительность временного окна в пределах 20-30 мс. В данной работе для упрощения расчетов длительность каждого окна была выбрана равной 25 мс.

Затем оцифрованный сигнал просматривается небольшими фрагментами (кадрами), которые характерны для отдельных вокальных компонентов речевого сигнала и для которых предполагается, что сигнал сохраняет постоянными свои свойства на данном промежутке времени. Далее происходит выбор функции окна. Функция временного окна должна принимать значение, не равное нулю, внутри некоторого временного отрезка, а за его пределами должна быть равна нулю. Затем функция окна последовательно налагается на фреймы сигнала, и из речевого кадра происходит извлечение информации. Извлечение этой информации происходит с помощью перемножения значения сигнала $x[t]$, взятого в момент времени t со значением оконной функции $w[t]$, взятой в момент времени t :

$$y[t] = w[t]x[t] \quad (5)$$

Характеристиками оконной функции являются следующие параметры: ширина (в миллисекундах), смещение (число миллисекунд между границами последовательных окон) и форма. В данной работе применяется окно Хэмминга с шириной $L = 30$ мс и смещением 10 мс.:

$$w(t) = \begin{cases} 0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right), & 0 \leq t \leq L - 1 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (6)$$

После фильтрации каждого сегмента получаем полный сигнал, в котором отсутствуют шумы, помехи и прочие искажения, могущие мешать правильному распознаванию говорящего.

Далее необходимо извлечь из сигнала, полученного на предыдущих этапах алгоритма, информацию о спектральных составляющих, для чего используется дискретное преобразование Фурье. На вход вычислителя подается сигнал, разбитый на кадры, а на выходе вычислителя для каждого из T частотных диапазонов получаем комплексное число $X[k]$, которое является амплитудой и фазой исходного сигнала. $X[k]$ вычисляется по формуле:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \exp\left(-\frac{2\pi i}{N} kn\right) \quad (7)$$

где $k = 0, \dots, N-1$.

Затем необходимо перейти от величины частоты звука f к значению высоты (мел). Сначала нужно расположить полученный спектр на мел-шкале. Эту операцию осуществляем по формуле

$$B(f_{Hz}) = 1127,01048 * \ln\left(1 + \left(\frac{f_{Hz}}{700}\right)\right) \quad (8)$$

Данная операция нужна для моделирования того, что человеческий слух имеет неодинаковую чувствительность в различных частотных диапазонах.

Затем необходимо сформировать треугольные фильтры, служащие для накопления значения энергии в каждом из частотных диапазонов (10 фильтров распределяются линейно ниже 1000Hz, а остальные – логарифмически выше 1000Hz) и взять логарифм каждого полученного значения мела. Использование логарифма необходимо для того, чтобы различия в способах подачи входного сигнала меньше влияли на оценки индивидуальных признаков речи.

Далее переводим полученные значения в шкалу с частотами. На следующем шаге алгоритма вычисляется кепстр сигнала. Это преобразование позволяет отделить источник волны звука от фильтра, свойства которого позволяют генерировать соответствующий звук при прохождении волны, имеющей частоту основного тона речи по голосовому каналу. При этом фильтр содержит большую часть полезной информации.

Каждый сегмент сигнала может быть описан с помощью 12 мел-частотных кепстральных коэффициентов. Для их нахождения используем формулу

$$c(n) = \sum_{m=0}^{M-1} S(m) \cos\left(\frac{\pi n(m+\frac{1}{2})}{M}\right) \quad (9)$$

где $0 \leq n < M$

На рисунке 1 представлен график зависимости мел-частотных кепстральных коэффициентов от времени для двух кадров речевого сигнала двух различных дикторов, которые произносили одинаковую речевую фразу. На графике можно видеть, что коэффициенты записи различаются для разных говорящих. Зависимость мел-частотных кепстральных коэффициентов от времени для двух различных записей речи одного и того же диктора представлены на рисунке 2. Из графика рисунка 2 можно видеть небольшую разницу между мел-частотными кепстральными коэффициентами.

После того, как рассчитаны все коэффициенты, сигнал записи должен пройти процедуру сравнения с эталонным сигналом, хранящимся в базе данных. Критерием совпадения этих сигналов будет являться мера расстояния Евклида.

На рисунке 3 представлена полная блок-схема алгоритма, на основе которой разработана программа для идентификации личности по ее вокальным данным.

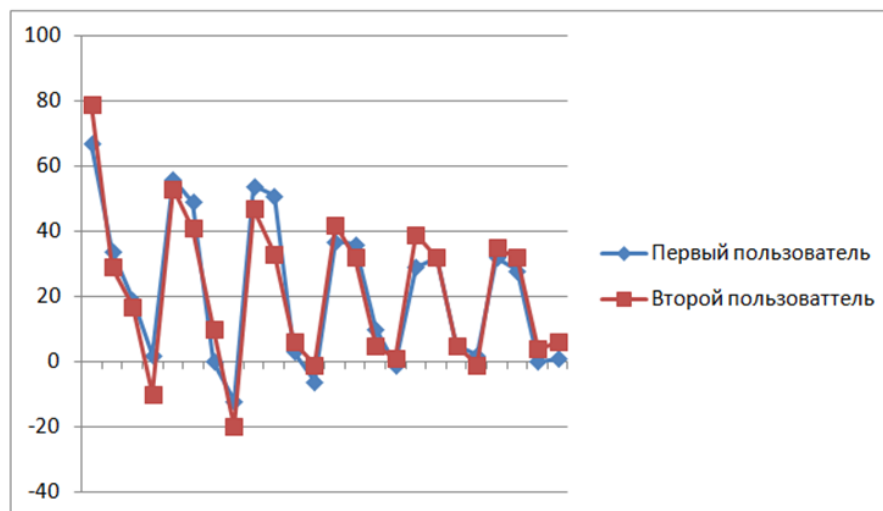


Рис. 1 – Зависимость мел-частотных кепстральных коэффициентов записей речи двух различных дикторов от времени в первых двух фреймах речевого сигнала

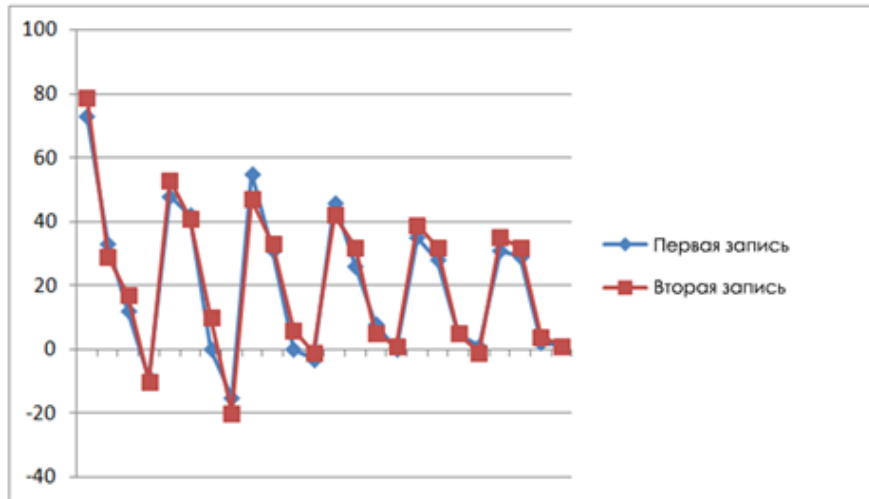


Рис. 2 – Зависимость мел-частотных кепстральных коэффициентов записей речи одного и того же человека от времени в первых двух фреймах речевого сигнала

Чтобы инициализировать начальные параметры модели, в данной работе был использован алгоритм кластерного анализа для векторов признаков речевого сигнала. В качестве алгоритма кластеризации был выбран алгоритм K-means++, в котором в качестве меры искажения используется евклидово расстояние [12].

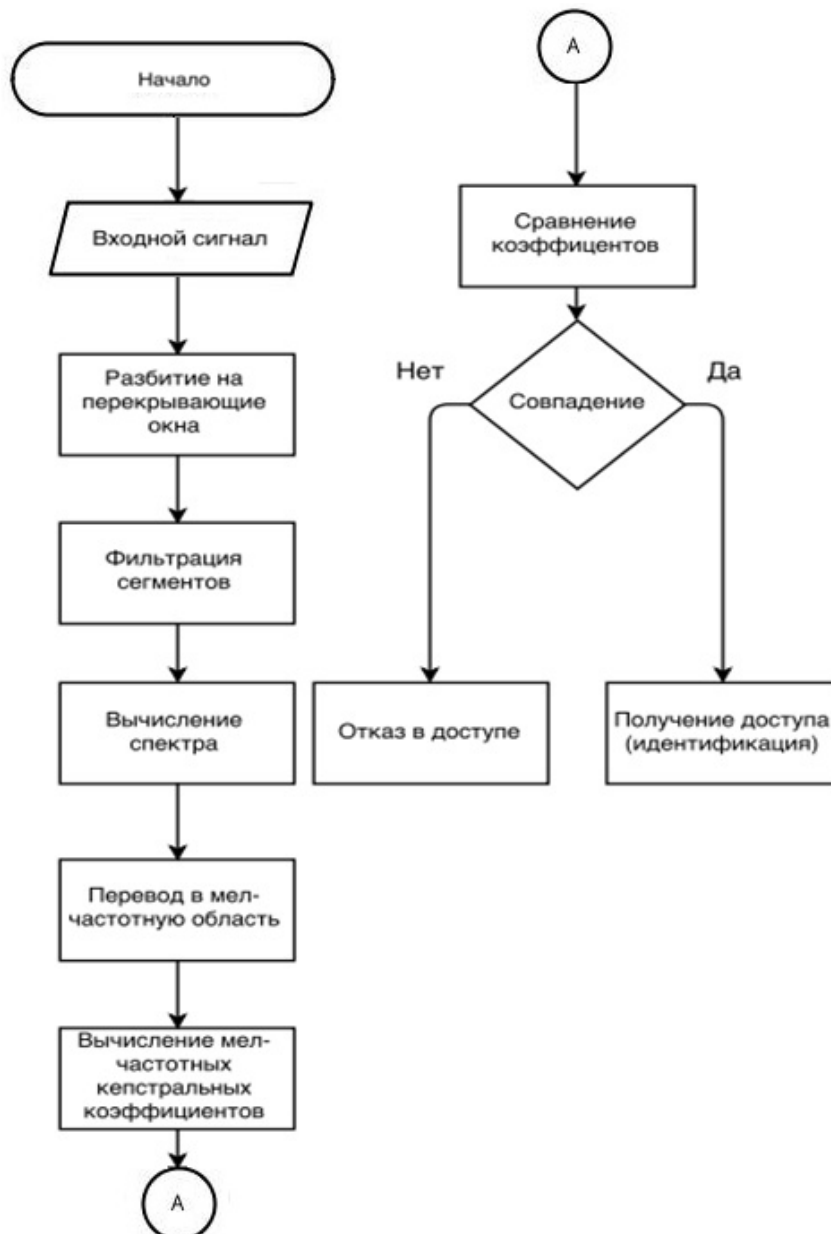


Рис. 3 – Блок-схема алгоритма автоматизации процесса идентификации диктора по голосу

Алгоритм K-means++ представляет собой модификацию алгоритма K-means. В данном алгоритме производится случайный выбор центра первого кластера, а затем каждый последующий центр может быть выбран из оставшихся точек данных с вероятностью, пропорциональной квадрату расстояния до ближайшего существующего центра кластера. После этого происходит выполнение стандартного алгоритма K-means. Преимуществом такого подхода является большое уменьшение погрешности конечного результата.

Для тестирования разработанного алгоритма было разработано программное средство на языке C++. Были отобраны голосовые сигналы двадцати человек. Записи речи производились в моно режиме с помощью встроенного в компьютер микрофона, имеющего частоту дискретизации 16 кГц и разрядность АЦП, равную 16 бит. Длительность речевого сигнала составляла 50 секунд, а длительность сигнала-теста - 15 секунд. Проверка работоспособности алгоритма производилась при различном числе компонент модели гауссовых смесей. На рисунке 4 изображена зависимость числа правильно идентифицированных дикторов (в %) от числа компонент модели гауссовых смесей.



Рис. 4 – Зависимость числа правильно идентифицированных дикторов (в %) от числа компонент модели гауссовых смесей

Результаты разработки алгоритма автоматической идентификации личности по голосу для санкционирования доступа к информации, полученные в данной работе, позволяют сделать следующие выводы:

- Для моделирования индивидуальных особенностей голоса компоненты гауссовых смесей подходят лучше всего, так как позволяют распознавать говорящих с высокой точностью.
- Определение исходных параметров модели с использованием алгоритма K-means++ позволяет значительно увеличить скорость обучения и повысить точность идентификации.
- Число компонент, являющееся оптимальным для эффективной работы системы равно пяти. При этом числе компонент точность идентификации говорящего составляет 96%, что свидетельствует о том, что реализованный алгоритм может быть с успехом применен для санкционирования доступа к информации по голосу пользователя.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Рыбин С. В. Синтез речи. Учебное пособие по дисциплине "Синтез речи" / С. В. Рыбин. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 92 с.
2. Сорокин В. Н. Верификация диктора по спектрально-временным параметрам речевого сигнала / В. Н. Сорокин, А. И. Цыплихин // Информационные процессы. – 2010. – Т.10. – № 2. – С. 87–104
3. Ахмад Хассан Мухаммад: Исследование и разработка алгоритмов параметризации речевых сигналов в системе распознавания диктора: дис....канд.тех.наук: 05.13.01: защищена 26.11.08: утв.12.06.09/ Ахмад Хассан Мухаммад.– Владимир, 2008.–157 с.
4. Первушин Е. А. Обзор основных методов распознавания дикторов / Е. А. Первушин // Математические структуры и моделирование. –2011. – Вып. 24. – С. 41-54
5. Campbell J. P., Speaker Recognition: A Tutorial / J. P. // Proceedings of the IEEE. 1997. V. 85, N 9. P. 1437-1462.
6. Martin A., Przybocki M. The NIST 1999 Speaker Recognition Evaluation - An Overview // Digital Signal Processing. 2000. V. 10
7. Kim S. H. Pattern Matching Trading System Based on the Dynamic Time Warping Algorithm. Sustainability / S. H. Kim, H. S. Lee, H. J. Ko and others.2018, 10, 4641.
8. Thi-Thu-Hong Phan Dynamic time warpingbased imputation for univariate time series data. Pattern Recognition Letters / Phan Thi-Thu-Hong, Emilie Poisson Caillaud, Alain Lefebvre, André Bigand., Elsevier, 2017, <10.1016/j.patrec.2017.08.019>. <hal-01609256>
9. Баев Н. О. Использование метода опорных векторов в задачах классификации / Н. О. Баев // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 №2(4). – С. 17-21

10. Chow D. Speaker Identification Based on Perceptual Log Area Ratio and Gaussian Mixture Models / D. Chow, H. Waleed, A. Robust. - Auckland, New Zealand: 2002. – 65 p.
11. Садыхов Р. Х. Модели гауссовых смесей для верификации диктора по произвольной речи / Р. Х. Садыхов, В. В. Ракуш // Доклады БГУИР. – 2003. – №4. – С.98 – 103
12. Шокина М. О. Применение алгоритма k-means++ для кластеризации последовательностей с неизвестным количеством кластеров [Электронный ресурс] / М. О. Шокина // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2017. – № 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-algoritma-k-means-dlya-klasterizatsii-posledovatelnostey-s-neizvestnym-kolichestvom-klasterov> (дата обращения: 15.01.2019).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rybin S. V. Sintez rechi. Uchebnoye posobiye po distsipline "Sintez rechi" [Synthesis of speech. Textbook on the discipline "Synthesis of speech."] / S. V. Rybin. – SPb: Universitet ITMO, 2014. – 92p. [in Russian]
2. Sorokin V. N. Verifikatsiya diktora po spektral'no-vremennym parametram rechevogo signala [Speaker verification using the spectral-temporal parameters of a speech signal] / V. N. Sorokin, A. I. Tsyplikhin // Informatsionnyye protsessy. [Informational processes] – 2010. – Т.10. – № 2. – P. 87–104 [in Russian]
3. Akhmad Khassan Mukhammad: Issledovaniye i razrabotka algoritmov parametrizatsii rechevykh signalov v sisteme raspoznavaniya diktora [Research and development of algorithms for the parameterization of speech signals in the speaker recognition system]: dis.... PhD in Engineering: 05.13.01: defense of the thesis 26.11.08: approved 12.06.09/ Akhmad Khassan Mukhammad.–Vladimir, 2008.–157 p. [in Russian]
4. Pervushin Ye. A. Obzor osnovnykh metodov raspoznavaniya diktora [Review of the main speaker recognition methods] / Ye. A. Pervushin // Matematicheskiye struktury i modelirovaniye.[Mathematical Structures and Modeling] –2011. – Vyp. 24. – P. 41-54 [in Russian]
5. Campbell J. P., Speaker Recognition: A Tutorial / J. P. // Proceedings of the IEEE. 1997. V. 85, N 9. P. 1437-1462.
6. Martin A., Przybocki M. The NIST 1999 Speaker Recognition Evaluation - An Overview // Digital Signal Processing. 2000. V. 10
7. Kim S. H. Pattern Matching Trading System Based on the Dynamic Time Warping Algorithm. Sustainability / S. H. Kim, H. S. Lee, H. J. Ko and others.2018, 10, 4641.
8. Thi-Thu-Hong Phan Dynamic time warpingbased imputation for univariate time series data. Pattern Recognition Letters / Phan Thi-Thu-Hong, Emilie Poisson Caillault, Alain Lefebvre, André Bigand., Elsevier, 2017, <10.1016/j.patrec.2017.08.019>. <hal-01609256>
9. Bayev N. O. Ispol'zovaniye metoda opornykh vektorov v zadachakh klassifikatsii [Using the support vector method in classification problems]/ N. O. Bayev // Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti.[International Journal of Information Technology and Energy Efficiency] – 2017. – Т.2 №2(4). – P. 17-21 [in Russian]
10. Chow D. Speaker Identification Based on Perceptual Log Area Ratio and Gaussian Mixture Models / D. Chow, H. Waleed, A. Robust. - Auckland, New Zealand: 2002. – 65 p.
11. Sadykhov R. KH. Modeli gaussovykh smesey dlya verifikatsii diktora po proizvol'noy rechi [Models of Gaussian Mixtures for Speaker Verification by Arbitrary Speech] / R. KH. Sadykhov, V. V. Rakush // Doklady BGUIR.[Reports of BSUIR] – 2003. – №4. – P.98 – 103 [in Russian]
12. Shokina M. O. Primeneniye algoritma k-means++ dlya klasterizatsii posledovatel'nostey s neizvestnym kolichestvom klasterov [The use of the k-means ++ algorithm for clustering sequences with an unknown number of clusters][Electronic resource] / M. O.Shokina // Novyye informatsionnyye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh.[New information technologies in automated systems] – 2017. – № 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-algoritma-k-means-dlya-klasterizatsii-posledovatelnostey-s-neizvestnym-kolichestvom-klasterov> (accessed: 15.01.2019). [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.011>

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СОСТАВА РОДНИКОВЫХ ВОД КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Научная статья

Жинжакова Л.З.^{1,*}, Чередник Е.А.²¹ ORCID: 0000-0003-2226-1001;² ORCID: 0000-0003-0432-0653;^{1,2} ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Нальчик, Россия

* Корреспондирующий автор (zhinzhakova[at]mail.ru)

Аннотация

Родники Кабардино-Балкарской республики относятся к пресным водам, «умеренно жестким», не содержащим опасных уровней концентраций тяжелых металлов и неорганических соединений азота. Количество родниковых вод, расположенных в долинах отдельных рек, влияют на химический состав речных вод и увеличивают их сток. Получены данные о концентрации ингредиентов, характеризующие состав и качество родниковых вод. В статье приведены результаты наблюдений за величиной pH, общей жесткостью, концентрацией тяжелых металлов, неорганическими соединениями азота и минерализацией.

Ключевые слова: Экология, концентрация, ионы металлов, соединения азота, минерализация.

RESULTS OF ANALYSIS OF SPRING WATERS COMPOSITION IN KABARDINO-BALKAR REPUBLIC

Research article

Zhinzhakova L.Z.^{1,*}, Cherednik E.A.²¹ ORCID: 0000-0003-2226-1001;² ORCID: 0000-0003-0432-0653;^{1,2} FSBI "High Mountain Geophysical Institute," Nalchik, Russia

* Corresponding author (zhinzhakova[at]mail.ru)

Abstract

Springs of the Kabardino-Balkar Republic are fresh water, characterized by the moderate presence of salts without dangerous levels of heavy metals and inorganic nitrogen compounds concentration. The amount of spring water located in the valleys of individual rivers affects the chemical composition of the water in rivers and increases their flow. Data on the concentration of ingredients characterizing the composition and quality of spring waters are obtained. The article presents the results of observations on the pH, total presence of salts, as well as the concentration of heavy metals, inorganic nitrogen compounds, and mineralization.

Keywords: Ecology, concentration, metal ions, nitrogen compounds, mineralization.

Территория проводимого исследования является одним из наиболее благополучных в экологическом отношении районом, но в настоящее время на сложившийся здесь гидрологический режим рек уже заметно оказывает влияние постепенное изменение климата на Северном Кавказе. В условиях глобального изменения климата происходит смещение сезонов года, температурного режима воздуха, выпадение осадков, что может привести к разнообразным экологическим последствиям, таким как изменение химического состава и качества родниковых вод. С этим связана необходимость проведения ежегодных наблюдений и выявления уровней загрязнения токсичными и вредными ингредиентами, в чем и заключается актуальность работы.

Основными водотоками территории являются: Терек – на восточной границе и Черек – на северо-западе. Начинаясь на северных склонах Большого Кавказа, до выхода на равнину, реки представляют собой бурные горные потоки, питание рек – талыми ледниковыми и снеговыми водами, а также дождевыми и грунтовыми водами. Годовой ход уровней характеризуется растянутым половодьем в теплую часть года с наложением на него дождевыми пиками. Продолжительность половодья 6-7 месяцев. Подъем уровня начинается в конце апреля - начале мая.

Поскольку в регионе естественные выходы подземных вод на земную поверхность (родники) используются как для питья, так и для разнообразных нужд, оценка риска для здоровья населения от неконтролируемого употребления родниковой воды или из скважин является важной задачей.

В ряде случаев интенсивный отбор подземных вод влияет на водность рек, вызывает осушение земель [1, С.33], [2, С. 84], [3, С. 232].

Целью настоящей работы являлось определение химического состава ряда родниковых вод, выявление загрязняющих веществ и их пригодность для питья, орошения и других хозяйственных целей.

Химический состав родниковых вод определяется главным образом составом пород и глубиной циркуляции разгружающихся подземных вод.

Программа исследования в 2018 году состояла в получении экспериментальных данных о концентрации ингредиентов в воде родников равнинной части республики в период зимней межени и летних дождевых паводков. В связи с этим был проведен отбор проб родниковой воды в 5 пунктах.

Обследование родников проведено в основные фазы гидрологического режима. В статье представлен сравнительный анализ источников по содержанию микроэлементов, соединений неорганического азота. На рисунке пункты отбора воды родников представлены в соответствии с географическими координатами их расположения.

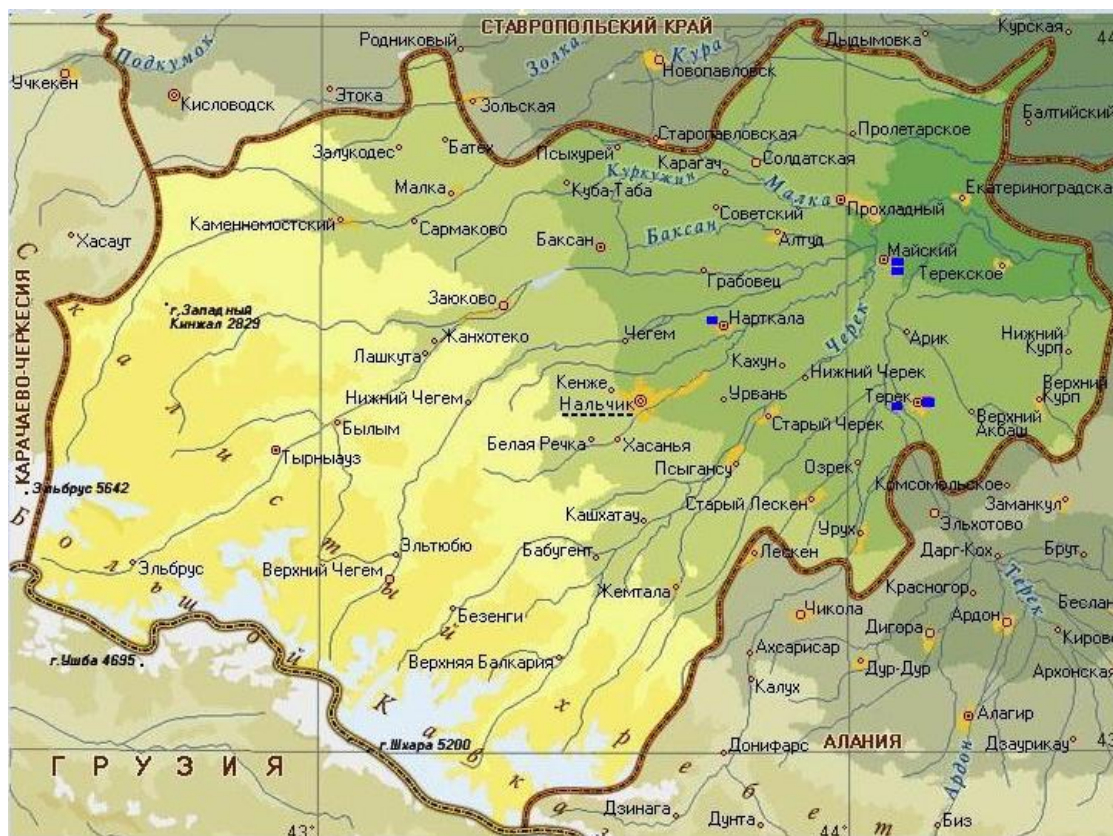


Рис. 1 – Карта-схема пунктов отбора родниковых вод

Концентрации тяжелых металлов определялись современным чувствительным методом атомно-абсорбционной спектроскопии («МГА-915») [4, С. 2], соединения азота с применением [5, С. 3], [6, С. 3], [7, С. 8], [8, С. 323].

Было выявлено, что температура родниковых вод по территории КБР в зимнюю межень составляла от +8 до +15°C, а в летний период до +20°C (родник Александровский), что связано с засушливым жарким летом. Температура воздуха варьировала в пределах от +20 до +29°C (в предыдущие годы составляла 22,3-23,2°C). В период отбора проб наблюдалось аномальное потепление, выше климатической нормы, что, надо полагать, повлияло на температурный режим.

По величине pH в основном носит слабощелочной характер, варьируя от 7,78 до 8,52 ед.рН. Воды характеризуются как «умеренно жесткие» и составляют от 3,0 до 5,7 ммоль-экв/л.

Минерализация в источниках составляла от 282,6 мг/л до 428,7 мг/л, что относит воды к классу «пресные». Исключение составил родник близ села Арик, воду которого можно отнести к воде с повышенной минерализацией (в зимнюю межень 557,15 мг/л, в летний период 663,74 мг/л, где жесткость составила 5,7 ммоль-экв/л) и воды родника Майский-1 зимнего отбора (766,95 мг/л).

В таблице 1 представлены результаты измерения концентрации водородных ионов, минерализация, жесткость вод, концентрации тяжелых металлов и содержание неорганических соединений азота.

Таблица 1 – Результаты измерения концентраций тяжелых металлов (мкг/л) и неорганических соединений азота (мг/л) в родниковых водах

Ингредиент	Белая Речка	Арик	Майский-1	Майский-2	Александровский
Cr	<2,5	<2,5	4,5	3,5	<2,5
	<2,5	<2,5	<2,5	3,6	<2,5
Ni	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
	6,4	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Mo	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	<1,0	0,0012	<1,0	<1,0	<1,0
Mn	4,0	21,0	15,0	11,0	<2,0
	36,0	19,0	37,0	15,0	11,0
Zn	9,5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Pb	4,2	2,1	<2,0	<2,0	3,3
	<2,0	<2,0	6,1	2,6	<2,0
Ag	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
pH, ед.	7,99	7,78	8,14	8,23	8,46
	8,05	7,94	8,24	8,3	8,52

Окончание табл. 1 – Результаты измерения концентраций тяжелых металлов (мкг/л) и неорганических соединений азота (мг/л) в родниковых водах

Ингредиент	Белая Речка	Арик	Майский-1	Майский-2	Александровский
NO ₂ ⁻	0,011	0	0,017	0,003	0,041
	0	0	0,129	0,001	0,049
NO ₃ ⁻	9,2	2	12	6,2	23
	7,3	8,3	2,8	2,2	11,8
NH ₄ ⁺	0,09	0,02	0,62	0,22	0,27
	0,02	0,1	0,02	0,08	0,2
Минерализация мг/л	358,69	557,15	766,95	428,74	407,37
	374,74	663,74	282,60	349,40	406,47
Жесткость, (ммоль-экв/л)	3,07	4,64	5,60	3,23	2,19
	3,90	5,70	3,20	3,48	3,60

По таблице можно проследить загрязняющие вещества отдельного родника в соответствии с водным режимом, где первая строка соответствует отбору в зимнюю межень, вторая – в летний период.

Как следует из представленных данных, значения концентраций тяжелых металлов фиксировались от «следовых» до 37 мкг/л. Только в родниках Белореченский и Майский-1 содержание Mn более чем в два раза выше по сравнению с другими родниками.

Наиболее загрязненным по неорганическим соединениям азота оказался родник Майский-1, где концентрация NO₂⁻ в водах летнего отбора составил 0,129 мг/л (1,6 ПДК).

Содержание NH₄⁺ варьировало в пределах 0,02-0,27 мг/л. Зафиксирован единичный случай превышения в пробе воды зимнего отбора (Майский-1), где концентрация составляла 0,62 мг/л (1,2 ПДК).

В результате сравнительного анализа данных о химическом составе воды родников получено, что исследованные по величине минерализации воды относятся к классу «пресных», по общей жесткости к «умеренно жестким» водам, не содержат опасных уровней концентраций тяжелых металлов и неорганических соединений азота. По общему химическому составу вода родников квалифицируется как питьевая.

Заключение

В 2018 году проведена работа по исследованию вод 5 источников, расположенных в равнинной части предгорной зоны Центрального Кавказа. Отбор проб воды осуществлялся по 5 пунктам в период зимней межени и летних дождевых паводков. Во всех пробах родниковых вод определены концентрации водородных ионов, тяжелых металлов (Cr, Ni, Mo, Pb, Zn, Mn, Ag), неорганических соединений азота (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺), минерализация и жесткость родниковых вод.

Концентрации микропримесей в водах источников в основном на уровне регионального фона для речных вод. Воды источников пресные, «умеренно жесткие», не содержат опасных уровней концентраций тяжелых металлов и неорганических соединений азота. По химическому составу воды родников можно квалифицировать как питьевые [9, С. 7], [10, С. 11], [11, С. 5], [12, С. 4].

Представлен состав родниковых вод 2018 года, которые применяются населением в качестве питьевых и используются в различных целях.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Зекцер И. С. Подземные воды как компонент окружающей среды / И. С. Зекцер. – М.: Научный мир, 2001. – 328 с.
2. Занилов А. Х. Водные ресурсы КБР: Экологическое состояние / А. Х. Занилов. – Нальчик: Тетраграф, 2011. – 152 с.
3. Никаноров А. М. Справочник по гидрохимии / А. М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 390 с.
4. ПНД Ф 14.1:2.253-09. Методика выполнения измерений массовых концентраций Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn в природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915». – М., 2009. – 36 с.
5. ФР.1.31.2005.01738. Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция и стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. – М., 2008. – 26 с.
6. ФР.1.31.2005.01724. Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-, хлорид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. – М., 2008. – 30 с.
7. РД 52.24.381-2006. Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. – Введ. 2006-04-01. – Ростов-на-Дону, 2006. – 14 с.
8. Никаноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никаноров. – С.-Пб.: Гидрометиздат, 2001. – 447 с.
9. ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и трубопроводных распределительных системах. – Введ. 2016-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 23 с.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем

горячего водоснабжения. – Введ. 2002-01-01. – 2001. - 467 с.

11. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. – Введ. 2003-03-01. – 2002. - 12 с.

12. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Введ. 2003-06-15. – 2003. - 84 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zektser I. S. Podzemnyye vody kak komponent okruzhayushchey sredy [Groundwater as a component of the environment] / I. S. Zektser. – М.: Nauchnyy mir, 2001. - 328 p. [in Russian]

2. Zamilov A. H. Vodnye resursy KBR: Ekologicheskoe sostoyanie [Water resources of the Kabardino-Balkar Republic: the Environmental condition] / A. H. Zamilov. – Nalchik: Tetragraf, 2011.- 152 p. [in Russian]

3. Nikanorov A. M. Spravochnik po gidrokhimii [Handbook of hydrochemistry] / A. M. Nikanorova. – L.: Gidrometeoizdat, 1989.- 390 p. [in Russian]

4. PND F 14.1:2.253-09. Metodika vypolneniya izmereniy massovykh kontsentratsiy Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn v prirodnykh i stochnykh vodakh metodom atomno-absorbtsionnoy spektroskopii s ispolzovaniem atomno-absorbtsionnogo spektrometra s elektrotermicheskoy atomizatsiey «MGA-915» [Technique of execution of measurements of mass concentrations of Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, and Zn in natural and waste waters by atomic absorption spectroscopy using atomic absorption spectrometer with electrothermal atomization «MGA-915»]. - М., 2009.- 36 p. [in Russian]

5. FR.1.31.2005.01738. Metodika vypolneniya izmereniy massovoy kontsentratsii kationov ammoniya, kaliya, natriya, magniya, kaltsiya i strontsiya v probakh pitevoy, mineralnoy, stolovoy, lechebno-stolovoy, prirodnoy i stochnoy vody ymetodom ionno hromatografii [Method of measurement of mass concentration of ammonium, potassium, sodium, magnesium, calcium and strontium cations in samples of drinking, mineral, table, medical-table, natural and waste water by ion chromatography]. - М., 2008. - 26 p. [in Russian]

6. FR.1.31.2005.01724. Metodika vypolneniya izmereniy massovoy kontsentratsii florid-, hlорid-, nitrat-, fosfat- i sulfat-ionov v probakh pitevoy, mineralnoy, stolovoy, lechebno-stolovoy, prirodnoy i stochnoy vody metodom ionnoy hromatografii [Method of measurement of mass concentration of fluoride, chloride, nitrate, phosphate and sulfate ions in samples of drinking, mineral, table, medical-table, natural and waste water by ion chromatography]. - М., 2008. - 30 p.

7. RD 52.24.381-2006. Massovaya koncentraciya nitritov v vodakh. Metodika vypolneniya izmereniy fotometricheskimi metodami s reaktivom Griiss. [Mass concentration of nitrites in water. Method of measurement by photometric method with Griess reagent]. – Введ. 2006-04-01. – Ростов-на-Дону, 2006. - 14 p. [in Russian]

8. Nikanorov A.M. Gidrokhimiya [Hydrochemistry] / A.M. Nikanorov. – S.-Pb.: Gidrometizdat, 2001. - 447 p. [in Russian]

9. GOST R 56237-2014. Voda pitevaya. Otbor prob na stantsiyah vodopodgotovki i truboprovodnykh raspredelitelnykh sistemah [Drinking water. Sampling at water treatment plants and pipeline distribution systems]. – Введ. 2016-01-01. – М.: Standartinform, 2014. – 23 p. [in Russian]

10. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pitevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pitevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva. Gigienicheskie trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti sistem goryachego vodosnabzheniya [Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for safety of hot water supply systems.]. – Введ. 2002-01-01. – 2001. - 467 p. [in Russian]

11. SanPiN 2.1.4.1175-02. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody netsentralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya ohrana istochnikov [Hygienic requirements for water quality of non-centralized water supply. Sanitary protection of sources]. – Введ. 2003-03-01. – 2002. - 12 p.

12. ГН 2.1.5.1315-03. Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) himicheskikh veshchestv v vode vodnykh obektov hozyajstvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in water of water bodies of economic, drinking and cultural and domestic water use]. - Введ. 2003-06-15. – 2003. - 84 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.012>**ГЛУБИННЫЙ ПЛОТНОСТНОЙ СРЕЗ - РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Научная статья

Цыганкова И.П. *

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет», Магадан, Россия

* Корреспондирующий автор (tsigankova[at]inbox.ru)

Аннотация

Петрологическое изучение литосферы возможно только на плотностной основе, получаемой при интерпретации аномалий силы тяжести. Необходимому условию истинности решения обратной задачи гравиметрии отвечает блоково-слоистая модель литосферы. Контуры блоков и разломов в плане для исследуемого участка Приморского края ($42,2^{\circ} - 44,9^{\circ}$ с.ш. и $131,8^{\circ} - 137,8^{\circ}$ в.д.) выделялись по зонам максимальных горизонтальных градиентов поля силы тяжести. Интерпретацией второго приближения установлены пространственные и плотностные характеристики блоков. Полученные данные положены в основу построения плотностного среза на глубине 1 км.

Ключевые слова: аномалии силы тяжести, блоки, интерпретация.**DEEP DENSITY LEVELS – RESULT OF GRAVIMETRIC OBSERVATIONS INTERPRETATION**

Research article

Tsygankova I.P. *

FSBEI HE “Northeastern State University,” Magadan, Russia

* Corresponding author (tsigankova[at]inbox.ru)

Abstract

Petrological study of the lithosphere is possible only on the density basis obtained by interpreting gravity anomalies. Necessary condition for the truth of the solution of the inverse problem of gravimetry is the block-layered model of the lithosphere. The contours of blocks and splits in the plan for the study area of the Primorsky Territory ($42,2^{\circ} - 44,9^{\circ}$ n.l. and $131,8^{\circ} - 137,8^{\circ}$ e.l.) were distinguished by the zones of maximum horizontal gravity gradients of the field of gravity. The interpretation of the second approximation helped to establish spatial and density characteristics of the blocks. Obtained data form the basis for constructing density level at the depth of 1 km.

Keywords: gravity anomalies, blocks, interpretation.

Преимущество методов новой интерпретационной гравиметрии - получение результатов интерпретации в виде моделей пространственного распределения плотности σ в литосфере. Анализ распределения именно плотности в твердой Земле позволяет судить о химическом составе вещества недр.

Цель исследования определялась необходимостью построения на глубине 1 км плотностного среза. Непосредственно количественная интерпретация аномалий силы тяжести приводит к выявлению глубинного состояния выделенного участка Приморского края. Это компенсирует определенную нехватку информации о строении на больших глубинах, дает возможность определить глубины заложения уже известных разломов, разрывных нарушений, интрузивных тел. Установить плотность пород на существенных глубинах можно только интерпретируя аномалии силы тяжести на основе принятой методики обработки гравиметрических наблюдений [2]. В основе используемого метода интерпретации гравиметрических наблюдений базируются два положения:

1. блоковая природа источников аномалий силы тяжести;

2. верхние и нижние ограничения плотностных неоднородностей в форме блоков с квазивертикальными боковыми поверхностями совпадают с горизонтальными поверхностями расслоения литосферы. Другими словами, верхние и нижние ограничения блоков создают эти поверхности [4].

Осуществляется количественная интерпретация аномалий силы тяжести тремя этапами. Целью первого этапа работы является выделение границ глубинных структур по зонам максимальных горизонтальных градиентов силы тяжести, выделение интерпретационных профилей, определение параметров плотностных неоднородностей при палеточной интерпретации профилей для территории Приморского края, установленной координатами $42,2^{\circ} - 44,9^{\circ}$ с.ш. и $131,8^{\circ} - 137,8^{\circ}$ в.д.

На стадии предварительного районирования, когда аномалия или их группа сопрягается с аномалеобразующим объектом определенного типа, была сформирована схема разломов и блоков.

Для проектирования пространственных параметров блоков, а так же трансформирования плотности на гранях на карте аномалий силы тяжести в редукции Буге в условном уровне масштаба 1:1 000 000 были выделены 46 интерпретационных профилей и построены соразмерно 46 графиков зависимости $\Delta g(x)$, где x - координата точки вдоль профиля (рис. 1) [5]. При выборе интерпретационных профилей необходимо было придерживаться важнейшего правила – на интерпретационный профиль должно приходиться не менее 6 пунктов наблюдения или профиль должен иметь длину не менее 6-12 см и пересекать не менее 6 изоаномал карты в редукции Буге при хорошей обеспеченности значениями Δg зоны перегиба. Следом переводили данные в билогарифмический масштаб, т. е. в систему координат, где по вертикальной оси отмечаются значения $\lg \Delta g$, а по оси абсцисс - $\lg x$. Для истолкования кривых применялись

логарифмические палетки. По ним, методом подбора такой теоретической кривой Δg , которая дает наилучшее совпадение с Δg наблюдаемой, определялись следующие параметры блоков – аномальная плотность, глубины до верхней и нижней граней, большая и меньшая стороны параллелепипеда (горизонтальное сечение блока). Та палеточная кривая, которая наилучшим образом совпадала с интерпретируемой, и давала параметры возмущающего тела. Некоторые результаты отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры блоков, полученные в результате интерпретации профилей палетками

№ п/п	номер профиля	$\Delta\sigma, \text{г/см}^3$	$Z_1, \text{км}$	$Z_2, \text{км}$
1	ДВ-1	0,05	0,08	37
2	ДВ-2	0,045	0,44	44
3	ДВ-3	0,07	0,21	37,5
4	ДВ-4	0,067	0,7	42
5	ДВ-5	0,048	1	56
6	ДВ-6	0,05	0,63	27
7	ДВ-7	0,058	0,2-1,33	43,5
8	ДВ-8	0,026	0,54	38
9	ДВ-9	0,074	0,26	15,2
10	ДВ-10	0,081	0,05	20,1
11	ДВ-11	0,108	0,16	10
12	ДВ-12	0,078	0,12	16,8
13	ДВ-13	0,084	0,62	12,2
14	ДВ-14	0,099	0,7	16,2
15	ДВ-15	0,07	0,35	20,2
16	ДВ-16	0,076	0,18	18
17	ДВ-17	0,035	0,62	88
18	ДВ-18	0,088	0,7	17,8
19	ДВ-19	0,046	0,43	50
20	ДВ-20	0,046	0,4	37
21	ДВ-21	0,058	1,2	62
22	ДВ-22	0,05	3,2	68,5
23	ДВ-22А	0,061	0,12	19
24	ДВ-22Б	0,096	0,1	37
25	ДВ-23	0,081	0,8	9,8

Здесь $\Delta\sigma$ - контрастная плотность; Z_1, Z_2 - глубина залегания верхней и нижней грани.

Для каждой пары контактирующих блоков разной глубинности вычислялись величина скачка плотности в горизонтальном направлении. Если в каком-то блоке на определенной глубине известна величина абсолютной плотности σ , то от блока к блоку с помощью скачков $\Delta\sigma$ ее можно передать на всю территорию. Глубины верхних ограничений Z_1 региональных плотностных неоднородностей составляют первые единицы километров и располагаются вблизи поверхности, где известны средние абсолютные величины плотности геологических образований с высокой, до нескольких сотых $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, точностью.

Рассмотрение рабочей карты изолиний Δg_B показывает, что геофизическая картина весьма сложная. Принадлежа области мезозойской складчатости, представленная площадь имеет большое количество разломов. Общеизвестно, что на площади Приморья выделяются не менее десяти крупных и большое количество мелких разломов, организующие Сихотэ-Алиньскую горную страну. Множество горных цепей прослеживается на карте аномалий силы тяжести по простиранию на северо-восток. Зона разлома заметно представлена интенсивными аномалиями, отличается прямолинейностью. Разделяет блоки, отличающиеся большой разностью Δg_B . Так, на юге выделенного участка блоки характеризуются большими по значению положительными аномалиями. Наблюдается разуплотнение пород в северном направлении по карте (от Владивостока до Уссурийска). Выделенные на схеме блоки по ширине от 30 до 60 км. Скачок плотности в горизонтальном направлении в зоне прибрежных разломов мог возникнуть в результате вертикального смещения разорванных разломом частей блока.

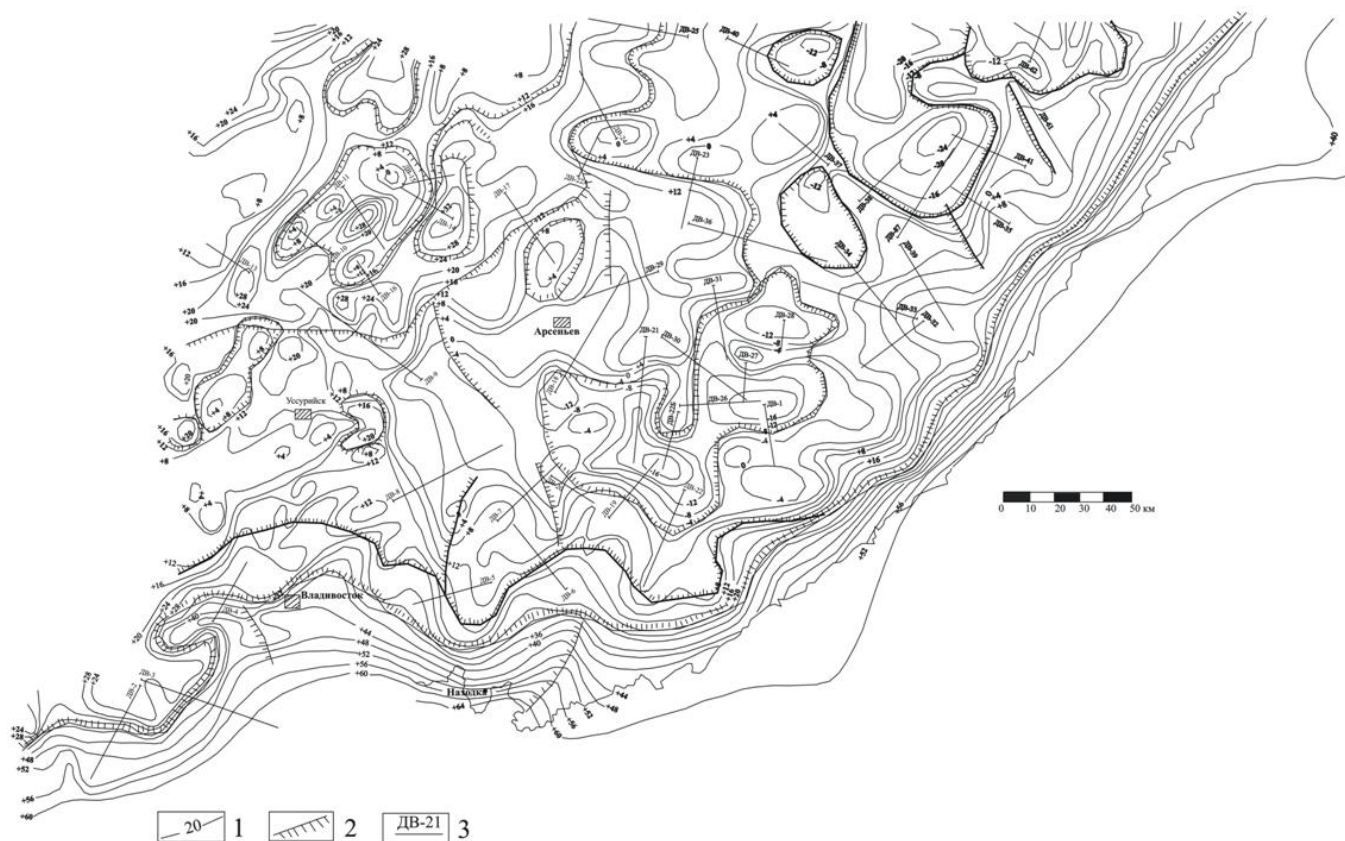


Рис. 1 – Блоковая тектоника участка Приморского края:

1 – условные изоаномалы поля силы тяжести; 2 – разломы (разрывные нарушения); 3 – интерпретационные профили. Бергштрихи указывают направление разуплотнения

Использованная методика позволила рассчитать абсолютные плотности пород, слагающих блоки на глубине 1 км. Для этого применялся метод плотностных геологических реперов [3]. Использовались «гранитные» реперы – Ольгинский и Владимирский массивы [1] со средней плотностью гранодиоритов на поверхности $2,62 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Согласно используемой методики в качестве реперов выбираются блоки, характеризующиеся плотностью: 1) неизменной или слабо меняющейся с глубиной; 2) меняющейся по известному, предполагаемому или выявленному закону; 3) не превосходящей у основания блока какой-то предельной величины. Вертикальный градиент плотности $0,0157 \frac{\text{г}}{\text{см}^3 \text{ км}}$ позволил рассчитать опорную плотность на глубине 1 км [3]. Вертикальный градиент используется для

изучения плотностного разреза всей литосферы. рассчитав плотность σ в литосфере хотя бы в одной точке, эти значения можно распространить на весь регион от исходной плотностной неоднородности в форме блока к остальным блокам, используя интерпретационные латеральные контрастные величины плотности $\Delta\sigma$. Полученный плотностной срез на глубине 1 км, представленный на рис. 2, показал, что прибрежная часть на юге характеризуется плотностью пород $2,65 - 2,72 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. В направлении на северо-восток еще фиксируются пониженные плотности - $2,52 - 2,56 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Полученные итоги интерпретации гравиметрических исследований будут использованы в дальнейшем для построения плотностных срезов на больших глубинах.

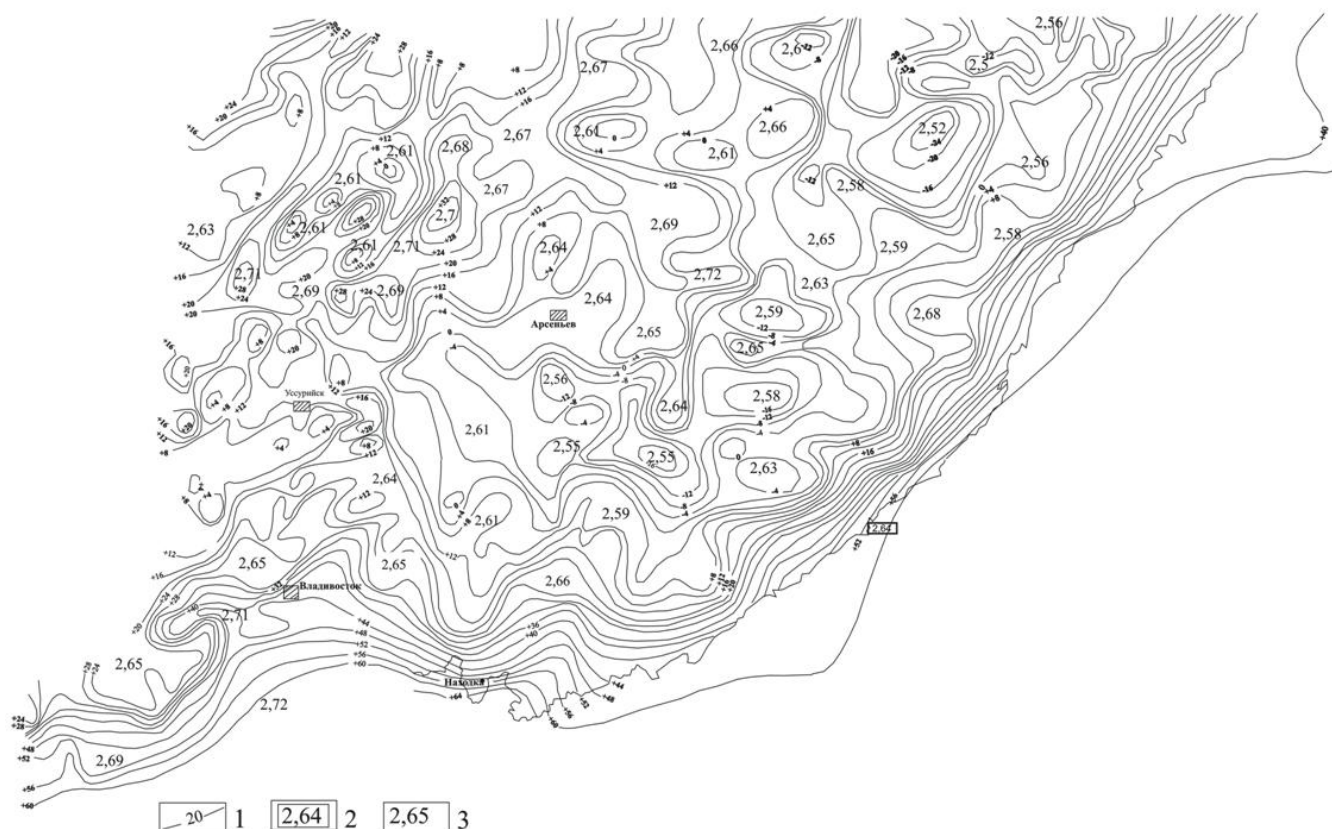


Рис. 2 – Плотностной срез на глубине 1 км:

1 – условные изоаномалы поля силы тяжести; 2 – опорные значения плотности; 3 – расчетные значения плотности

Основные выводы: на рассматриваемой территории аномальными структурными зонами выделены разломы. Локальные оконтуривают небольшие по размерам блоки. Сихотэ-Алинская структура выделена протяженной системой положительных аномалий вдоль всего побережья. Рассчитанными плотностями выделяются блоки – гранитные массивы. Практическая достаточность достигается сходимостью результатов последовательного интерпретационного определения структурных свойств и вещественного (плотностного) состава пород литосферы. В дальнейшем контуры разломом и блоков должны будут уточняться третьим, наиболее точным, приближением.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Валуи Г. А. Образование автолитов в гранитоидах как флюидномагматическое расслоение расплавов / Г. А. Валуи // Тихоокеанская геология. – 1997. – том 16, № 1. – С. 11-20.
2. Ващилов Ю. Я. Глубинные гравиметрические исследования / Ю. Я. Ващилов. - М.: Наука, 1973. - 156с.
3. Ващилов Ю. Я. Геофизические признаки разломов / Ю.Я. Ващилов. - М.: ВИЭМС, 1975. - 74 с.
4. Ващилов Ю. Я. Блоково – слоистая модель земной коры и верхней мантии / Ю. Я. Ващилов. - М.: Наука, 1984. - 237 с.
5. Ващилов Ю. Я. Объемные модели глубинного строения и их геологическое значение / Ю.Я. Ващилов // Объемные модели структуры земной коры и верхней мантии. - 1988. - С. 6-24.
6. Ващилов Ю. Я. Глубинная структура, геодинамика и геокинематика Северо-Востока России / Ю.Я. Ващилов // Структура и геокинематика литосферы Востока России. - 1993. - С.19-43.
7. Ващилов Ю. Я., Геолого-гравиметрическая интерпретационная томография земной коры и верхней мантии: теория, методология, результаты / Ю. Я. Ващилов, И. Б. Кабак, А. Е. Максимов и др. // Проблемы геотомографии. - М.: Наука, 1997. - С. 266-287.
8. Цыганкова И. П. Результаты решения обратной задачи гравиметрии для возмущающих тел (Приморский край) / И.П. Цыганкова // Инновации в науке. – 2018. - № 4. - С. 31-33.
9. Цыганкова И. П. Интерпретация аномалий силы тяжести 1-го приближения (Приморский край) / И.П. Цыганкова // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке. - 2018. С. 20-25
10. Цыганкова И. П. Начальный этап решения обратной задачи гравиметрии (блоковая модель для участка Приморского края) / И. П. Цыганкова // Вестник НИЦ МИСИ. – 2018. - № 9. - С. 21-25.

Список литературы на английском / References in English

1. Valui G. A. Obrazovanie avtolitov v granitoidakh kak flyuidnomagmaticheskoe rassloenie rasplavov [Formation of Autoliths in Granitoids as Fluid Magmatic Separation of Melts] / G. A. Valui // Tikhookeanskaya Geologiya [Pacific Ocean Geology]. – 1997. – Vol. 16, No. 1. – P. 11-20. [In Russian]

2. Vashchilov Yu. Ya. Glubinnye gravimetricheskie issledovaniya [Deep Gravimetric Studies] / Yu. Ya. Vashchilov. – M.: Science, 1973. – 156p. [In Russian]
3. Vashchilov Yu. Ya. Geofizicheskie priznaki razlomov [Geophysical Signs of Splits] / Yu.Ya. Vashchilov. – M.: VIEMS, 1975. – 74 p. [In Russian]
4. Vashchilov Yu. Ya. Blokovo – sloistaya model zemnoi kory i verkhnei mantii [Block-Layered Model of the Crust and Upper Mantle] / Yu. Ya Vashchilov. – M.: Nauka, 1984. – 237 p. [In Russian]
5. Vashchilov Yu. Ya. Obyemnye modeli glubinnogo stroeniya i ikh geologicheskoe znachenie [Volumetric Models of the Deep Structure and their Geological Significance] / Yu. Ya Vashchilov // Ob'yemnyye modeli struktury zemnoy kory i verkhney mantii [Volumetric Models of the Crust Structure and Upper Mantle]. – 1988. – P. 6-24. [In Russian]
6. Vashchilov Yu. Ya. Glubinnaya struktura, geodinamika i geokinematika Severo-Vostoka Rossii [Deep Structure, Geodynamics and Geocinematics of the North-East of Russia] / Yu.Ya Vashchilov // Struktura i geokinematika li-tosfery Vostoka Rossii [Structure and Geocinematics of Lithosphere of the East of Russi]. – 1993. – P. 19-43. [In Russian]
7. Vashchilov Yu. Ya. Geologo-gravimetricheskaya interpretatsionnaya tomografiya zemnoi kory i verkhnei mantii: teoriya, metodologiya, rezultaty [Geological and Gravimetric Interpretation Tomography of the Crust and Upper Mantle: Theory, Methodology, Results] / Yu. Ya. Vashchilov, I. B. Kabak, A. Ye. Maksimov and others // Problemy geotomografii [Problems of Geotomography]. – M.: Nauka, 1997. – P. 266-287. [In Russian]
8. Tsygankova I. P. Rezultaty resheniya obratnoi zadachi gravimetrii dlia vozmushchayushchikh tel (Primorskii krai) [Results of Solving the Inverse Gravimetry Problem for Perturbing Bodies (Primorsky Territory)] / I. P. Tsygankova // Innovatsii v nauke [Innovations in Science]. – 2018. – No. 4. – P. 31-33. [In Russian]
9. Tsygankova I. P. Interpretatsiya anomalii sily tyazhesti 1-go priblizheniya (Primorskii krai) [Interpretation of Gravity Anomalies of the 1st Approximation (Primorsky Territory)] / I. P. Tsygankova // Eksperimental'nyye i teoreticheskiye issledovaniya v sovremennoy nauke [Experimental and Theoretical Studies in Modern Science]. – 2018. – P. 20-25 [In Russian]
10. Tsygankova I. P. Nachalnyi etap resheniya obratnoi zadachi gravimetrii (blokovaya model dlia uchastka Primorskogo kraya) [Initial Stage of Solving the Inverse Problem of Gravimetry (Block Model for the Site of Primorsky Territory)] / I. P. Tsygankova // Vestnik NITS MISI [Bulletin of Scientific Innovation Center International Institute for Strategic Studies]. – 2018. – No. 9. – P. 21-25. [In Russian]

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.013>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОДСТВЕННЫХ КУЛЬТУРНЫМ ДИКИХ РАСТЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ГРУППЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАРАКАЛПАКСТАН

Научная статья

Ажиев А.Б.^{1,*}, Хожиматов О.Х.², Алменова Г.П.³

¹ ORCID: 0000-0002-0017-7733;

³ ORCID: 0000-0002-7216-285;

¹ Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, Нукус, Каракалпакстан;

² Доктор биологических наук, заведующий лабораторией растительных ресурсов Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

* Корреспондирующий автор (alishiev[at]mail.ru)

Аннотация

Обоснование: Виды родственных культурным диким растений используются человеком не в одинаковой мере, их экономическая значимость различна. Большая часть представлена широко распространенными кормами, популяции которых введены в одинаково стабилизированные условия. Однако ряд видов относится к разным категориям редкости и уязвимости, т. е. они нуждаются в защите. Определенная часть этих видов имеет высокий приоритет в процессе селекции, но есть такие, которые также нуждаются в немедленных защитных мерах как значительная часть источника ингредиентов для корма.

Результаты. Анализ состава высших сосудистых растений в пределах Республики Каракалпакстан показал, что здесь есть 24 семейства, 85 сортов и 128 видов родственных культурным диким растений, также выявлено наличие как минимум 6 ценных групп различных культурных растений. Из них: 102-кормовые, 43-пищевые, 31-медоносные, 54-лекарственные и 33-технические виды растений.

Доступность: результаты исследований позволят глубже проанализировать составы родственных культурным диким растений Республики Каракалпакстан. Данные могут использоваться при составлении классификаторов, при чтении лекций и проведении практических занятий в вузах, колледжах, лицеях.

Ключевые слова: родственные культурным диким растения, флора, экономически ценные виды растений, экологические характеристики.

DISTRIBUTION OF CROP WILD RELATIVES PLANTS INTO ECONOMICALLY IMPORTANT GROUPS IN THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN

Research article

Ajiyev A.B.^{1,*}, Khozhimatov O.Kh.², Almenova G.P.³

¹ ORCID: 0000-0002-0017-7733;

³ ORCID: 0000-0002-7216-285;

¹ Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz, Nukus, Karakalpakstan;

² Doctor of science, the head of laboratory of the vegetative resources of an Academy of Sciences of the Republic Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

* Corresponding author (alishiev[at]mail.ru)

Abstract

Motivation: Species of Crop wild relatives plants are not the same by the degree of usage by human and economic importance. The major part is represented by broadly spread forages, populations of which are introduced equally stabilized conditions. However a number of species belong to various categories of rarity and vulnerability i.e need protection. A definite part of these species in a high priority in selection process, but which also need immediate protective measures as great part of ingredient source of podder resources.

Results: The analysis of composition of higher vascular plants are found within the limits of the Republic of Karakalpakstan the compendium of crop wild relatives plants consist of 24-families, 85-sorts and 128-species, and educed a presence at least 6 different economic-valuable groups of these species. From them: 102-forage, 43-food, 31-melliferous, 54-medicinal and 33-technical species of plants.

Availability: The results of researches will enable more deeply to analyze structures of crop wild relatives cultural plants of the Republic of Karakalpakstan. The data can be used at drawing up of qualifiers, at reading lectures and realizations of practical classes in high schools, colleges, Lyceums.

Keywords: Wild relatives of cultivated plants, flora, economically valuable plant species, ecological characteristics

Introduction

The course adopted by the President of the Republic of Uzbekistan on the intensification of the agricultural industry and realization of the food programme of Uzbekistan obligate the agricultural science widely involve into use. In its turn this concerns forages equaled to cultural forage crops having an invaluable significance in selecting cultural forages. Because the success of selectioners in the investigation of best sorts of agricultural crops based on the great possibility of choosing a broad material from wild-growing species of flora and firstly, from the account of wild-growing species of cultural crops.

Our country possesses innumerable resources of wealth and many of them are the real natural materials for crops selectioners. Investing the new sorts, selectioners more often approach to wild-growing plants of either species [1].

Species of Crop wild relatives plants (CWRP) are not the same by the degree of usage by human and economic importance. The major part is represented by broadly spread forages, populations of which are introduced equally stabilized conditions. However a number of species belong to various categories of rarity and vulnerability i.e need protection. A definite part of these species in a high priority in selection process, but which also need immediate protective measures as great part of ingredient source of podder resources [2], [3], [4].

In order to preserve the gene fund of rare forages it is firstly needed to completely or partially limit their forage and sale. There should be conducted expeditionary collections of germoplasma, measures on a regeneration and reintroduction. In this concern, wild subspecies of cultural plants should be simply saved for growing and multiplying the conditions of *exsitu*, including in botanical gardens and only if it is necessary to organize special reserves [5].

Within the limits of The Republic of Karakalpakstan there it can be distinguished 4 different districts on totality of environmental conditions (on relief, geological structure, irrigation, climate, soil and vegetation) and modern economic use: lower Reaches of Amudarya, Karakalpak Kizilkum and Karakalpak Ustyurt and Aralkums.

Methods

The generally accepted methodologies of geobotanical and ecological researches were used in research works.

A vegetable cover is studied by geobotanical, rout-field and by semioportable and stationary methods. The life form was determined on the methods of overwintering buds of renewal.

Results

The Flora of the Republic of Karakalpakstan counts about 1100 types of the high by growing plants related to 467 sorts and 97 families. From them 137 kinds from 93 sorts and 39 families belong to the cultural plants. Wholly cultural plants make 12.4 % of all flora. Only cultural plants are added to composition of flora of Karakalpakstan by 15 families and 74 sorts [6].

Actually to the kinds of aborigines 968 kinds are attributed from 387 sorts and 82 families.

Thus it should be noted that relief of the examined territory is unhomogeneous enough. So, in Karakalpakstan the next basic types of landscapes are distinguished: the desert, tugays, river-delta zone, plateau, spoil sublimities, chinks, internal-drainage hollows, sands and seashore plains [7]. Every type of landscape differs in the structure of vegetable cover and specific set of biotopes.

The preliminary analysis of ecological coincidence of economic-valuable plants showed that places of their dense concentration are in the river-delta zone of lower reaches of Amudarya.

Perceptible difference of specific composition of flora of the different territories of Karakalpakstan, must be reflected and in the horticultural districting. The chart of the horticultural districting of Karakalpakstan, being the next stage in the study of specific variety of Karakalpakstan, envisages more detailed consideration of features of composition of flora of different regions of the Republic of Karakalpakstan.

Taking into account insignificance from one side, and with other the specificity of specific composition of the deserted flora of the Republic of Karakalpakstan, knowledge about the use of useful internals of plants presents particular interest [8].

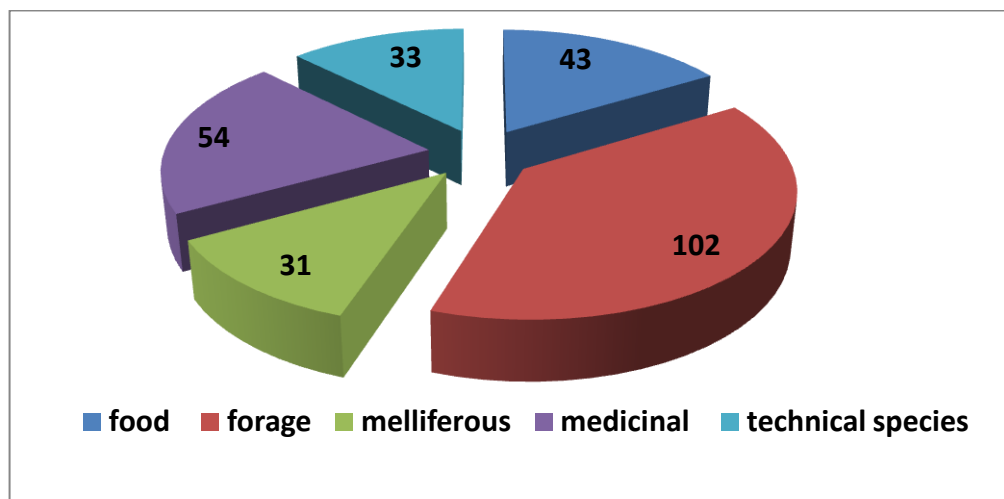


Fig. 1 – Distribution of crop wild relatives plants into economically important groups in the republic of Karakalpakstan

The analysis of composition of higher vascular plants are found within the limits of the Republic of Karakalpakstan the compendium of relatives of wild crop relatives plants consist of 24-families, 85-sorts and 128-species, and educed a presence at least 6 different economic-valuable groups of these species. From them: 102-forage, 43-food, 31-melliferous, 54-medicinal and 33-technical species of plants (pic. 1) [9].

The group of wild crop relative plants counting 102 species turned to be the most numerous one. Thus the most number of forage plants belonging to the family of *Chenopodiaceae* are presented by 22 species. Another 21 species are represent the family of *Poaceae* and 14 species – the family of *Fabaceae*. The family of *Polygonaceae* follows from 11, *Asteraceae* with 10 species and *Brassicaceae* with 6 species of the plants eaten up by cattle and other animals.

The next group on the amount of species are technical plants the share of which consists of 33 species. The plants taken in this category are distributed within the next families: *Polygonaceae* including 6 species, *Salicaceae* including 5 species, *Chenopodiaceae* including 4 species. It should be noted that the use of majority of them is related to the presence of tannic and colorific substances.

A bit less species are contained in the group of decorative plants besides, a part of which is also melliferous. It is made by 31 species, part from that offered directly by the authors of the article.

The group of medical plants is introduced by 54 -species, from which 6 -species are the representatives of the family of *Fabaceae*, per 5-species are from *Asteraceae* and *Chenopodiaceae* and per 4-species in the families of *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae* and *Rosaceae*.

Food plants include 43- species and have a wide spectrum of distribution on groups. Besides the representatives of *Brassicaceae* (7 kinds), *Apiaceae* (5), *Poaceae* and *Rosaceae* (4), *Alliaceae*, *Asteraceae*, *Capparaceae*, *Elaeagnaceae*, *Fabaceae* and *Solonaceae* (2), and other families contain per each species.

Regarding to distinguishing families, then on the account of economic-valuable species they were distributed as follows: *Chenopodiaceae* - 22 further *Poaceae* - 21, *Fabaceae* - 14 *Brassicaceae* - 11 and *Polygonaceae* include 10 species. The family of *Asteraceae* is presented by 8 sorts and 9 species.

The analysis of distribution of economic-valuable species showed by their life form, that overwhelming majority of them are grassy plants. Arboreal plants: trees, bushes and dwarf semi shrubs are presented very insignificantly [10].

Discussion and Conclusion

It is necessary to notice that the enumerated figures on the composition of CWRP of flora of Karakalpakstan are not final yet. The further detailed study of flora of separate districts of certain territories, undoubtedly, must result in clarification of the number of sorts and types of flora of the republic, having an economic value [11].

The results of researches will enable more deeply to analyze structures of crop wild relatives cultural plants of the Republic of Karakalpakstan. The data can be used at drawing up of qualifiers, at reading lectures and realizations of practical classes in high schools, colleges, Lyceums.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Рафиков А. А. Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий низовьев Амударьи / А. А. Рафиков, Г. Ф. Тетюхин. – Ташкент. Фан. 1981. – С. 6-11.
2. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи / П. М. Жуковский. — Л.: Наука, 1969. - 564 с.
3. Никитин В. В. Дикие сородичи культурных растений и их распространение на территории СССР (конспект) / В. В. Никитин, О. Н. Бондаренко. — Л., 1975. - С. 15-18.
4. Брежнев Д. Д. Дикие сородичи культурных растений флоры СССР / Д. Д. Брежнев, О. Н. Коровина. — Л.: Колос, 1981. – С. 28-35.
5. Смекалова Т. Н. Стратегия сохранения диких сородичей культурных растений на территории России / Т. Н. Смекалова, И. Г. Чухина // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества. — Барнаул, 2003. — С. 118-119.
6. Шербаев Б. Ш. Флора и растительность Каракалпакии / Б. Ш. Шербаев. Нукус. Каракалпакстан. 1988. – 297 с.
7. Умаров Е., Даулетова К. Природы и хозяйство Каракалпакской АССР / Е. Умаров, К. Даулетова. – Нукус. Каракалпакстан. 1989. – С. 18-28.
8. Ережеев С. Е. Флора Каракалпакии, ее хозяйственная характеристика, использование и охрана / С. Е. Ережеев. – Ташкент. Фан. 1978. – 296 с.
9. Ажиев А. Б. К изучению видового состава диких сородичей культурных растений Каракалпакстана и Хорезма / Алишер Бахтыбаевич Ажиев // Вестник науки и образования. 2016. №9 (21). – С. 24-28. DOI: 10.20861/2312-8089-2016-21-001.
10. Ажиев А. Б. Анализ распределения хозяйственно-ценных видов дикорастущих сородичей культурных растений республики Каракалпакстан / А. Б. Ажиев, Д. Б. Баходирова, Г. А. Назарбаева // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 6 (88). – С. 14-16. DOI: 10.20861 / 2304-2338-2017-88. Impact factor RISC: 2.13. - С. 14-16.
11. Ажиев А. Б. Распределение дикорастущих сородичей культурных растений Республики Каракалпакстан по хозяйственно-ценным группам Каракалпакстан / А. Б. Ажиев, Д. Б. Баходирова, Г. А. Назарбаева // Научный медицинский вестник, 2016. N4(6). – С. 51-58.

Список литературы на английском/ References in English

1. Rafikov A. A. Snizheniye urovnya Aral'skogo morya i izmeneniye prirodnkh usloviy nizov'yev Amudar'i [Reducing Level of Aral Sea and Changing Natural Conditions of Lower Reaches of Amudarya] / A. A. Rafikov, G. F. Tetyukhin. – Tashkent. Fan 1981. – P. 6-11. [in Russian]
2. Zhukovsky P. M. Kul'turnyye rasteniya i ikh sorodichi [Cultivated plants and Their Relatives] / P. M. Zhukovsky. – L.: Science, 1969. – 564 p. [in Russian]
3. Nikitin V.V. Dikiye sorodichi kul'turnykh rasteniy i ikh rasprostraneniye na territorii SSSR [Wild Relatives of Cultivated Plants and Their Distribution on Territory of USSR (abstract)] / V.V. Nikitin, O.N. Bondarenko. – L., 1975. – p. 15-18. [in Russian]
4. Brezhnev D. D. Dikiye sorodichi kul'turnykh rasteniy flory SSSR [Wild Relatives of Cultivated Plants of Flora in USSR] / D. D. Brezhnev, O. N. Korovina. – L.: Kolos, 1981. – P. 28-35. [in Russian]
5. Smekalova T. N. Strategiya sokhraneniya dikikh sorodichey kul'turnykh rasteniy na territorii Rossii [Strategy of Conservation of Wild Relatives of Cultivated Plants in Russia] / T.N. Smekalova, I. G. Chukhina // Botanicheskiye issledovaniya v aziatskoy Rossii: Materialy XI s'yezda Russkogo botanicheskogo obshchestva [Botanical studies in Asian Russia: Proceedings of the XI Congress of the Russian Botanical Society] – Barnaul, 2003. – p. 118-119. [in Russian]
6. Sherbaev B. Sh. Flora i rastitel'nost' Karakalpakii [Flora and Vegetation of Karakalpakstan] / B. Sh. Sherbaev. Nukus Karakalpakstan. 1988. – 297 p. [in Russian]

7. Umarov E., Dauletova K. Prirody i khozyaystvo Karakalpakskoy ASSR [Nature and Economy of Karakalpak ASSR] / E. Umarov, K. Dauletova. – Nukus. Karakalpakstan. 1989. – P.18-28. [In Russian]
8. Yerezhepov S. E. Flora Karakalpakii, yeye khozyaystvennaya kharakteristika, ispol'zovaniye i okhrana [Flora of Karakalpakia, Its Economic Characteristics, Use and Protection] / S. E. Yerezhepov. – Tashkent. Fan 1978. - 296 p. [in Russian]
9. Azhiev A. B. K izucheniyu vidovogo sostava dikikh sorodichey kul'turnykh rasteniy Karakalpakstana i Khorezma [To Study of Species Composition of Wild Relatives of Cultivated Plants of Karakalpakstan and Khorezm] / Alisher Bahtybaevich Azhiev // Vestnik nauki i obrazovaniya. 2016. №9 (21) [Bulletin of Science and Education. 2016. No. 9 (21)]. – P. 24-28. DOI: 10.20861 / 2312-8089-2016-21-001. [in Russian]
10. Azhiev A. B. Analiz raspredeleniya khozyaystvenno-tsennykh vidov dikorastushchikh sorodichey kul'turnykh rasteniy respubliki Karakalpakstan [Analysis of Distribution of Economically Valuable Species of Wild Relatives of Cultivated Plants of Republic of Karakalpakstan] / A. B. Azhiev, D. B. Bakhodirova, G. A. Nazarbayeva // Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya [Problems of Modern Science and Education. 2017. No. 6 (88).] – P. 14-16. DOI: 10.20861 / 2304-2338-2017-88. Impact factor RISC: 2.13. – P.14-16. [in Russian]
11. Azhiev A. B. Raspredeleniye dikorastushchikh sorodichey kul'turnykh rasteniy Respubliki Karakalpakstan po khozyaystvenno-tsennym gruppam Karakalpakstan [Distribution of Wild-Growing Relatives of Cultivated Plants of the Republic of Karakalpakstan by Economically Valuable Groups of Karakalpakstan] / A. B. Azhiev, D. B. Bahodirova, G. A. Nazarbaeva // Nauchnyy meditsinskiy vestnik [Scientific Medical Journal], 2016. N4 (6). – P. 51-58. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.014>

ОСОБЕННОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ ФОНОВОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОМЕНТА ПОСТУПЛЕНИЯ ЭКЗОГЕННОЙ СЕНСОРНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ ЭНДОГЕННОГО АЛЬФА-РИТМА

Научная статья

Пушкин А.А.^{1,*}, Криволай А.Г.²¹ ORCID: 0000-0002-9412-9475;² ORCID: 0000-0001-6903-6819;^{1,2} Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

* Корреспондирующий автор (artyompushkin[at]yandex.ru)

Аннотация

На 20 практически здоровых обследуемых обоего пола показано, что фотостимуляция, синхронизованная с восходящими фазами альфа-волн, приводит к «срыву» альфа-ритма на 150-й мс постстимульного периода. Предъявление стимула в нисходящую фазу альфа-волны реорганизует эндогенную альфа-ритмическую активность на 200-й мс постстимульного периода. Наблюдаемые изменения связываются с состоянием потенциал-зависимых ионных каналов, формирующих медленные пейсмекерные потенциалы корковых нейронов.

Ключевые слова: фазозависимое влияние, сенсорная стимуляция, пластическая перестройка ритма, пейсмекерный альфа-ритм ЭЭГ, потенциал-зависимые каналы.

FEATURES OF SHORT-TERM MODIFICATION OF BACKGROUND RHYTHM DEPENDING ON THE MOMENT OF ECTOGENOUS SENSORY AFFERENTATION ENTRY AT DIFFERENT PHASES OF THE ENDOGENOUS ALPHA RHYTHM

Research article

Pushkin A.A.^{1,*}, Krivolay A.G.²¹ ORCID: 0000-0002-9412-9475,² ORCID: 0000-0001-6903-6819,^{1,2} Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky of SFedU, Rostov-on-Don, Russia

* Corresponding author (artyompushkin[at]yandex.ru)

Abstract

It was proven with the help of 20 practically healthy subjects of both sexes that photo stimulation synchronized with the ascending phases of alpha waves leads to a “breakdown” of the alpha rhythm at the 150th ms of the post-stimulus period. The presentation of the stimulus in the descending phase of the alpha wave reorganizes the endogenous alpha rhythmic activity in the 200th ms of the post-stimulus period. The observed changes are associated with the state of potential-dependent ion channels that form slow pacemaker potentials of cortical neurons.

Keywords: phase-dependent influence, sensory stimulation, plastic restructuring of the rhythm, pacemaker alpha rhythm of the EEG, potential-dependent channels.

Введение

Исследование сенсомоторной интеграции и функционального состояния мозга с разработкой новых высокотехнологических методов целенаправленной регуляции адаптивного приспособительного пейсмекерного ритмогенеза посредством технологии фазозависимой стимуляции [1], [2] в режиме реального времени занимает важнейшее место в мировой науке. Интерес исследователей к проблеме фазозависимой сенсомоторной интеграции обусловлен наличием многочисленных данных о связи фазы альфа-осцилляций с циклическими флуктуациями процессов возбуждения. Гипотеза периодизации процессов возбуждения и торможения находит свое подтверждение в данных Лоренца, согласно которым нейроны головного мозга разряжаются на фоне определенной фазы локального ритма [9], что определяет, в конечном итоге, психофизиологические и электрофизиологические корреляты фундаментальных механизмов обработки информации мозга [7], [8], [10]. Отмечается модулирующее влияние фазы фоновых осцилляций на амплитуду [11], [12] и тайминг биоэлектрической активности популяции нейронов [13].

Однако, данные исследования, доказывающие влияние фазы волн фоновой активности мозга на функциональное состояние мозга и зависящие от него процессы обработки стимульной информации, имеют, с нашей точки зрения, ключевой методический недостаток, состоящий в организации синхронизации стимула с фазой волны ЭЭГ строго по фактору устанавливаемой временной задержки подачи стимула и, в значительно меньшей степени, по достижению заданного экспериментатором амплитудного порога, что, в итоге, не может гарантировать подачу стимула строго в определенную фазу волны выбранной частотной полосы [2]. В частности при низкой амплитуде волны альфа-ритма порог стимуляции будет достигаться только на вершине волны, а при высокой амплитуде альфа-волны порог стимуляции достигается уже в начале высокоамплитудной волны [2]. Отличительной особенностью нашего подхода от вышеупомянутых является фактор амплитудно-фазовой синхронизации экзогенных стимулов с эндогенной активностью в любой частотной полосе.

Стоит отметить, что задача выяснения особенностей кратковременных перестроек (секунды), пространственной организации и модификации фонового ритма в постстимульном периоде в зависимости от момента поступления экзогенной повторяемой сенсорной афферентации на разных фазах эндогенного ритма до сих пор не получила должного внимания. Последнее и являлось целью настоящей работы.

Методы исследования

В электроэнцефалографическом исследовании приняли участие 20 практически здоровых обследуемых-добровольцев обоего пола из числа студентов, аспирантов и сотрудников Южного федерального университета (ЮФУ) в возрасте от 18 до 30 лет (12 мужчин и 8 женщин, средний возраст составил 23.40 ± 5.22). Добровольцы подбирались по критерию хорошей выраженности альфа-ритма в затылочных отведениях. Предварительно со всеми испытуемыми проводился инструктаж, в ходе которого они знакомились с целями и задачами проводимого исследования, методическими особенностями регистрации ЭЭГ. Обследования проводились в соответствии со ст. 5, 6 и 7 «Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека» (1997). Все добровольцы давали письменное согласие на участие в исследовании.

Изучение влияния сенсорной стимуляции, синхронизированной в режиме реального времени с определенными, характерными для конкретного испытуемого, фазами альфа-волн на механизмы долговременных перестроек фоновых ритмов человека осуществлялось при одновременном использовании двух усилителей биопотенциалов мозга. С целью выделения необходимого частотного диапазона и указания фазы для подачи зрительного стимула в режиме реального времени использовался аналоговый 8-ми канальный электроэнцефалограф «Биоскрипт БСТ-112» (Германия). Сигналы с выходных каскадов аналогового электроэнцефалографа «Биоскрипт БСТ-112» подавались на входные каналы блока обработки параметров ЭЭГ и управления стимулирующими воздействиями (БОиУ). Данный БОиУ, разработанный нами для достижения поставленной методической цели, представляет собой микропроцессорную многоканальную и эргономичную систему регистрации и модуляции ЭЭГ, обеспечивающую возможность анализа многомерных сигналов биологического генеза в режиме реального времени [2]. БОиУ конструктивно оформлен в виде отдельного блока с автономным источником питания. Сигналы на входные каналы БОиУ подаются с выходных каскадов электроэнцефалографа.

Для выделения необходимого частотного диапазона и указания фазы для подачи зрительного стимула в режиме реального времени в БОиУ используется полосовой фильтр, что обеспечивает цифровую фильтрацию сигналов для идентификации необходимой полосы частот и работы БОиУ в диапазоне колебаний биопотенциалов мозга человека. Полосовая фильтрация ЭЭГ в режиме реального времени осуществляется при помощи двух синусных фильтров нижних частот Баттерворда, которые способны обеспечить необходимую монотонность амплитудно-частотных характеристик как в полосе пропускания, так и в полосе подавления. Необходимая амплитуда и фаза альфа-волны в БОиУ детектируется посредством сравнения отсчетов отфильтрованной ЭЭГ, зарегистрированной при помощи БСТ-112, с мгновенными значениями амплитуд опорного синусоидального сигнала Баттерворда [2].

Сенсорный стимул предъявлялся в определенную фазу альфа-волны, если БОиУ идентифицировал полное сходжение параметров (частота, амплитуда, фаза) биопотенциалов с мгновенными значениями опорного синусоидального сигнала Баттерворда.

Активный электрод, используемый для регистрации фаз альфа-волн при фазозависимой сенсорной стимуляции, располагался над правой затылочной областью (О2). Зрительные стимулы, представлявшие собой диффузные вспышки света длительностью 50 мкс и с энергией вспышки 35 Дж, предъявлялись на восходящей или нисходящей фазе колебаний (в зависимости от этапа исследования), соответствующих индивидуально доминирующей частоте альфа-ритма. Эту частоту определяли по результатам спектрального анализа 30-секундных ЭЭГ-эпох, зарегистрированных при помощи БСТ-112. В дальнейшем зрительный стимул предъявлялся на восходящие или нисходящие фронты фаз фоновых альфа-волн ЭЭГ человека с пороговым значением амплитуды альфа-волн не менее 100 мкВ. В итоге, каждому испытуемому предъявлялись 100 стимулов с межстимульным интервалом не менее 2222 мс. В свою очередь, диффузные вспышки света формировались стробоскопической лампой-вспышкой (фотостимулятор ФС-02), которая размещалась на уровне глаз обследуемого, на расстоянии 30 см, посредством подачи на вход последней триггерного импульса от БОиУ, усиленного электростимулятором ЭСЛ-2. Все исследования проводились в дневное время суток в слабо освещенной экранированной камере со звукоизоляцией. Все добровольцы во время регистрации электроэнцефалограммы находились в состоянии пассивного бодрствования с закрытыми глазами.

С целью изучения краткосрочных пластических перестроек ритмической активности, вызванных стимулом, анализировали межстимульную когерентность посредством [14] частотно-временной волновой декомпозиции постстимульной активности на базе синусоидального вейвлет-трансформирования (вейвлет Морле). Данная методология параметрической оценки межстимульной когерентности позволяет оценить синхронизацию частотных диапазонов электрограмм, имеющих четкую временную связь с конкретным событием. Длина вейвлет-преобразования анализируемых частот составила 3 цикла. Частотно-временное представление получали, усредненное по группе ($n=20$), для каждой функциональной пробы (восходящая и нисходящая фаза). Также производили усреднение как генерализованно по всей выборке добровольцев, так и индивидуально для каждой функциональной пробы (восходящая и нисходящая фаза). Вычисления осуществляли в среде программ MatLab 2007b с использованием toolbox EEGLAB 12.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные нами исследования выявили наличие фазозависимого влияния сенсорной стимуляции, синхронизированной с восходящей или нисходящей фазами индивидуально доминирующих альфа-колебаний, на выраженность пластических кратковременных перестроек ритмов ЭЭГ. В частности, синхронизация кратковременного сенсорного стимула с восходящей фазой альфа-волны приводит к «срыву» альфа-ритма с 200-й мс (рис. 1) и индуцирует синхронизацию в бета-частотном диапазоне с 50 по 150 мс (рис. 1). Последнее сопровождается синхронизацией активности в дельта-частотном диапазоне с 100 по 300 мс (рис. 1).

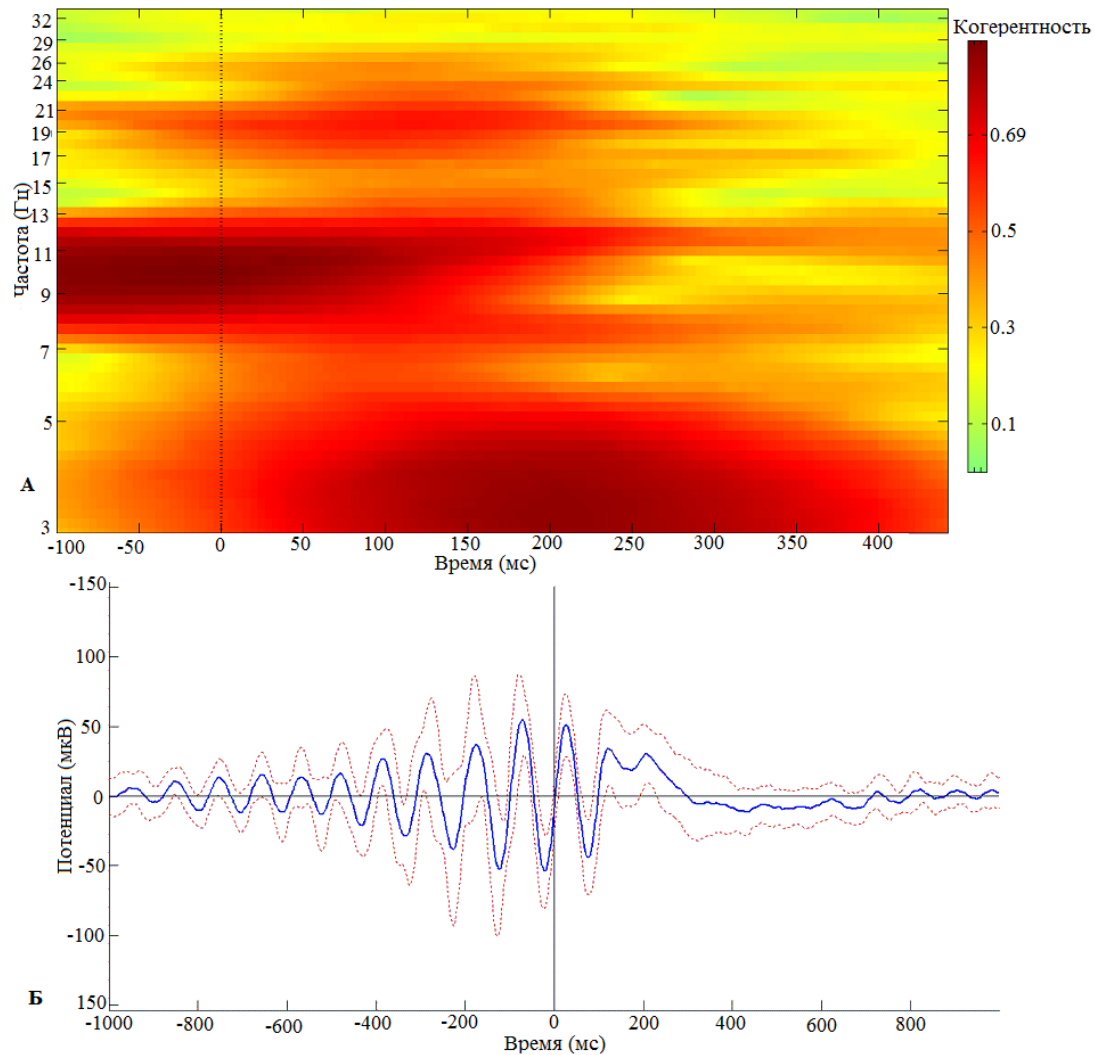


Рис. 1 – Зависимость кратковременной реорганизации фонового ритмогенеза от восходящей фазы предъявления экзогенного стимула:

А – Частотно-временная реорганизация фонового ритма при предъявлении стимула на восходящей фазе альфа-волны;

Б – Усредненной по группе добровольцев альфа-ритм в момент предъявления стимула в восходящую фазу альфа-волны. 0 – отметка предъявления стимула в восходящую фазу альфа-волны

Примечание: пунктиром обозначена ошибка среднего

Однако, если стимул предъявляется в нисходящую фазу альфа-волны, альфа-активность сохраняется, при этом межстимульной синхронизации в дельта- или бета-частотных диапазонах не наблюдается (рис. 2).

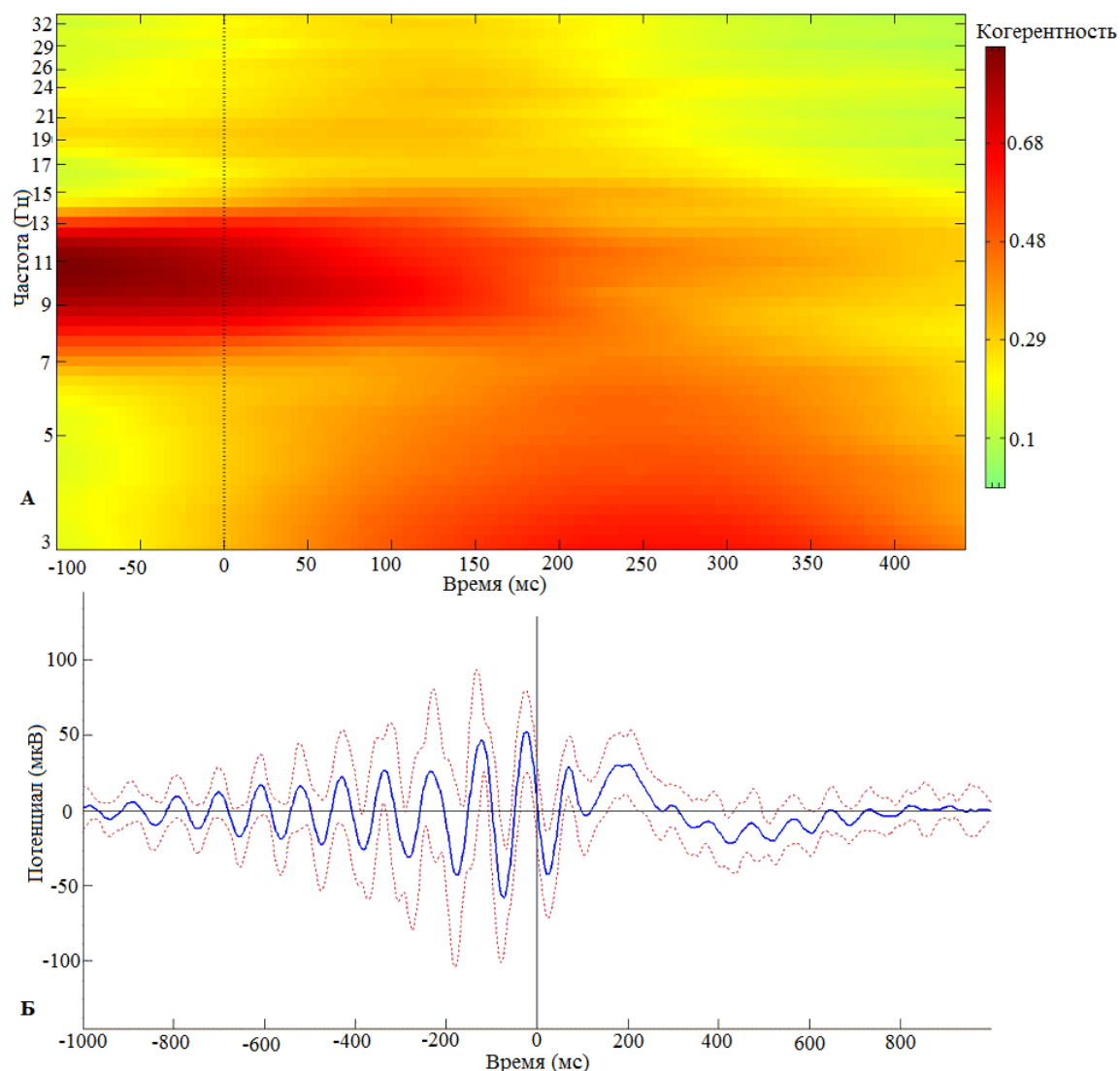


Рис. 2 – Зависимость кратковременной реорганизации фонового ритмогенеза от нисходящей фазы предъявления экзогенного стимула:

А – Частотно-временная реорганизация фонового ритма при предъявлении стимула в нисходящую фазу альфа-волны;
Б – Усредненный по группе добровольцев альфа-ритм в момент предъявления стимула в нисходящую фазу альфа-волны. 0 – отметка предъявления стимула в нисходящую фазу альфа-волны

Примечание: пунктиром обозначена ошибка среднего

Анализируя характер выраженности пластических кратковременных (в течение 1 секунды) перестроек фонового ритма ЭЭГ от момента синхронизации сенсорной стимуляции с восходящей или же нисходящей фазами индивидуально доминирующих альфа-колебаний, нами было установлено, что наиболее выраженная реорганизация фонового ритмогенеза наблюдается с 150 по 400 мс в постстимульном периоде.

Интересно, что сенсорный стимул, синхронизированный с восходящей фазой альфа-волны приводит к росту межстимульной синхронизации осцилляций в альфа- и бета-частотных диапазонах, наблюдающейся в постстимульном периоде с 0 по 150 мс. Колебания в бета-частотном диапазоне, регистрирующиеся в правой окципитальной области (О2) в постстимульном периоде, с 0 по 150 мс (рис.1), при фазозависимой стимуляции, функционально, скорее всего, ассоциируются с готовностью, т.е. достаточным уровнем возбуждения, локальных нейронных ансамблей воспринимать, детектировать и осуществлять раннюю категоризацию воздействующих стимулов. Последнее согласуется с литературными данными, отождествляющими процессы восприятия, семантической и эпизодической эксплицитной памяти с ранними компонентами вызванной активности [15]. В последующем, со 150 мс на фоне снижения синхронного межстимульного представительства альфа-частотного диапазона наблюдается увеличение индекса межстимульной когерентности в дельта-частотном диапазоне. Наблюдаемый эффект взаимодействия альфа- и дельта-частотных диапазонов функционально может отражать процессы распознавания биологической значимости, сличения поступающей информации с хранящейся в памяти. В частности, синхронизация кратковременного сенсорного стимула с восходящей фазой альфа-волны приводит, с одной стороны, к уменьшению показателя межстимульной когерентности в альфа-частотном диапазоне (рис. 1) в правой окципитальной области., а с другой стороны, к увеличению показателя межстимульной когерентности в дельта-частотном диапазоне (рис.1) в окципитальной области. Обнаруженное нами реципрокное взаимодействие между осцилляциями дельта- и альфа-частотных диапазонов, устанавливающееся под влиянием сенсорного раздражителя, отмечается и в работах других авторов.

Так, появление осцилляции в дельта-частотном диапазоне ЭЭГ человека, вызванное каким-либо событием, сопровождается развивающейся аттенуацией альфа-осцилляций в ЭЭГ человека. Характер такого рода взаимодействия, по данным некоторых ученых, положительно коррелирует с мотивационными процессами [21] и обусловлен активацией процесса внимания [18]. В функциональном плане, явление реципрокного взаимодействия дельта- и альфа-частотных диапазонов связано с неспецифическими процессами внимания, индуцированными поступающей внешней афферентацией [18]; модификацией мнестических процессов [19]; процессами ожидания [17].

Стоит отметить, что наиболее выраженная реорганизация фонового ритмогенеза наблюдается с 150 по 400 мс в постстимульном периоде (рис. 1 и 2). Следовательно, реорганизация фоновой пейсмекерной ритмической активности связана не с моментом поступления афферентного сигнала в проекционные зоны коры мозга, а с моментом обращения к памяти при опознании сигнала и оценке его биологической значимости, что по латентным периодам соответствует вторичным компонентам ВП, а не первичному ответу, который отражает физические параметры стимула. Поэтому процессы восприятия и памяти, модулируются и разворачиваются в единой концептуальной плоскости на фоне альфа-активности, сохраняющейся при предъявлении стимула в нисходящую фазу эндогенных α -осцилляций, с целью организации оптимального интегративного комплекса.

Следует отметить, что фазозависимые реакции срыва фонового ритма ЭЭГ у разных добровольцев сохраняются в течение продолжительного времени и выявляются при повторных обследованиях одного и того же человека (рис. 3).

Интересно, что динамика показателя межстимульной когерентности частотных диапазонов, зависящая от фазы предъявления стимула, не находит своего логического объяснения в рамках парадигмы нейросетевой таламокортикальной синаптической организации альфа-активности, а скорее всего, отражает его пейсмекерное кортикальное происхождение. Установленные нами врожденные индивидуально-типологические особенности, заключающиеся в сохранении формы реакции на фазозависимую сенсорную стимуляцию при повторных обследованиях одного и того же человека, в частности с 200 по 400 мс постстимульного периода, может свидетельствовать о пейсмекерном, генетически опосредованном, кортикальном происхождении эндогенного фонового ритмогенеза в альфа-частотном диапазоне.

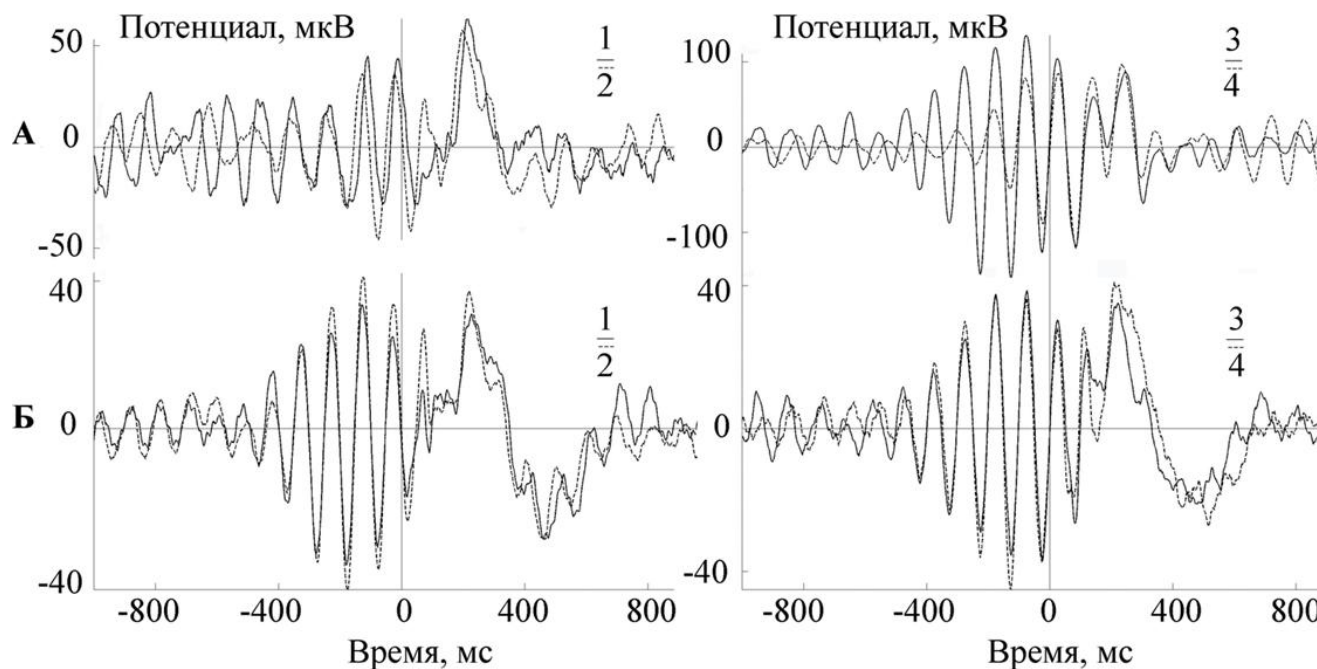


Рис. 3 – А - Сопоставление двух усредненных электрограмм, зарегистрированных с интервалом в 1 месяц у добровольца А. Б - Сопоставление двух усредненных электрограмм, зарегистрированных с интервалом в 1 месяц у добровольца Б. Прим.: пунктиром обозначен усредненный ритм при стимуляции на заданной фазе волны, зарегистрированный через месяц от первой частотно-фазовой стимуляции (сплошная линия). 0 - отметка стимула. $\frac{1}{2}$ - стимуляция выполнялась на нисходящей фазе. $\frac{3}{4}$ - стимуляция выполнялась на восходящей фазе (цитата по [2])

Так, стимул, приходящийся на восходящую фазу колебаний эндогенного потенциала пейсмекерного нейрона, с учетом времени (30 мс) прохождения импульса от рецептора к корковому представителю, приходится на фазу «открытых» низкопороговых Ca^{2+} и, в последующем – Na^{+} -каналов плазмолеммы пейсмекерных клеток. Последнее тормозит пейсмекерную активность нейронов, что приводит к «срыву» α -ритма и, в свою очередь, к увеличению когерентной синхронизации в δ -частотном диапазоне. При этом нейронная сеть, генерирующая α -ритм, разряжается по принципу тонического типа пульсаций нейронов, т.е. функционирует в режиме единичных высокопороговых спайков, развивающихся на фоне относительной деполяризации клеточной мембраны (> -55 мВ) через каждые 12-15 мс [22].

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00201.

Funding

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the research project No. 18-315-00201.

Список литературы / References

1. Zrenner C. Closed-Loop Neuroscience and Non-Invasive Brain Stimulation: A Tale of Two Loops / C. Zrenner, P. Belardinelli, F. Müller-Dahlhaus, U. Ziemann // *Frontiers in Cellular Neuroscience*. - 2016. - V. 10. - N. 92. - P. 1-7.
2. Pushkin A. A. Regulation of the functional state of the human brain by real time frequency–phase synchronization of sensory stimuli with the EEG rhythm / A. A. Pushkin, L. V. Lysenko, A. G. Sukhov, A. V. Vdovjuk, I. V. Scherban // *Biomedical Engineering*. - 2017. - V. 51. - N. 1. - P. 28-32.
3. VanRullen R. Perceptual cycles / R. VanRullen // *Trends in Cognitive Sciences*. - 2016. - V. 20. - N. 10. - P. 723-735.
4. Milton A. The phase of pre-stimulus alpha oscillations influences the visual perception of stimulus timing / A. Milton, C. W. Pleydell-Pearce // *NeuroImage*. - 2016. - V. 133. - P. 53–61.
5. Mathewson K. E. Making waves in the stream of consciousness: entraining oscillations in EEG alpha and fluctuations in visual awareness with rhythmic visual stimulation / K. E. Mathewson, C. Prudhomme, M. Fabiani, D. M. Beck // *Journal of Cognitive Neuroscience*. - 2012. - V. 24. - N. 12. - P. 2321–2333.
6. Klimesch W. EEG alpha oscillations: the inhibition timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // *Brain Research Reviews*. - 2007. - V. 53. - N. 1. - P. 63–88.
7. Gho M. A quantitative assessment of the dependency of the visual temporal frame upon the cortical rhythm / M. Gho, F. J. Varela // *J. Physiol. Paris*. - 1988. - V. 83. - N. 2. - P. 95–101.
8. Samaha J. The speed of alpha-band oscillations predicts the temporal resolution of visual perception / J. Samaha, B. R. Postle // *Curr. Biol*. - 2015. - V. 25. - N. 22. - P. 2985–2990.
9. Lorincz M. L. Temporal framing of thalamic relay-mode firing by phasic inhibition during the alpha rhythm / M. L. Lorincz, K. A. Kekesi, G. Juhasz, V. Crunelli, S. W. Hughes // *Neuron*. - 2009. - V. 63. - N. 5. - P. 683–696.
10. Sherman M. T. Rhythmic influence of top-down perceptual priors in the phase of pre-stimulus occipital alpha oscillations / M. T. Sherman, R. Kanai, A. K. Seth, R. VanRullen // *J. Cog. Neuroscience*. - 2016. - V. 28 - N. 9. - P. 1318–1330.
11. Van Meij R. Phase-amplitude coupling in human electrocorticography is spatially distributed and phase diverse. The Journal of neuroscience: the official journal of the / R. VanMeij, M. Kahana, E. Maris // *Society for Neuro*. - 2012. - V. 32. - N. 1. - P. 111–123.
12. Voytek B. A method for event-related phase/amplitude coupling / B. Voytek, M. D’Esposito, N. Crone, R. T. Knight // *NeuroImage*. - 2013. - V. 64. - P. 416–424.
13. Haegens S. α -oscillations in the monkey sensorimotor network influence discrimination performance by rhythmical inhibition of neuronal spiking / S. Haegens, V. Nacher, R. Luna // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. - 2011. - V. 108. - N. 48. - P. 19377–19382.
14. Delorme A. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis / A. Delorme, S. Makeig // *Journal of Neuroscience Methods*. - 2004. - V. 134. - N. 1. - P. 9-21.
15. Ossandon, J. P. Superposition model predicts EEG occipital activity during free viewing of natural scenes / J. P. Ossandon, A. V. Helo, R. Montefusco-Siegmund, P. E. Maldonado // *The Journal of Neuroscience*. - 2010. - V. 30. - N. 13. - P. 4787-4795.
16. Bernat E. M. Decomposing delta, theta, and alpha time-frequency ERP activity from a visual oddball task using PCA / E. M. Bernat, S. M. Malonea, W. J. Williamsb, C. J. Patricka, W. G. Iaconoa // *Int. J. Psychophysiol*. - 2007. - P. 64. - N. 1. - P. 62–74.
17. Isoglu-Alkac U. Necker cube reversals during long-term EEG recordings: sub-bands of alpha activity / U. Isoglu-Alkac, D. Struber // *Int. J. Psychophysiol*. - 2006. - V. 59. - №. 2. - P. 179–189.
18. Yordanova J. Event-related alpha oscillations are functionally associated with P300 during information processing / J. Yordanova, V. Kolev // *NeuroReport*. - 1998. - V. 9. - N. 14. - P. 3159–3164.
19. Yordanova J. P300 and alpha event-related desynchronization (ERD) / J. Yordanova, V. Kolev, J. Polich // *J. Psychophysiol*. - 2001. - V. 38. - N. 1. - P. 143–152.
20. Bonfiglio L. Reciprocal dynamics of EEG alpha and delta oscillations during spontaneous blinking at rest: A survey on a default mode-based visuo-spatial awareness / L. Bonfiglio, S. Sello, M. C. Carboncini, P. Arrighi, P. Andre, B. Rossi // *Int. J. Psychophysiol*. - 2011. - V. 80. - N. 1. - P. 44–53.
21. Knyazev G. G. EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes / G. G. Knyazev // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. - 2012. - V. 36. - N. 1. - P. 677–695.
22. Hughes S. W. Thalamic mechanisms of EEG alpha rhythms and their pathological implications / S. W. Hughes, V. Crunelli // *Neuroscientist*. - 2005 – V. 11. – N. 4. – P. 357–372.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.015>

ПВХ-КОМПОЗИЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Научная статья

Шаравара А.М.^{1,*}, Христофорова И.А.²¹ ORCID: 0000-0002-5957-0468;² ORCID: 0000-0002-4768-4425;^{1,2} Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия

* Корреспондирующий автор (ipadanastasiia[at]mail.ru)

Аннотация

Поливинилхлоридные композиции являются полупродуктами для получения различного вида изделий. В зависимости от состава делятся на мягкие и жесткие композиции. ПВХ композиции всегда содержат термостабилизаторы и смазки, а так же модификаторы ударной прочности, предназначенные для абсорбции энергии удара за счет возникновения пластической деформации. Наиболее широкое применение они нашли в производстве шлангов, мебели и плиток. Целью работы является анализ ПВХ-композиций, а так же их применение.

Ключевые слова: ПВХ-композиции, стабилизаторы, пластификаторы, древесно-полимерный композит.

PVC COMPOSITIONS AND THEIR APPLICATION

Research article

Sharavara A.M.^{1,*}, Khristoforova I.A.²¹ ORCID: 0000-0002-5957-0468;² ORCID: 0000-0002-4768-4425;^{1,2} Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs, Vladimir, Russia

* Corresponding author (ipadanastasiia[at]mail.ru)

Abstract

Polyvinyl chloride compositions are intermediates for the production of various types of products. Depending on their composition, they are divided into soft and hard ones. PVC compositions always contain heat stabilizers and lubricants, as well as impact modifiers, which are designed to absorb impact energy of plastic deformation. They are most widely used in the manufacture of hoses, furniture and tiles. The aim of the work is to analyze PVC compositions and their application.

Keywords: PVC compositions, stabilizers, plasticizers, wood-polymer composite.

Поливинилхлорид - бесцветная, прозрачная пластмасса, термопластичный полимер винилхлорида. Он является устойчивым к кислотам, не растворимым в воде и морозостойким. Поливинилхлорид выделяется в виде порошка и используется во многих отраслях, таких как медицина, транспорт, строительство, упаковка, игрушки и так далее.[1, С. 2]

ПВХ - это нетермостойкий и довольно хрупкий материал, под влиянием высокой температуры активно разрушается с распространением хлористого водорода и иных соединений. Поливинилхлорид применяют в композициях, находящихся в составе полимера и различных примесей, создающих полимер практически к переработке.

ПВХ-композиции состоят из стабилизаторов 4-6%, модификаторов 4-5%, смазки 1-2%, пластификаторов 8-30%, диоксида титана 2-4% и ПВХ смолы 60-80%. Их принято подразделять на пластифицированные и непластифицированные.

ПВХ-композиции имеют 70 частей пластификатора, который называют «мягкими» или пластифицированными. Мягкость и гибкость полимерам придают пластификаторы. ПВХ-композиции так же состоят из термостабилизаторов, смазок, различных наполнителей, красителей, антиоксидантов, биоцидов, огнезащитных добавок, антистатиков, модификаторов ударопрочности и перерабатываемости. Пластифицированные ПВХ-композиции обрабатывают при больших температурах, обычно намного выше температуры разложения ПВХ. Они делятся на кабельные и бескабельные пластикаты. [2, С. 4].

В жестких ПВХ-композициях используют наполнители вязкости и формоустойчивости расплавов, различные стабилизаторы для увеличения способности материала к переработке при высоких температурах, модификаторы, красители и смазки. Эти композиции применяются в изготовлении труб, плитусов и панелей и многих отделочных материалов строительного назначения

В ПВХ-композициях существует несколько видов деструктивных процессов. Первый из них - дегидрохлорирование. Полимеризация винилхлорида оказывает образование линейных молекул, а в конечных реакциях полимеризации получая третичный углерод и олефиновые группы. Последние группы обычно неустойчивые, ведут себя, как активные центры полимерной цепочки. [3, С. 2].

Второй вид деструктивных процессов - это окисление. Выделение соляной кислоты выше в окислительной среде при одной и той же температуре, нежели в инертной. Значит, что насыщение полимера достигается в реакции окисления на аллиловых позициях, из-за чего нестабильность полимера увеличивается благодаря появлению карбоксильных групп. Этот процесс происходит через предварительное формирование циклических пероксидов или гидропероксидов. Что касается критерия экономичность и условия использования конечного продукта, то необходимо

выбрать правильный стабилизатор и обратить внимание на токсичность, наличие источников света, органолептические характеристики и другие факторы. Стабилизаторы действуют как ингибиторы реакции, поэтому их добавляют в относительно небольших дозах. Они не должны влиять на цвет конечного продукта, а так же не должны содержать летучие вещества и запах. [4, С. 5].

Антиоксиданты обычно мешают окислению пластификаторов.

Особенно активную стабилизацию можно определить методом переработки, рецептурой, собственной стабильностью полимера и областью использования готового изделия. Как правило, используемые фталаты и полиэфирные пластификаторы не сказываются на стабильности ПВХ, а фосфиты и хлорированные парафины понижают термо- и светостойкость. Светостойкость лучше всего проходит с ди-2-этилгексилфталата. Доказано, что минимальная добавка 2-этилгексилдифенилфосфата к довольно известному пластификатору ди-2-этилгексилфталату заметнее повышает атмосферостойкость пластифицированного ПВХ, в частности, тонких пленок из композиций ПВХ. [5, С. 2.].

Модификаторы перерабатываемости или, как их еще называют, процессинговые добавки — это сополимеры метилметакрилата с полимерами, совместимыми с ПВХ. При добавлении в ПВХ-композицию высокомолекулярных соединений улучшаются реологические свойства расплава.

Исследованы высоконаполненные композиции жесткого ПВХ и древесной муки, модифицированные кремнеземом со степенью наполнения до 60 масс.%, следовательно повышается показатель текучести расплавов на 20-25%, прочность при растяжении на 15-25%, а так же и термостабильность увеличивается на 10-20%. [6, С. 10]

Высоконаполненные ПВХ-композиции предполагают несколько условий: 1. Обеспечение легкости расплава для выполнения процессов организации и уплотнения. Этот процесс должен совершаться в интервале с наибольшим напряжением. 2. Свойства композиционных материалов и небольшое количество наполнителя в ПВХ-композиции в существенной мере должны подчиняться степени взаимодействия на границе раздела фаз «полимерной матрицы-наполнителя». [7, С. 10]

Технология изготовления композитов следующая: эмульсионный поливинилхлорид и пластификатор перемешивают, получая пасту. Выдержав определенный период времени при температуре, которая выше 160°C, паста высыхает, образуя при этом пленку. Увеличивая температуру, гранулы поливинилхлорида в композиции ПВХ набухают, и в конце получается твердая композиция. Такая температура называется температурой желатинизации поливинилхлоридной композиции. Понятие «плавление» применяется для получения механической или физической прочности готового изделия. Температура плавления располагается в промежутке от 160 до 190°C. [8, С. 63]

Наличие пластификаторов вызывает высокую точность материала к появлению пятен, поэтому необходимо снижать количество пластификаторов, которые находятся в верхней части покрытия, а так же увеличивать стойкость против появления пятен, чтобы улучшить свойства износостойкости. Если концентрация пластификатора уменьшается, то вязкость пасты композиции ПВХ увеличивается, поэтому осуществляется применение в композициях больших концентраций добавок, понижающие вязкость. Композиции твердого ПВХ обладают не очень хорошей термостойкостью, что является также плохим фактором в получении качественной поверхности. [9, С. 23]

Низкая термическая стабильность поливинилхлорида является важным недостатком, поэтому одним из главных компонентов ПВХ-композиции является термостабилизатор. Он помогает перерабатывать ПВХ при температуре выше 140°C, при которой начинается деструкция этого полимера.

При перемалывании кристаллического известняка получают карбонат кальция, который и используют в ПВХ-композициях. Затем полученный порошок обрабатывают стеариновой кислотой для придания гидрофобности. Качество будет выше, если частица будет меньше. В ПВХ-композициях используют мел, получаемый в результате химической реакции, который называется синтетическим или химически осажденным. [10, С. 55]

Если готовить о значении рассыпчатости ПВХ-композиций, например, смолы, то оно определяется показателем относительной легкости, с которой зерна распадаются на агломераты, а потом на первичные частицы. Один из методов испытаний заключается в том, что определенное количество смолы помещается в ступку и измельчается с помощью пестика. Чем лучше сыпучесть, тем легче частицы смолы будут распадаться. Так же используют метод экструзионных применений и инъекционный метод литья сшитых ПВХ-композиций. Выбор правильной смолы, то есть имеющей правильную степень рассыпчатости, определяют количеством сдвига, которому подвергаются частицы смолы во время обработки, и это может быть легко определено простыми экспериментами для данного процесса. [11, С. 23]

Одной из характеристик матовой поверхности ПВХ-композиций является то, что используют меньший блеск на поверхности. Например, зеркало имеет теоретический блеск 100%, хотя идеальный 100% получить сложно, изделия из ПВХ-композиций могут иметь значения около 93%.

Если говорить о применении, то известно, что ПВХ-композиции предназначены для производства строительных и мебельных профилей и панелей, используются в производстве профиля оконных и дверных блоков.

ПВХ-композиции нашли широкое применение в производстве тротуарной плитки, черепицы, плитки для напольных покрытий животноводческих ферм, химических цехов и автозаправочных.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Поливинилхлорид (ПВХ) : основные свойства, область применения. [Электронный ресурс] // ЦОП Профессия.- N1(1).-С.1-4.-URL:<https://plastinfo.ru/information/articles/38> (дата обращения: 02.10.2018).
2. Готовые жесткие ПВХ композиции: за и против. [Электронный ресурс] // Статья предоставлена Академией Конъюнктуры Промышленных Рынков .-2016. - N1(1).-С.1-9.- URL: http://www.vashdom.ru/articles/akpr_9.htm (дата обращения: 03.10.2018).

3. ПВХ композиции : составы и приготовление.[Электронный ресурс], N1(1).-С.1-3.- URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/152>(дата обращения:05.10.2018).
 4. Бурнашев А. И. Высоконаполненные поливинилхлоридные строительные материалы на основе наномодифицированной древесной муки диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.05 / Бурнашев Айрат Ильдарович; [Место защиты: Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т].- Казань, 2011.- 5 с.
 5. Пат. 2401847 Российская Федерация МПК C08K5/101 (2006.01) C08L 27/06 (2006.01)C08J9/30 (2006.01)B32B 27/22 (2006.01) Усовершенствования, касающиеся пластификаторных композиций/ Годуин А.Д., Наерт Д. ; заявитель и патентообладатель Москва "ЕВРОМАРКПАТ".-№2007131502/04; заяв. 27.02.2009; опубл. 20.10.2010 Бюл. №29. - 2с.
 6. Обзор рынка ПВХ-композиций в СНГ [Электронный ресурс] //Объединение независимых консультантов и экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности.-2005. -N1(1).-С.1-11.- URL:https://www.marketing services.ru/imgs/goods/891/rynok_PVH.pdf (дата обращения: 07.10.2018).
 7. Гузеев В.В. Рациональный выбор добавок для композиций ПВХ [Электронный ресурс] / В. В. Гузеев// модифицированные и наполненные ПМ. .-2010. -N1(1).-С.1-11.- URL: <http://www.polymerbranch.com/3d779cae2d46cf6a8a99a35ba4167977/d6070225570b1a5d2b4ca01d9df29a83/magazineclause.pdf> (дата обращения: 07.10.2018).
 8. Нифталиев С. И. Изучение влияния дисперсности химически осажденного карбоната кальция на основе пвх-композиций[Электронный ресурс] / С. И. Нифталиев // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология.—2012.—№2.—С.62-64.— <https://rucont.ru/efd/421929> (дата обращения: 07.10.2018).
 9. Низамов Р. К. Древесно-полимерные композиты на основе поливинилхлорида [Электронный ресурс]/ Р. К. Низамов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века .— 2013 .— №2 .— С. 22-25 . <https://rucont.ru/efd/425290> (дата обращения: 07.10.2018).
 10. Шихалев К. С. Физико-механические свойства пластифицированного сшитого непредельными эпоксисоединениями пвх [Электронный ресурс] / К. С. Шихалев -2017 № 12(73). – Новосибирск., Изд. АНС «СибАК», 2017. – С. 54-58. //sibac.info/journal/innovation/73/82954(дата обращения: 07.10.2018).
 11. Ross James Cozens. Rigid thermoplastic compositions capable of forming articles with matte surface / Ross James Cozens// European patent application. -1988. - Vol. 23(1) - P. 9-14. doi:19890103015
- Список литературы на английском языке / References in English**
1. Polyvinyl chloride (PVC) : basic properties, scope. [Electronic resource] // TSOP Profession.- N1 (1).- P. 1-4.- URL: <https://plastinfo.ru/info/articles/38> (accessed: 02.10.2018).
 2. Ready-made rigid PVC composition: for and against. [Electronic resource] / / Article provided by the Academy of industrial Markets .-2016. - N1 (1).- P. 1-9.- URL: http://www.vashdom.ru/articles/akpr_9.htm (date accessed:03.10.2018).
 3. PVC compositions: compositions and preparation.[Electronic resource], N1 (1).- P. 1-3.- URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/152>(date accessed:05.10.2018).
 4. Burnashev A. I. highly Filled PVC building materials based on wood flour nanomodification thesis ... candidate of technical Sciences : 05.23.05 / Burnashev Airat ildarovich; [a protection Place: Kazan. state architectures.-builds. UN-t].- Kazan, 2011.- 5 p.
 5. Pat. 2401847 Russian Federation IPC C08K5/101 (2006.01) C08L 27/06 (2006.01)C08J9/30 (2006.01)B32B 27/22 (2006.01) Improvements plastyfikatory songs/ Godwin A. D., Naert D. ; applicant and patent owner Moscow "EUROMARKPAT". No 2007131502/04; stated. 27.02.2009; publ. 20.10.2010 Bul. No. 29. - 2C.
 6. Overview of the market of PVC compositions in the CIS [Electronic resource] / / Association of independent consultants and experts in the field of mineral resources, metallurgy and chemical industry.-2005. - N1 (1).- P. 1-11.- URL: https://www.marketing services.ru/imgs/goods/891/rynok_PVH.pdf (date accessed: 07.10.2018).
 7. Guzeev V. V. Rational choice of additives for PVC compositions [Electronic resource], / V. V. Guzeev// modified and filled with PM. .-2010. - N1 (1).- P. 1-11.- URL: <http://www.polymerbranch.com/3d779cae2d46cf6a8a99a35ba4167977/d6070225570b1a5d2b4ca01d9df29a83/magazineclause.pdf> (date accessed: 07.10.2018).
 8. With Niftaliyev.I. Study of the influence of dispersion of chemically precipitated calcium carbonate based on PVC compositions[Electronic resource],/ Niftaliyev // proceedings of higher educational institutions. Chemistry and chemical technology.-2012.- №2.- P. 62-64.— <https://rucont.ru/efd/421929> (date accessed: 07.10.2018).
 9. Nizamov R. K. Wood-polymer composites based on polyvinyl chloride [Electronic resource] / Abdrakhmanov, Nizamov / / Construction materials, equipment, technologies of the XXI century .- 2013 .- №2 .- P. 22-25 . <https://rucont.ru/efd/425290> (date accessed: 07.10.2018).
 10. To Shikhalev.C. Physical and mechanical properties of PVC cross-linked plasticized by unsaturated epoxy compounds [Electronic resource], -2017 No. 12(73). – Novosibirsk., Ed. ANS "Sibak" 2017,. - P. 54-58. //sibac.info/journal/innovation/73/82954(date accessed: 07.10.2018).
 11. Ross James Cozens. Solid thermoplastic compositions capable of forming articles with matte surface / James Cosens / Ross / European patent application. -1988. - Thom. 23 (1) - P.9-14. doi: 19890103015

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.016>**ВЛИЯНИЕ САХАРОСНИЖАЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ И ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИНЕЙРОПАТИИ НА ЛЕЧЕНИЕ БОЛЕВОГО СИНДРОМА**

Научная статья

Сорокина Ю.А.^{1,*}, Чечевичкина М.А.², Береснева Т.Л.³¹ ORCID: 0000-0001-8430-237X,^{1, 2, 3} Приволжский Исследовательский Медицинский Институт, Нижний Новгород, Россия

* Корреспондирующий автор (zwx[at]inbox.ru)

Аннотация

В настоящее время сахарный диабет занимает первое место среди эндокринных патологий. По данным ВОЗ число больных СД к 2025 году составит 380 млн., а к 2030 году – 435 млн. человек. При этом около 90% пациентов страдают сахарным диабетом 2 типа. К наиболее частым диабетическим осложнениям относится диабетическая полинейропатия, частота встречаемости которой составляет около 50%. При этом происходит поражение нервных волокон, утрата различных видов чувствительности, выраженный болевой синдром. Вследствие этого пациентам необходимо принимать продолжительное время препараты для лечения болевой формы диабетической полинейропатии, которые зачастую относятся к группе антиконвульсантов. Противосудорожные препараты вступают во взаимодействие с сахароснижающими средствами и приводят к развитию нежелательных явлений.

Ключевые слова: лекарственные взаимодействия, сахарный диабет 2 типа, полинейропатия.**INFLUENCE OF ANTIHYPERGLYCEMIC DRUGS AND DRUGS FOR TREATMENT OF DIABETIC POLYNEUROPATHY ON TREATMENT OF PAIN SYNDROME**

Research article

Sorokina Yu.A.^{1,*}, Chechevichkina M.A.², Beresneva T.L.³¹ ORCID: 0000-0001-8430-237X,^{1, 2, 3} Volga Research Medical Institute, Nizhny Novgorod, Russia

* Corresponding author (zwx[at]inbox.ru)

Abstract

Currently, diabetes takes the leading position among the endocrine pathologies. According to WHO, there will be 380 million of patients with diabetes by 2025, and 435 million people by 2030. Moreover, about 90% of patients suffer from type 2 diabetes mellitus. The most common diabetic complications include diabetic polyneuropathy, the frequency of its occurrence is about 50%. When this takes place, the nerve fibers are damaged, various types of sensitivity are lost, and there is severe pain syndrome. As a result, patients need to take long-term drug therapy for the treatment of painful forms of diabetic polyneuropathy, which often belong to the group of anticonvulsants. Anticonvulsant drugs interact with hypoglycemic agents and lead to the development of adverse events.

Keywords: drug interactions, type 2 diabetes mellitus, polyneuropathy.

Цель работы – установить типы и потенциальный результат взаимодействий сахароснижающих препаратов и препаратов для лечения полинейропатии, а также потенциальное влияние сопутствующей терапии на течение и выраженность болевого синдрома у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и полинейропатией.

Материалы и методы

Объектом исследований послужили данные амбулаторных карт пациентов с диагнозом сахарный диабет 2 типа, диабетическая полинейропатия, нефропатия, наблюдавшихся в ГБУЗ НО НОКБ им. Н.А.Семашко (г. Нижний Новгород) за период с 2016 по 2018 годы. Оценивались потенциально нежелательные явления, которые могут возникнуть при совместном применении сахароснижающих препаратов и препаратов для лечения болевой формы диабетической полинейропатии.

Результаты

Всего в группу исследования вошло 273 пациента с верифицированным диагнозом сахарный диабет 2 типа, диабетическая полинейропатия и нефропатия.

Среди препаратов из листа назначения выявлены наиболее часто применяемые препараты для лечения болевого синдрома. Одновременно с данными препаратами пациенты принимали сахароснижающие препараты различных групп в соответствии с рекомендациями специалистов и алгоритмами помощи [1], [2], [3]. При изучении фармакологических свойств и возможных были обнаружены потенциально нежелательные лекарственные взаимодействия (табл. 1) [4], [5].

Таблица 1 – Препараты, потенциально ухудшающие состояние при диабетической полинейропатии с болевым синдромом

Группа	Препараты	Побочные эффекты, возникающие у пациентов с сахарным диабетом
Антиконвульсанты	Габалентин Прегабалин Карбамазепин	Дефицит витамина D, фолатов,
Пероральные сахароснижающие препараты	Метформин	Снижение усвоения витамина B ₁₂

Помимо возможной гипогликемии, которая может возникнуть из-за конкуренции препаратов за связывания с белком и увеличения свободной фракции [6], [7], классовых побочных эффектов противосудорожных средств [8], антидепрессантов [9] были выявлены сочетания, вызывающие угнетение центральной нервной системы (ЦНС), вызывающие недостаток витамина B₁₂ (применение метформина), витамина D, что может даже ухудшить состояние при болевом синдроме [10] и диабетической полинейропатии [11] (рис 1).

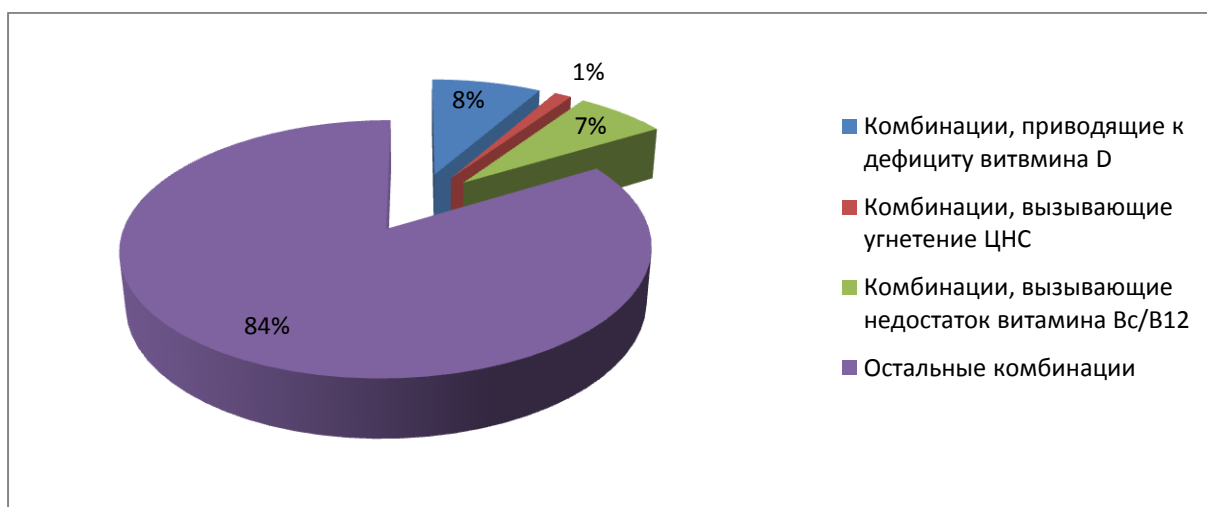


Рис. 1 – Потенциальные нежелательные влияния препаратов, применяемых для лечения сахарного диабета и полинейропатии

Рациональные и более эффективные комбинации, используемые при лечении диабетической полинейропатии, образуют такие препараты, содержащие витамины группы B (бенфотиамин, цианокобаламин, пиридоксин и др.). Общее число таких комбинаций составило 89% от всех назначений, потенциально вызывающих дефицит витаминов группы B.

Не рациональными комбинациями можно считать такие, в которых отсутствуют препараты, содержащие витамин B₁₂, при назначении метформинсодержащих препаратов. Метформин в больших дозах снижает количество витамина B₁₂ в сыворотке, что отражается на миелинизации периферических нервов, угнетение гемопоэза [6].

Из-за сопутствующих заболеваний пациентам необходимо принимать препараты различных фармакологических групп. Некоторые из них способны вызывать гипергликемию, а также гипогликемию. Так например, применение нестероидных противовоспалительных средств, антидепрессанта - амитриптилина, противосудорожного средства - аллопуринола, антикоагулянта - варфарина, гипотензивного - моксинидина может спровоцировать понижение глюкозы в крови, а бета-адреноблокаторов, тиазидных диуретиков, левотироксина, наоборот, повышение. Гипергликемия так же как и гипогликемия, индуцированная принимаемыми препаратами при сахарном диабете 2 типа и сопутствующих заболеваниях, отрицательно сказывается на течении диабетической полинейропатии, в том числе с болевым синдромом. Нормализация уровня глюкозы в крови является основной целью в предотвращении диабетического поражения нервных волокон. Исследование DCCT доказало, что значительное снижение частоты развития диабетической полинейропатии, частоты нарушений проводимости по нервным волокнам и развития автономной дисфункции при применяемой инсулинотерапии и компенсации углеводного обмена даже через 5 лет наблюдения. Аналогичные данные получены и при дальнейшем наблюдении пациентов, что свидетельствует о формировании «метаболической памяти». Это приводит к необходимости немедленного достижения и поддержания целевого уровня глюкозы плазмы крови. Отклонение от определенного уровня глюкозы запускает цепь биохимических реакций, ведет к формированию и прогрессированию диабетической полинейропатии. Одновременно важна не только выраженность гипер- или гипогликемии, но и ее продолжительность. Необходимо поддержание эугликемии в течение длительного времени у больных с выраженными болевыми синдромами, что будет препятствовать прогрессированию повреждения периферических нервов. Однако полностью исключить развитие диабетической полинейропатии не представляется возможным ввиду многофакторности самого заболевания и возрастных изменений, происходящих в организме пациента с сахарным диабетом 2 типа [12].

Исследования показывают, что воздействие гипогликемии вызывает состояние повышенной болевой чувствительности, что приводит к стрессовой гипералгезии. Это ухудшает прогноз и состояние пациента с диабетической полинейропатией. Гипогликемия приводит к гипералгезии и повышенной восприимчивости к боли [13], [14].

Заключение

Для предупреждения возможных нежелательных явлений, необходимо контролировать дозы сахароснижающих препаратов, использовать препараты и их сочетания, позволяющие достичь максимальной эффективности при минимальных межлекарственных взаимодействиях [15], назначать витамин D, витамин B₁₂ при отсутствии противопоказаний, а также учитывать рацион пациента, по возможности корректировать диету с учетом назначенной фармакотерапии.

Действие антиконвульсантов, применяемых при диабетической полинейропатии, изменяется или вовсе ослабевает, если их сочетать с орехами, цитрусовыми, зеленью, бобовыми [16]. Тем более, известно, что витамины группы B [17] и D [18] обладают нейропротекторным, антиоцицептивным эффектами. При приеме антиконвульсантов нарушается способность организма усваивать фолиевую кислоту (B₉), витамин D, поэтому при применении препаратов данной группы важно ввести в диету продукты, богатые этими витаминами, например жирную морскую или океаническую рыбу, яйца, молочные продукты (стол №12 леченый по Певзнеру). Однако особенность обмена при сахарном диабете требует особого режима питания. Больным назначается Диета №9 по Певзнеру или его разновидности. Данная лечебная диета своей целью имеет нормализацию углеводного обмена, предупреждает нарушения липидного обмена и способствует снижению веса для уменьшения инсулинорезистентности. Диетический Стол №9 отличается сниженной калорийностью за счет значительного снижения углеводов и жиров. Однако бесконтрольное питание с целью похудения у больных сахарным диабетом 2 типа и полинейропатией может привести к плачевным последствиям. Так, длительное придерживание строгого вегетарианства или веганства с годами приводит к резкому дефициту микроэлементов (Fe, Ca, Zn), жирорастворимых витаминов A и D, водорастворимых витаминов B₂ и B₁₂, незаменимых аминокислот, поскольку они имеются в недостаточном количестве в растительной пище или отсутствуют. Также стоит уделить внимание недостатку магния в организме пациента с сахарным диабетом 2 типа и диабетической полинейропатией. Так, магний играет существенную роль в метаболических процессах нервной ткани, обладает нейропротекторным, нейроседативными свойствами. Дефицит магния прогрессирует с возрастом, достигая критических значений у людей старше 70 лет. Это следует учитывать при фармакотерапии пожилых пациентов с сахарным диабетом 2 типа и диабетической полинейропатией [19]. Дополнительные дотации магния в комплексе с уже перечисленными препаратами будут крайне эффективны для данной категории пациентов. Однако таких назначений в изученном материале нами не прослеживалось.

Следует обращать особое внимание на влияние сопутствующей терапии на течение и проявления диабетической полинейропатии, особенно с болевым синдромом, например, исследования показало, что использование антиатеросклеротических препаратов – фибратов или статинов – улучшает состояние пациентов с диабетической полинейропатией и повышает качество жизни. Особенно выражено это свойство при комбинированной применении аналогов глюкагоноподобного пептида -1 (эксенатида), бигуанидов (метформина), фибрата и статина в течение трех месяцев у больных с сахарным диабетом 2 типа [20].

Нейропатические боли, острого или хронического характера, значительно снижают качество жизни пациента, снижают его стремление к контролю своего состояния, развивается депрессия. Все это в совокупности отрицательно сказывается на прогнозе и течении основного заболевания и сопутствующих патологий, снижает приверженность и эффективность проводимой фармакотерапии.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Atlas IDF, 7th ed., 2015 [Электронный ресурс] – URL: http://www.dmhthai.org/sites/default/files/idf_atlas_2015_uk_0.pdf (дата обращения: 01.10.2018)
2. Atlas IDF, 8th ed., 2017 – [Электронный ресурс] – URL: <http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html> (дата обращения: 01.10.2018)
3. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом : клинические рекомендации / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. – 8-й выпуск. – М.: УП ПРИНТ; 2017.
4. Машковский М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. - 16-е изд., перер., испр. И доп. – М.: ООО «Изд-во «Новая волна». – 2017. – 1216 с.
5. Регистр лекарственных средств России. РЛС-2018. Энциклопедия лекарств / под ред. Г.Л. Вышковского. - М.: РЛС-Медиа. – 2017. – 1384 с.
6. Ураков А.Л. Комбинации метформина и вилдаглиптина: новый взгляд на регуляторы активности эндотелиальной функции и метаболизма при сахарном диабете 2-го типа/ А.Л. Ураков, К.Г. Гуревич, Ю.А. Сорокина и др. // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2018. – Т. 16. – № 2. – С. 5–12. Doi: 10.17816/RCF1625-12
7. Сорокина Ю. А. Гипогликемия и гипергликемия: потенциальные риски полипрагмазии при сахарном диабете 2-го типа в госпитальных условиях/ Ю. А. Сорокина, О. В. Занозина, Л. В. Ловцова и др.// Медицинский совет. - 2018. - № 4.- С. 112-115.
8. Белоусов Д. Ю. Побочные эффекты противоэpileптических препаратов второго поколения / Д. Ю. Белоусов // Качественная клиническая практика. – 2008. - №2. – С. 79-81.

9. Wang S.M. Addressing the Side Effects of Contemporary Antidepressant Drugs: A Comprehensive Review / S.M. Wang, C. Han, W.M. Bahk et al. // *Chonnam Med J.* – 2018. – Vol.54(2). – P. 101-112.
10. Поворознюк В. В. Вертебральный болевой синдром, качество жизни у больных с системным остеопорозом на фоне дефицита витамина D [Электронный ресурс] / В. В. Поворознюк, Н. И. Балацкая, Т. В. Орлык // *Журнал ГРГМУ.* – 2012. – №4 (40). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vertebralnyy-bolevoy-sindrom-kachestvo-zhizni-u-bolnyh-s-sistemnym-osteoporozom-na-fone-defitsita-vitamina-d> (дата обращения: 28.01.2019).
11. Степанова А. П. Роль дефицита витамина D в развитии сахарного диабета 2 типа и диабетической нейропатии / А. П. Степанова, Т. Л. Каронова, А. А. Быстрова и др. // *Сахарный диабет.* — 2018. — Т. 21. — №4. — С. 301-306. Doi: 10.14341/DM9583
12. Бреговский В. Б. Диабетическая дистальная полинейропатия. Обзор современных рекомендаций / В. Б. Бреговский, В. Н. Храмылин, И. Ю. Демидова и др. // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* – 2015. – Том 9. – № 1. – С. 60 – 68.
13. Gibbons C. H. Experimental hypoglycemia is a human model of stress-induced hyperalgesia. / C. H. Gibbons, G. K. Adler, I. Bonyhay et al. // *Pain.* - 2012. - 153(11). – P. 2204-2209. doi: 10.1016/j.pain.2012.06.030.
14. Gemignani F. Acute painful diabetic neuropathy induced by strict glycemic control («insulin neuritis»): the old enigma is still unsolved. / F. Gemignani // *Biomed Pharmacother.* – 2009, – 63(4). – P. 249-250.
15. Сорокина Ю. А. Синергизм при комбинированном использовании пероральных сахароснижающих препаратов / Ю. А. Сорокина, Л. Ловцова, А. В. Богдарина и др. // *Современные технологии в медицине.* - 2014. - №3(6). - С. 85-90.
16. Сорокина Ю. А. Влияние диетотерапии по Певзнеру на эффективность и безопасность фармакотерапии / Ю. А. Сорокина, А. Н. Мотина, Л. В. Ловцова // *Международный научно-исследовательский журнал.* — 2018. — № 4 (70). — С. 80—85. Doi: 10.23670/IRJ.2018.70.009
17. Строков И. А. Эффективность витаминов группы В при лечении болевых синдромов / Строков, Л.Т. Ахмеджанова, О. А. Солоха // *Русский медицинский журнал. Неврология.* - 2010. - Т.18, № 10. - С.1-4 .
18. Wu Z. Effect of Vitamin D Supplementation on Pain: A Systematic Review and Meta-analysis / Z. Wu, Z. Malihi, A.W. Stewart, C.M. Lawes et al. // *Pain Physician.* – 2016/. – Vol. 19(7). – P.415-427.
19. *Диетология* / Под ред. А. Ю. Барановского. . 4-е изд. — СПб.: Питер, 2012. — 1024 с.: ил.
20. Петровская Е.Ю. Плейотропные эффекты терапии, основанной на сочетании инкретиномиметиков, фибратов и статинов, у больных сахарным диабетом 2-го типа и полинейропатией / Е.Ю. Петровская, С.В. Воробьев // *Фундаментальные исследования.* – 2011. – № 9-3. – С. 469-472.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Atlas IDF, 7th ed., 2015 – [Electronic resource] — URL: www.dmhthai.org/sites/default/files/idf_atlas_2015_uk_0.pdf (accessed: 01.10.2018)
2. Atlas IDF, 8th ed., 2017 – [Electronic resource] — URL: <http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html> (accessed: 01.10.2018)
3. Algoritmy specializirovannoj medicinskoj pomoshchi bol'nyh sakharnym diabetom [Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus] / edited by I.I. Dedova, M.V. Shestakovoj, A.YU. Majorova. – 8th issue. – M.: UP PRINT; 2017. – 112 p. [in Russian]
4. Mashkovskij, M.D. *Lekarstvennye sredstva* [Drugs] / M.D. Mashkovskij. – 4th edition., perer., ispr. i dop. – M.: OOO «Izd-vo «Novaya volna». – 2017. – 1216 p. [in Russian]
5. Registr lekarstvennyh sredstv Rossii. RLS-2016. *Enciklopediya lekarstv* [Register of medicines in Russia. RLS-2016. Encyclopedia of medicines] / edited by G.L. Vyshkovskogo. - M.: RLS-Media. – 2017. – 1384 p. [in Russian]
6. Urakov A.L. Kombinatsii metformina i vildagliptina: novyj vzglyad na regulatory aktivnosti ehndotelial'noj funktsii i metabolizma pri sakharnom diabete 2-go tipa [Combinations of metformin and vildagliptin: a new look at the regulators of endothelial function and metabolism activity in type 2 diabetes mellitus] / A.L. Urakov, K.G. Gurevich, YU.A. Sorokina and others // *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii* [Reviews on clinical pharmacology and drug therapy]. – 2018. – Т. 16. – № 2. – P. 5–12. Doi: 10.17816/RCF1625-12[in Russian]
7. Sorokina YU.A. Gipoglikemiya i giperglikemiya: potentsial'nye riski polipragmazii pri sakharnom diabete 2-go tipa v gosital'nykh usloviyakh [Hypoglycemia and hyperglycemia: potential risks of polypragmasy in type 2 diabetes mellitus in hospital conditions] / YU.A. Sorokina, O.V. Zanozina, L.V. Lovtsova and others // *Meditsinskij sovet.* [Medical Council] - 2018. - № 4. - P. 112-115. [in Russian]
8. Belousov D.Yu. Pobochnye ehffekty protivoepilepticheskikh preparatov vtorogo pokoleniya [Side effects of second generation antiepileptic drugs] / D.Yu. Belousov // *Kachestvennaya klinicheskaya praktika.* [High-quality clinical practice] 2008. – Vol.2. – P. 79-81. [in Russian]
9. Wang S.M. Addressing the Side Effects of Contemporary Antidepressant Drugs: A Comprehensive Review / S.M. Wang, C. Han, W.M. Bahk et al. // *Chonnam Med J.* – 2018. – Vol.54(2). – P. 101-112.
10. Povoroznyuk V. V. Vertebral'nyj bolevoy sindrom, kachestvo zhizni u bol'nykh s sistemnym osteoporozom na fone defitsita vitamina D [Vertebral pain syndrome, quality of life in patients with systemic osteoporosis on the background of vitamin D deficiency] [Electronic resource] / V. V. Povoroznyuk, N.I. Balatskaya, T. V. Orlyk // *ZHurnal GRGMU* [Journal of GRSMU] . - 2012. - №4 (40). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vertebralnyy-bolevoy-sindrom-kachestvo-zhizni-u-bolnyh-s-sistemnym-osteoporozom-na-fone-defitsita-vitamina-d> (accessed : 28.01.2019). [in Russian]
11. Stepanova A.P. Rol' defitsita vitamina D v razvitii sakharnogo diabeta 2 tipa i diabeticeskoy nejropatii [Role of vitamin D deficiency in type 2 diabetes mellitus and Diabetic neuropathy development] / A.P. Stepanova, T.L. Karonova, A.A. Bystrova and others // *Sakharnyj diabet.* [Diabetes Mellitus]. – 2018. –Vol. 21(4). – P. 301-306. Doi: 10.14341/DM9583[in Russian]

12. Bregovskij V. B. Diabeticheskaya distal'naya polinejropatiya. Obzor sovremennykh rekomendatsij [Diabetic distal polyneuropathy. Review of current recommendations] / V. B. Bregovskij, V. N. KHramilin, I.YU. Demidova and others // Annaly klinicheskoy i ehksperimental'noj nevrologii [Annals of Clinical and Experimental Neurology]. – 2015. – Tom 9. – № 1. – S. 60 – 68. [in Russian]
13. Gibbons C. H. Experimental hypoglycemia is a human model of stress-induced hyperalgesia./ C. H. Gibbons, G. K. Adler, I. Bonyhay et al. // Pain. – 2012. – 153(11). – P. 2204-2209. doi: 10.1016/j.pain.2012.06.030.
14. Gemignani F. Acute painful diabetic neuropathy induced by strict glycemic control («insulin neuritis»): the old enigma is still unsolved. / F. Gemignani // Biomed Pharmacother. – 2009, – 63(4). – P. 249-250.
15. Sorokina YU. A. Sinergizm pri kombinirovannom ispol'zovanii peroral'nykh sakharosnizhayushchikh preparatov [Synergism with combined use of oral hypoglycemic agents] / Sorokina YU. A., Lovtsova L. V., Bogdarina A.V. and others// Sovremennye tekhnologii v meditsine. [Modern technologies in medicine] - 2014. - №3(6). - S. 85-90. [in Russian]
16. Sorokina YU. A. Vliyanie dietoterapii po Pevzneru na ehffektivnost' i bezopasnost' farmakoterapii [The effect of diet therapy by Pevzner on the efficacy and safety of pharmacotherapy] / YU. A. Sorokina, A. N. Motina, L. V. Lovtsova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. [International Research Journal] — 2018. — № 4 (70). — P. 80—85. Doi: 10.23670/IRJ.2018.70.009 [in Russian]
17. Stokov I. A. EHffektivnost' vitaminov gruppy B pri lechenii bolevykh sindromov [Efficacy of B vitamins in the treatment of pain syndromes] / I. A. Stokov, L. T Akhmedzhanova, O. A Solokha // Russkij meditsinskij zhurnal. Nevrologiya [Russian medical journal. Neurology]. - 2010.- Vol.18, № 10. - P.1-4. [in Russian]
18. Wu Z. Effect of Vitamin D Supplementation on Pain: A Systematic Review and Meta-analysis / Z. Wu, Z. Malihi, A.W. Stewart, C.M. Lawes et al. // Pain Physician. – 2016/. – Vol. 19(7). – P.415-427.
19. Dietologiya [Dietology] / edited by. A. Yu. Baranovskogo. — 4th edition. - SPb.: Piter, 2012. — 1024 p.: il. [in Russian]
20. Petrovskaya E. YU. Plejotropnye ehffekty terapii, osnovannoy na sochetanii inkretinomimetikov, fibratov i statinov, u bol'nykh sakharnym diabetom 2-go tipa i polinejropatiej [Pleiotropic effects of therapy based on a combination of incretin-mimetic, fibrates and statins in patients with type 2 diabetes mellitus and polyneuropathy] / E. YU. Petrovskaya, S. V. Vorob'ev // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. – 2011. – № 9-3. – P. 469-472. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.017>**РОЛЬ СОЦИАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОДВИЖЕНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ**

Научная статья

Софроние А.^{1,*}, Софроние В.²¹ ORCID: 0000-0002-3389-4296;² ORCID: 0000-0003-0614-3611;¹ Центр Общественного Здравоохранения мун. Кишинэу, Кишинев, Республика Молдова;² Государственный университет медицины и фармации им. Николая Тестемицану, Республика Молдова

* Корреспондирующий автор (vasile.sofronie[at]usmf.md)

Аннотация

Статья показывает интерес населения к укреплению здоровья в социальных сетях. Был проведен сравнительный анализ постов на румынском и английском языках 10 общин, которые имеют тематику пропаганда здорового образа жизни в социальной сети *Facebook*. Изучены следующие области: здоровое питание, вредные привычки, физические упражнения, окружающая среда, инфекционные заболевания, соматические расстройства, красота. Тема укрепления здоровья в социальной сети *Facebook* интересна пользователям и является эффективной платформой для вмешательства специалистов из области общественного здравоохранения.

Ключевые слова: социальные сети, Интернет, пропаганда здорового образа жизни, здоровье, здоровый образ жизни.

ROLE OF SOCIAL NETWORKS IN PROMOTING HEALTHY LIFESTYLE

Research article

Sophronia A.^{1,*}, Sophronia B.²¹ ORCID: 0000-0002-3389-4296;² ORCID: 0000-0003-0614-3611;¹ Center of Public Health of Chisinau municipality;² Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Republic of Moldova

* Corresponding author (vasile.sofronie[at]usmf.md)

Abstract

The article shows the public interest in health promotion in social networks. The authors conducted a comparative analysis of the posts dedicated to the promotion of a healthy lifestyle in Romanian and English from 10 communities on Facebook. The following areas were studied: healthy eating, bad habits, exercise, environment, infectious diseases, somatic disorders, beauty. The topic of health promotion on Facebook is interesting for users and is an effective platform for the intervention of public health specialists.

Keywords: social networks, Internet, promotion of a healthy lifestyle, health, healthy lifestyle.

Введение

В современном обществе социальные сети - это мощная онлайн-коммуникационная платформа, объединяющая миллионы людей. Цифровые инновации открывают новое понимание того, как люди могут использовать технологии для расширения знаний, стимулируя свободу и развитие [1]. В последнее время социальная сеть - это интернет-сеть (информационная), основанная на определенных веб-сайтах, где пользователи могут регистрироваться и взаимодействовать друг с другом. Таким образом, члены социальной сети связаны неформально, без обязательств, которые обычно способствуют активному сбору и распространению информации по всему миру через веб-страницу. В конце концов, название такой (информационной) пользовательской сети может быть эквивалентно «онлайновой пользовательской сети» [2]. Наиболее популярными социальными сетями являются: Facebook, Twitter, Одноклассники, V Kontakte (Россия), Renren (Китай), MySpace, Orkut (Бразилия и Индия), Hi5 (Перу, Колумбия, Эквадор, Португалия, Монголия). Самыми популярными социальными сетями в Республике Молдова являются Facebook и Одноклассники [3]. В настоящее время сайт Facebook составляет около 1,44 млрд. членов по всему миру [4]. В Молдове данная сеть достигает 500000 пользователей. Хотя количество пользователей Facebook в Республике Молдова увеличилось на 28% в 2017 году по сравнению с 2014 годом, «Одноклассники» остаются в топе с более чем 1 миллионом зарегистрированных пользователей [5].

Новый тип социальных сетей создает новые возможности для медицинского сообщества активно пропагандировать здоровый образ жизни и укрепления здоровья - индивидуальные мотивационные занятия с использованием принципов и методов коучинга (*coaching*), а также профессиональное консультирование по изменению поведения и образа жизни для улучшения общего состояния здоровья тела и достижения более высокого уровня здоровья и качества жизни, что способствует поддержанию и восстановлению здоровья и профилактике заболеваний среди населения [6], [7]. Общественное здравоохранение осуществляется в рамках совместной деятельности центральных органов государственной власти, органов местного публичного управления, общин и гражданского общества, посредством разработки и реализации политики в области охраны здоровья и укрепления здоровья и профилактики заболеваний [8]. Обязанность медицинского и фармацевтического работника заключается в защите физического и психического здоровья человека, пропаганде здорового образа жизни, профилактике заболеваний [9].

Продвижение здорового образа жизни в социальных сетях - это коммуникационное вмешательство специалистов в области общественного здравоохранения, направленное на изменение поведения пользователей социальных сетей, укрепление или поддержание здоровья и профилактику заболеваний. Компонентами здорового образа жизни являются физическая активность, преодоление факторов риска различных заболеваний, здоровое питание, достижение и поддержание оптимального веса, преодоление стрессовых моментов, проведение регулярных медицинских осмотров и т. д. Здоровый образ жизни является основой профилактики заболеваний [10], [11], [12]. Оздоровительные тренировки, профилактика заболеваний и укрепление здоровья в социальных сетях помогают снизить нагрузку на медицинские учреждения. Сердечно-сосудистые заболевания, опухоли, заболевания органов пищеварения и дыхания, травмы и отравления являются одними из наиболее важных причин смертности в Республике Молдова в последние годы [13]. Многие из этого может быть предотвращено, если медицинское сообщество будет более активно участвовать в их профилактике и мотивировать население брать на себя личную ответственность за свое здоровье и здоровье своих близких.

Цель исследования

Оценка мер по укреплению здоровья и здорового образа жизни проводившийся в социальных сетях.

Материалы и методы

Исследование включает в себя сравнительный анализ румынских и английских публикаций, которые имеют своей темой пропаганду здорового образа жизни в социальных сетях Facebook. Мы проанализировали сообщения на английском и румынском языках в 10 социальных сетях Facebook, которые пропагандируют здоровый образ жизни в период с ноября по декабрь 2017 года. Было изучено сообщения в следующих разделах: здоровое питание, вредные привычки, физические упражнения, окружающая среда, инфекционные заболевания, соматические расстройства, красота. Для обработки данных и материалов, полученных в ходе исследования, использовались описательные и аналитические эпидемиологические методы.

Результаты и обсуждение

Для проведения исследования были проанализированы 10 сообществ на английском и румынском языках, в общей сложности 17 094 005 и 609 192 пользователя соответственно: английский - *Health Digest* - 8 769 627 (51,3%) пользователей, *Health* - 4.676.880 (27,4%), *Daily Health Tips* - 2.437.488 (14,3%), *Everyday Health* - 1.138.667 (6,7%) și *Health Central* - 71.343 (0,4%); румынский - *Ghid Sănătate Bună ziua Iași* - 494.916 (81,2%) utilizatori, *Sănătate și Diete* - 75.059 (12,3%), *Sanatatea - publicatie de sanatate și divertisment* - 33.663 (5,5%), *Nutritie, sanatate și frumuseti* - 4.541 (0,7%) și *Centrul de Sanatate Publica* - 1.013 (0,2%). Можно заметить, что групп на английском языке, которые имеют своей темой укрепление здоровья, больше, чем на румынском языке. Среднее количество участников в крупнейших англоязычных сообществах составляет 3 418 801 человек. Сообщество *Health Digest* имеет рекордное количество участников более 8 миллионов. пользователей, в 2,6 раза больше среднего, а *Health* - более 4 млн. пользователей, в 1,4 раза больше среднего. Среднее число участников в румыноязычных общинах составляет 121 838 человек, только наибольшее количество пользователей пользуется *Ghid Sănătate Bună ziua Iași* - 494 916, что в 4,1 раза больше среднего. Всего в английских сообществах было опубликовано 1853 статьи и 301 изображение содержащее материалы для укрепления здоровья, на румынском языке 1550 статей и 125 изображений соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Общее количество сообщений, опубликованных сообществами на английском и румынском языках в социальной сети Facebook

	Здоровое питание		Вредные навыки		Упражнения		окружающая среда		Инфекционные заболевания		Соматические расстройства		красота		ИТОГО	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
английский	1014	171	37	6	94	49	32	16	29	5	242	28	405	26	1853	301
румынский	991	60	41	3	31	23	22	3	36	2	193	21	236	13	1550	125

Примечание: A - статьи, I – изображения

На обоих языках, из общего количества опубликованных статей, наибольшее количество статей занесено в раздел «Здоровая питание» - 1014 на английском (55%) и 991 на румынском (64%). В этой категории описывается информация о витаминах, рецептах, незаменимых жирных кислотах, фруктах, овощах и т. д. На втором месте - раздел «Красота», в которой 405 статей на английском языке (22%) и 236 статей на румынском языке (15%). Это включает информацию об уходе за кожей, ногтями, масками и т. д. (Рисунок 1).

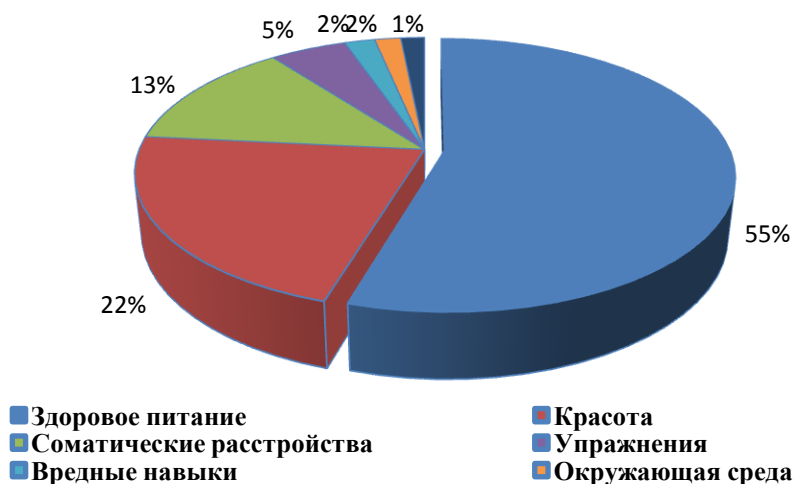


Рис. 1 – Тематическая доля статей на английском языке, опубликованных в сообществах

Меньшее количество статей на румынском языке подтверждается в следующих категориях: «Соматические расстройства» - 13%, «Вредные навыки» - 3%, «Инфекционные заболевания» - 2%, «Упражнения» - 2%, окружающая среда - 1% (рисунок 2). В течение отчетного периода внимание в разделе «Соматические расстройства», уделялось внимание профилактики рака, стрессов, артритов и т. д. В разделе «Инфекционные заболевания» размещена информация о вирусе Зика, гриппе, респираторных инфекциях, включая клинические признаки, передачу инфекции и их диагностику.

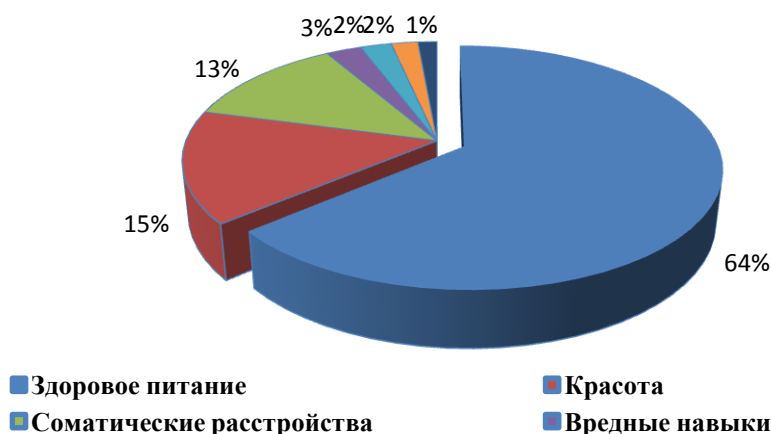


Рис. 2 – Тематическая доля статей на румынском языке, опубликованных в сообществах

Согласно опубликованным изображениям, в обоих случаях наблюдается один и тот же порядок: «Здоровое питание», «Физические упражнения», «Соматические заболевания», «Красота», «Окружающая среда», «Вредные навыки», «Инфекционные заболевания». 16,3%, 9,3%, 8,6%, 5,3%, 2,0%, 1,7% на английском языке и 48,0% соответственно, 18,4%, 16,8%, 10%, 4%, 2,4%, 2,4%, 1,6% на румынском языке.

По качественному контенту и использованию интерактивных инструментов, технологий и практик для пропаганды здорового образа жизни в социальных сетях, международные сообщества гораздо более развиты. Например, группа *Health Digest* не только предоставляет информацию о полезном качестве пищи, количестве калорий, здоровых рецептах, но также предоставляет передовые интерактивные технологии индивидуального планирования диеты для каждой недели, что дает понижающий результат по весу после нескольких заранее определенных критериев. Кроме того, в англоязычных сообществах медицинские работники активно используют политиков, высокопоставленных лиц, известных общественности артистов, для более эффективного улучшения мер по укреплению здоровья. В англоязычных сообществах часто применяется идея что если члены семьи проводят время вместе, занимаясь спортом (ходьба, бег и т. д.), приготавливая здоровую пищу, при этом они улучшают здоровье, укрепляют семью, взаимопонимание и любовь между супруги, воспитание детей в счастливой обстановке.

На сегодняшний день молдавские специалисты не проводили научных исследований по общению в румынских социальных сетях связанные с пропаганды здорового образа жизни. Публикация онлайн-материалов по пропаганде здорового образа жизни может оказать положительное влияние на самообразование пациентов, нормализацию общего состояния здоровья, изменение привычек питания, ускорение физической активности и т. д. [14].

Выводы

1. Тематика укрепления здоровья в социальной сети *Facebook* заинтересовывает пользователей и является эффективной платформой для вмешательства при этом специалистов общественного здравоохранения.

2. Темы статей об укреплении здоровья в английской и румынской общинах схожи.

3. Очень мало внимания уделяется важным разделам, таким как «Инфекционные заболевания», «Вредные навыки» и «Окружающая среда» - 1,6%, 2,0% и 1,7% на английском языке, соответственно 2,3%, 2,6% и 1,4% на румынском языке.

4. Согласно опубликованным изображениям, разделы "Здоровое питание" и "Физические упражнения" являются самыми большими - 56,8% и 16,3% на английском языке; 48,0% и 18,4% на румынском языке, последние остаются разделы «Окружающая среда», «Вредные навыки», «Инфекционные заболевания» с 5,3%, 2,0%, 1,7% и соответственно 2,4%, 2,4%, 1,6%.

5. Специалисты общественного здравоохранения должны быть более активными в продвижении здорового образа жизни в социальных сетях, принимая во внимание целевую аудиторию и адаптируя методы работы на лучшие практики коллег из-за рубежа.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Софроние А. Интернет - путь к общению в сфере здравоохранения и укрепления здоровья. Материалы научно-практической конференции, посвященной 15-летию интеграции Государственной санитарно-эпидемиологической службы муниципия Кишинэу / А. Софроние, В. Софроние. Кишинев, 2007.

2. Википедия, социальные сети. URL: ro.wikipedia.org (дата обращения: 24.01.2019).

3. Рейтинг сайта в зависимости от количества пользователей. URL: alexa.com (дата обращения: 24.01.2019).

4. Научно-исследовательский институт мозга. URL: statisticsbrain.com (дата обращения: 24.01.2019).

5. Грамматическое агентство, учеба. URL: gramatic.md (дата обращения: 24.01.2019).

6. Доду М. Управление человеческими ресурсами. Аспирантура по государственному управлению / М. Доду, Х. Рабока, С. Трипон. Р. 69-74.

7. Международная ассоциация когнитивно-поведенческого коучинга (iacbc.wordpress.com).

8. Закон №. 10 от 03.02.2009 г. О государственном надзоре за здоровьем населения, опубликовано 03.04.2009 г. в Официальной газете 67, Сеп II.

9. Этический (деонтологический) кодекс медицинского и фармацевтического работника, Министерства здравоохранения Республики Молдова, гл. 2, с.7.

10. Присакару В. Общая эпидемиология. Основы доказательной медицины / В. Присакару. Кишинев 2012, стр. 320-331.

11. Friptuleac Gr. Укрепление здоровья. (Курс). Кишинев, 2006.

12. Ецко К. Укрепление здоровья и санитарное просвещение / К. Ецко, В. Калмык, И. Бахнарел. Кишинев 2013, стр. 8-14.

13. Национальный центр управления здравоохранением. Статистический ежегодник системы здравоохранения Молдовы, Кишинев, 2015.

14. Буллер Д. Б. Интернет-вмешательства для изменения поведения в отношении здоровья. Приложения электронного здравоохранения: многообещающие стратегии для изменения поведения / Д. В. Буллер, Х. Л. Флойд. Нью Йорк, Routledge, С. 59-79.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Sofroniye A. Internet - put' k obshcheniyu v sfere zdravookhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 15-letiyu integratsii Gosudarstvennoy sanitarno-epidemiologicheskoy sluzhby munitsipiya Kishineu. [The Internet is the way to communicate in the field of health care and health promotion. Materials of the scientific-practical conference dedicated to the 15th anniversary of the integration of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Chisinau municipality] / A. Sofroniye, V. Sofroniye. Kishinev, 2007.

2. Wikipedia, social networks. URL: ro.wikipedia.org (accessed: 24.01.2019). [in Romanian]

3. Site rating depending on the number of users. URL: alexa.com (accessed: 24.01.2019). [in Russian]

4. Brain Research Institute. URL: statisticbrain.com (accessed: 24.01.2019). [in Russian]

5. Grammar agency, study. URL: gramatic.md (accessed: 24.01.2019). [in Romanian]

6. Dodou M., Raboka H., Tripon S. Upravleniye chelovecheskimi resursami. Aspirantura po gosudarstvennomu upravleniyu. [Human Resource Management]. Postgraduate Studies in Public Administration. P. 69-74.

7. International Association for Cognitive Behavioral Coaching (iacbc.wordpress.com).

8. Law no. 10 dated 03.02.2009. About the state supervision of public health, published on 03.04.2009 in the Official Gazette 67, Сеп II.

9. Ethical (Deontological) Code of Medical and Pharmaceutical Worker, Ministry of Health of the Republic of Moldova, Ch. 2, p.7.

10. Prisakaru V. Obshchaya epidemiologiya. Osnovy dokazatel'noy meditsiny. [General epidemiology. Basics of evidence-based medicine] / V. Prisakaru. Chisinau 2012, P. 320-331.

11. Friptuleac Gr. Ukrepleniye zdorov'ya. [Health promotion] / Gr. Friptuleac. (Course). Chisinau, 2006.

12. Etsko K. Ukrepleniye zdorov'ya i sanitarnoye prosveshcheniye. [Health Promotion and Health Education] / K. Etsko, V. Kalmyk, I. Bahnael. Chisinau 2013, P. 8-14.

13. Natsional'nyy tsentr upravleniya zdravookhraneniym. Statisticheskii yezhegodnik sistemy zdravookhraneniya Moldovy. [National Center for Health Management. Statistical Yearbook of the Health System of Moldova], Chisinau, 2015.

14. Buller D. B. Internet-vmeshatel'stva dlya izmeneniya povedeniya v otnoshenii zdorov'ya. Prilozheniya elektronnoy zdravookhraneniya: mnogoobeshchayushchiye strategii dlya izmeneniya povedeniya. [Internet-Based Interventions For Health Behavior Change. E-Health Applications: Promising Strategies for Behavior Change] / D. B. Buller, H. L. Floyd. New York. NY: Routledge, P.59-79.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.018>**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В КП «РЫБКОВСКОЕ» СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Научная статья

Прищеп Е.А.^{1,*}, Кольцов Д.Н.², Леутина Д.В.³, Герасимова А.С.⁴¹ ORCID: 0000-0003-4913-9786;² ORCID: 0000-0002-4508-459X;³ ORCID: 0000-0001-8754-6521;⁴ ORCID: 0000-0002-5643-1972;^{1, 2, 3, 4} Смоленский институт сельского хозяйства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения, Федеральный Научный Центр Лубяных Культур, Смоленск, Россия

* Корреспондирующий автор (alena.prishchep[at]yandex.ru)

Аннотация

В настоящее время формирование стад высокопродуктивного молочного скота в России происходит в основном за счет использования ценных быков-производителей и маточного поголовья. Процесс совершенствования племенных и продуктивных качеств молочного скота основывается на отборе лучших животных и получении от них возможно большего количества потомства. Наиболее достоверным способом определения племенной ценности животных в наше время является оценка их по качеству потомства.

Проанализировали использование производителей в КП «Рыбковское» Смоленской области при разных методах оценки племенной ценности. В ходе исследований в хозяйстве получены следующие результаты: улучшателями по удою и содержанию жира в молоке быки с категорией (A1B3) Рикобар 66217, Норд 6803, (A1B1) Акрил 6804, а у потомков Хита 6743 (A2B3) получен отрицательный результат по жиру. Положительные результаты по удою показали быки – улучшатели (A1): Азарт 6800, Дофин 6792, Налив 6791, Флёр 6781, Карибик 85429 и Финик 6797. От быков-производителей без оценки используемых в хозяйстве получен как положительный, так и отрицательный результат. По удою, массовой доле жира, дочери быков превышают (100 %) показатели стандарты породы (2010 года), однако только 20 % соответствуют требованиям по массовой доле белка. В племенном заводе по разведению типа вазузский сычевской породы нужно проводить подбор и отбор предков в соответствии с учётом полученных результатов. Для дальнейшего повышения продуктивности стада целесообразно вести отбор за первую лактацию.

Ключевые слова: производители, категория, дочери, матери, продуктивность.**RESULTS OF APPLICATION OF BREEDING BULLS IN KP "RYBKOVSKOE" IN SMOLENSK REGION**

Research article

Prishchep E.A.^{1,*}, Koltsov D.N.², Leutina D.V.³, Gerasimova A.S.⁴¹ ORCID: 0000-0003-4913-9786;² ORCID: 0000-0002-4508-459X;³ ORCID: 0000-0001-8754-6521;⁴ ORCID: 0000-0002-5643-1972;^{1, 2, 3, 4} Smolensk Institute of Agriculture – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Center for Bast Crops, Smolensk, Russia

*Corresponding author (alena.prishchep[at]yandex.ru)

Abstract

Nowadays, the formation of herds of highly productive dairy cattle in Russia takes place mainly due to the use of valuable production bulls and breeding stock. The process of improving the breeding and productive qualities of dairy cattle is based on the selection of the best animals and getting as many offspring from them as possible. The most reliable way to determine the breeding value of animals in our time is to evaluate them by the quality of their offspring.

The use of producers in the KP "Rybkovskoe" in the Smolensk region with different methods of estimating breeding value was analyzed. During the research in the farm, the following results were obtained: bulls with the category (A1B3) Rikobar 66217, Nord 6803, (A1B1) Acryl 6804 improved milk yield and fat content in milk, and the descendants of Hit 6743 (A2B3) had a negative result on the fat rate. Positive results for the milk yield were shown by the improver bulls (A1): Azart 6800, Dauphine 6792, Filling 6791, Fleur 6781, Karibik 85429 and Phenicia 6797. Both positive and negative results were obtained from the production bulls. By the yield, the mass fraction of fat, the daughters of bulls exceed (100%) the standards of the breed (2010), but only 20% meet the requirements for the mass fraction of protein. In the breeding plant for breeding of the Vazuzsky Sychevskaya breed type, it is necessary to carry out the selection of ancestors in accordance with the results obtained. In order to further improve the productivity of the herd, it is advisable to conduct a selection for the first lactation.

Keywords: producers, category, daughters, mothers, productivity.

Основными задачами, стоящими перед работниками животноводства, являются увеличение объемов производимой продукции, высокого качества и с ее низкой себестоимостью [1, С. 16]. Выполнение этих задач возможно на основе интенсификации отраслей животноводства, а именно за счет отбора высокоценных, и оцененных по качеству потомства быков. Оценка по качеству потомства приобретает особую актуальность, потому что именно

производители занимают особое место в процессе реализации генетического потенциала пород по племенным и продуктивным качествам [2, С. 84]. Процесс совершенствования племенных и продуктивных качеств молочного скота основывается на отборе лучших животных и получении от них возможно большего количества потомства. Генетическую информацию, потомок получает примерно поровну от отца и от матери, при этом доля влияния одинакова. Однако, когда речь идет об улучшении большой группы животных (стада), приоритет принадлежит производителям, так как наследственные задатки получает большое количество дочерей.

В настоящее время, используя, методы долговременного хранения семени производителей, искусственного осеменения животных, появилась реальная возможность повсеместно и интенсивно использовать в воспроизводстве наиболее ценных животных [3, С. 50]. Наиболее достоверным способом определения племенной ценности животных в наше время является оценка их по качеству потомства. Оценивают и отбирают как производителей, так и маток [4, С. 283], [5, С. 212]. Известно более 10 методов оценки по потомству. Они достаточно разнообразны и относительно сходны во многих странах мира [6, С. 37], [7, С. 197], [8, С. 64].

Цель исследований – проанализировать использование производителей в КП «Рыбковское» Смоленской области при разных методах оценки племенной ценности:

- сравнение продуктивности дочерей и матерей;
- сравнение продуктивности дочерей со стандартом породы;

Хозяйство является племенным заводом по разведению крупного рогатого скота типа вазузский сычевской породы в Смоленской области. В племенном заводе за 2014-2018 гг. использовались быки с категориями (A1, A1B1, A1B2, A1B3, A2B3). За последние пять лет выращено и реализовано свыше 300 голов молодняка, оказавших большое влияние на формирование стада региона.

В обработку включены данные по первой лактации 415 дочерей от 15 производителей 11 линий. При искусственном осеменении маточного поголовья, об эффективности селекции можно судить по результатам оценки потомства. Оценка производителей по качеству потомства – одно из самых важных селекционных мероприятий по совершенствованию племенных и продуктивных качеств скота молочного направления продуктивности [9, С. 6]. Величина генетического прогресса позволяет сопоставлять ценность быков, используемых в хозяйстве: Азарт 6800, Дофин 6792, Налив 6791, Флёр 6781, Карибик 85429, Финик 6797 имеют категорию A₁ (40,0%), Акрил 6804 – A₁B₁ (6,7%), Рикобар 66217, Норд 6803 – A₁B₃ (13,3 %), Хит 6743 – A₂B₃ (6,7%). Быки Торт 6796, Маркус 6801, Цезарь 6806, Фархад 458, Апполон 1218 – БО (33,5 %) (рис.).

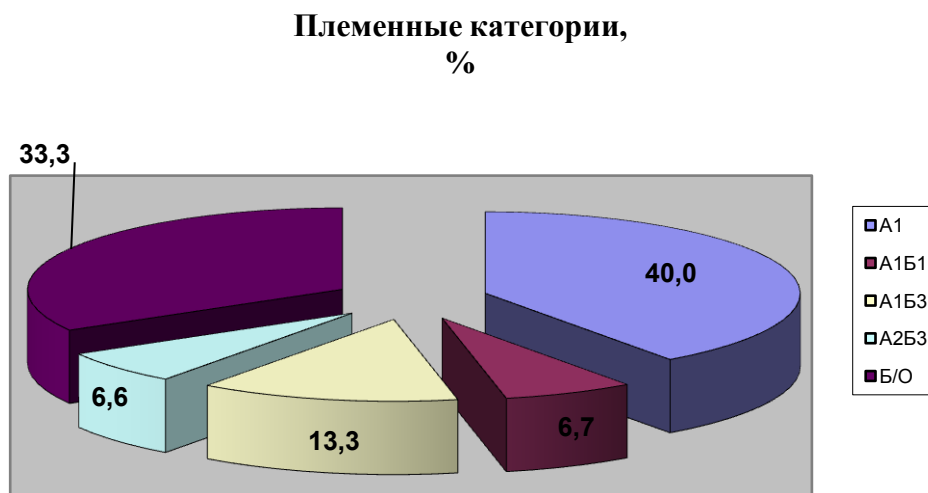


Рис. 1 – Удельный вес производителей по наличию категорий в хозяйстве

Использована специально лицензированная компьютерная программа ИАС «Селэкс» Молочный скот (разработчик ООО «Региональный центр информационного обеспечения племенного животноводства Ленинградской области «Плиноор»). Расчеты проводились по общепринятым методикам статистической обработки данных [10].

В таблице представлены показатели молочной продуктивности, коэффициент вариации по первой лактации дочерей и аналогичные показатели матерей. Удой матерей 4230 кг молока, молочный жир 3,84 %, белок 3,18 %, в поколении дочерей удой увеличился на 285 кг ($p \leq 0,001$), содержание молочного жира практически не изменилось, белка увеличилось на 0,06 % ($p \leq 0,001$). Продуктивность дочерей Азарта 6800, Рикобара 66217, Дофина 6792, Маркуса 6801, Налива 6791, Акрила 6804, Флёра 6781, Хита 6743, Карибика 96429, Аполлона 1218, Норда 6803, Финика 6797 выше, чем у матерей, это результаты влияния отца. Как следует из приведённых данных наибольший удой у дочерей Дофина 6792 (л. Вахтера 4333), Норда 6803 (л. Тореадора 3032) на 787 кг ($p \leq 0,05$), 822 кг ($p \leq 0,001$). Наибольшее отставание 821 кг молока у потомков Цезаря 6806 (л. Ликера 5412). Лучшие по жирномолочности и белковомолочности дочери Азарта 6800 (л. Альберта 4191) 0,29 %, 0,32 % ($p \leq 0,05$), на 0,12% - 0,11 % отделились Карибика 85429 (л. Р. Соверинга 198998), Флёра 6781 (л. Ликера 5412) на 0,08% по молочному жиру. Из линии Тореадора 3032 использовались три производителя, наилучшие результаты по продуктивности у потомков Норда 6803

(4836-3,92-3,25). Наибольший коэффициент изменчивости по удою и массовой долей жира у дочерей Азарта 6800. Наименее изменчивы по удою дочери Цезаря 6808 (л. Ликера 5412), по жиру Налива 6791 (л. Клевера 68). Степень вариабельности молочного белка, выше у дочерей Флера 6781 (л. Ликера 5412), ниже у Карибика 85429 (л. Р. Соверинг 198998).

Метод сравнения продуктивности дочерей и матерей хозяйства показал, 80% производителей увеличили удой, 60% массовую долю жира и 71% белка.

Сравнивая продуктивность со стандартом породы: у дочерей Дофина 6792 (л. Вахтера 4333) увеличился, удой на 1831 кг молока.

Таблица 1 – Сравнение продуктивности дочерей и матерей

Кличка и № быка	Группа жив-ых	n	Удой, кг	Cv, %	МДЖ, %	Cv, %	МДБ, %	Cv, %
Флёр 6781	дочери	63	4433±91	16,1	3,75±0,03	6,6	3,22±0,02	7,8
	матери		4290±98	18,3	3,83±0,04	4,4	3,20±0,03	6,4
	± от матерей		143		-0,08		0,02	
Норд 6803	дочери	61	4836±98	16,0	3,92±0,04	7,1	3,25±0,03	6,3
	матери		4014±83***	16,3	3,83±0,03	6,8	3,15±0,02**	5,8
	± от матерей		822		0,05		0,10	
Налив 6791	дочери	35	4528±143	18,6	3,73±0,03	4,6	3,18±0,02	3,7
	матери		4471±132	17,4	3,75±0,04	6,6	3,12±0,03	6,4
	± от матерей		57		-0,02		0,06	
Апол-лон 1218	дочери	33	4495±124	15,9	3,78±0,04*	6,4	3,21±0,03	4,9
	матери		3991±125**	18,0	3,87±0,03	5,0	3,24±0,03	4,9
	± от матерей		504		-0,09		-0,03	
Фархад 458	дочери	33	4421±158	20,6	3,81±0,05	8,0	3,10±0,03*	6,3
	матери		4565±170	21,5	3,91±0,05	7,6	3,19±0,03	5,0
	± от матерей		-144		-0,10		-0,09	
Финик 6797	дочери	32	4477±153	19,4	3,78±0,03	5,8	3,26±0,02	4,1
	матери		4260±151	20,1	3,77±0,06	9,0	3,14±0,04**	6,5
	± от матерей		217		0,01		0,12	
Рикобар 66217	дочери	29	4621±188	22,0	4,02±0,06	7,6	3,24±0,03	5,1
	матери		4549±128	15,2	3,99±0,07	9,3	3,24±0,05	8,0
	± от матерей		72		0,03		-	
Хит 6743	дочери	27	4343±207	24,8	3,70±0,04	5,3	3,18±0,03	5,0
	матери		3676±164*	23,2	3,74±0,07	9,6	3,11±0,04	6,4
	± от матерей		667		-0,04		0,07	
Торт 6796	дочери	26	3730±139**	19,0	3,95±0,05	7,2	3,21±0,02	4,5
	матери		4364±139	16,3	3,85±0,05	7,1	3,18±0,02	2,9
	± от матерей		-634		0,10		0,03	
Дофин 6792	дочери	22	5131±287	26,3	3,87±0,05	5,6	3,19±0,04	5,6
	матери		4344±212*	22,9	3,84±0,06	7,2	3,16±0,05	6,7
	± от матерей		787		0,03		0,03	
Маркус 6801	дочери	18	4797±264	23,4	4,06±0,07	7,4	3,40±0,04	4,4
	матери		4355±197	19,2	3,79±0,07**	7,4	3,14±0,04	5,6
	± от матерей		442		0,27		0,26	
Карибик 85429	дочери	15	4528±207	17,7	3,86±0,06	5,8	3,23±0,03	3,6
	матери		3997±243	23,6	3,98±0,08	7,7	3,34±0,05	5,7
	± от матерей		531		-0,12		-0,11	
Акрил 6804	дочери	8	4418±262	16,8	3,93±0,08	5,7	3,39±0,06	4,9
	матери		3552±350	27,9	3,92±0,13	9,2	3,21±0,07	5,9
	± от матерей		866		0,01		0,18	
Цезарь 6806	дочери	8	3655±201	15,5	3,95±0,09	6,8	3,22±0,09	7,5
	матери		4476±303	19,1	3,75±0,12	9,3	3,24±0,03	2,6
	± от матерей		-821		0,20		-0,02	
Азарт 6800	дочери	5	4629±690	33,3	4,06±0,2	11,1	3,41±0,06	4,1
	матери		4503±310	15,4	3,77±0,16	10,1	3,09±0,10*	7,4
	± от матерей		126		0,29		0,32	

Примечание: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$

Наибольшее превышение по содержанию жира у дочерей Азарта 6800 (л. Альберта 4191), массовая доля белка выше у дочерей Азарта 6800 (л. Альберта 4191), Маркуса 6801 (л. Верного 8308), Акрила 6804 (л. Ликера 5412), у других незначительно ниже. Дочери производителей, используемых в стаде (100%) превышают стандарт породы (2010 года) по удою, массовой доли жира, однако массовая доля белка соответствует требованиям только у 20 %.

Таким образом, результаты подбора для улучшения молочной продуктивности у потомков наиболее эффективно проводить в сравнении с показателями их матерей, влияние отцов на признак белкомолочности в несколько раз превышает влияние матерей. Однако признание ведущей роли отца в генетическом совершенствовании стада не снижает значения отбора, так как его генотип реализуется в потомстве через подбор.

В ходе исследований, проанализировав продуктивные показатели можно сделать вывод, что 80% производителей увеличили удой, 60% массовую долю жира и 71% белка. Дочери быков (100 %) превышают стандарты породы (2010 года) по удою, массовой доле жира, однако только 20 % соответствует требованиям по массовой доле белка.

В племенном заводе по разведению типа вазузский сычевской породы нужно проводить подбор и отбор предков в соответствии с учётом полученных результатов. Для дальнейшего повышения продуктивности стада целесообразно вести отбор за первую лактацию.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Буяров В. С. Инновационно – технологическое развитие животноводства в России как условие импорто замещения / В. С. Буяров, А. В. Буяров, А. В. Лыткина и др. // Молодой ученый. - 2015. – № 8.3.- С.14- 18.
2. Жебровский Л. С. Селекция сельскохозяйственных животных: учебник для ВУЗов / Л. С. Жебровский. - СПб. б.: Лань, 2002. - 256 с.
3. Татуева О. В. Влияние методов разведения на молочную продуктивность коров вазузского типа сычевской породы / О. В. Татуева, Е. А. Прищеп, А. С. Герасимова // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 1 (18). С. 50.
4. Борисенко Е. Я. Разведение сельскохозяйственных животных: / Е. Я. Борисенко, - М. Колос. 1967.- 413 с.
5. Красота, В. Ф. Разведение сельскохозяйственных животных/ В. Ф. Красота, В. Т. Лобанов, Т. Г. Джапаридзе // М. «Колос» - 1983 – 413 с.
6. Альтшулер В. Е. Метод оценки быков-производителей по родословной и потомству:/ В. Е. Альтшулер, Н.Н. Суханов // Проблемы животноводства. 1935.-№ 12, с 31-56.
7. Кузнецов В. М. Стратегия генетической оценки молочного скота / В. М. Кузнецов // Сб. материалов научной сессии. Стратегия разведения животноводства России XXI век: М. 2001. – 194-209 С.
8. Шульга Л. П. Оценка быков по качеству потомства. / Л. П. Шульга, Н.З. Басовский. – Сб. научных трудов Промышленные методы производства молока на фермах и комплексах Нечерноземной зоны РСФСР. Северо-Западный НИИ сельского хозяйства. Л., 1976.- 61–66 с.
9. Труфанов В. Г. Оценка холмогорских быков-производителей по качеству потомства:/ В. Г. Труфанов,- Зоотехния 2005. №7. 6– 7с.
10. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский//М.: Колос. -1969. -256 с.

Список литературы / References

1. Buyarov V. S. Innovatsionno – tekhnologicheskoye razvitiye zhivotnovodstva v Rossii kak usloviye importo zameshcheniya [Innovative and Technological Development of Animal Husbandry in Russia as Condition for Import Substitution] / V. S. Buyarov, A. V. Buyarov, A. V. Lytkina, Yu. I. Kazorina // Molodoy uchenyy [Young Scientist]. - 2015. – No. 8.3. – P.14-18. [In Russian]
2. Zhebrovsky L. S. Seleksiya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: uchebnik dlya VUZov [Selection of Farm Animals: Textbook for Universities] / L. S. Zhebrovsky. – Sp.B.: Lan, 2002. – 256 p. [In Russian]
3. Tatueva O. V. Vliyaniye metodov razvedeniya na molochnyuyu produktivnost' korov vazuzskogo tipa sychevskoy porody [Influence of Breeding Methods on Dairy Productivity of Vazuz Type Cows of Sychevsk Breed] / O. V. Tatueva, E.A. Prishchep, A.S. Gerasimova // Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka [Agrarian Bulletin of the Southeast]. 2018. No. 1 (18). P. 50. [In Russian]
4. Borisenko E. Ya. Razvedeniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Breeding Farm Animals]: / E.Ya. Borisenko, - M. Kolos. 1967. – 413 p. [In Russian]
5. Beauty V. F. Razvedeniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Breeding Farm Animals] / V. F. Beauty, V. T. Lobanov, T. G. Japaridze // M. Kolos – 1983 - 413 p. [In Russian]
6. Altshuler V. E. Metod otsenki bykov-proizvoditeley po rodoslovnoy i potomstvu [Method for Assessing Seed Bulls by Pedigree and Offspring] / V. E. Altshuler, N. N. Sukhanov // Problemy zhivotnovodstva [Problems of animal husbandry]. 1935. – No. 12, P. 31-56. [In Russian]
7. Kuznetsov V. M. Strategiya geneticheskoy otsenki molochnogo skota / V. M. Kuznetsov [Strategy of Genetic Evaluation of Dairy Cattle / V. M. Kuznetsov // Sb. materialov nauchnoy sessii. Strategiya razvedeniya zhivotnovodstva Rossii XXI vek [Collection of materials of the scientific session. The strategy of livestock breeding in Russia XXI century]: M. 2001. - 194-209 P. [In Russian]
8. Shulga L. P. Otsenka bykov po kachestvu potomstva. [Evaluation of Bulls According to Quality of Offspring] / L. P. Shulga, N. Z. Basovskiy // Sb. nauchnykh trudov Promyshlennyye metody proizvodstva moloka na fermakh i kompleksakh Nечерноземной зоны RSFSR. Severo-Zapadnyy NII sel'skogo khozyaystva [Col. of scientific papers Industrial methods of milk production on farms and complexes of the Non-chernozem zone of the RSFSR. North-West Research Institute of Agriculture]. L., 1976. – P.61–66 p. [In Russian]
9. Trufanov V. G. Otsenka kholmogorskiy bykov-proizvoditeley po kachestvu potomstva [Evaluation of Kholmogorsk Seed Bulls by Quality of Their Offspring] / V. G. Trufanov, - Zootekhnika [Zootechnics] 2005. No.7. P. 6–7 [In Russian]
10. Plokhinsky N. A. [Guide to Biometrics for Livestock Specialists] / N. A. Plokhinsky // M.: Kolos. – 1969. – 256 p. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.019>**АНАЛИЗ РАСХОДОВ БЮДЖЕТА НА РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО И ВЪЕЗДНОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)**

Научная статья

Винокурова А.Т.^{1,*}, Колочева З.В.²^{1,2} Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск, Россия

* Корреспондирующий автор (v.anastasy[at]yandex.ru)

Аннотация

Приведен анализ расходов бюджета на развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия), который состоит из анализа основных показателей деятельности туристических фирм Республики Саха (Якутия) за 2010-2016 гг., анализа динамики структуры и состава источников финансирования государственной программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия) на 2012-2019 годы» за 2015-2017 гг., анализа динамики состава и структуры расходов бюджета на государственную программу «Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия) на 2012-2019 годы» за 2015-2017 гг.

Ключевые слова: туризм, Республика Саха (Якутия), РС(Я), расходы бюджета, госпрограмма.

ANALYSIS OF BUDGET EXPENDITURE FOR THE DEVELOPMENT OF DOMESTIC AND INBOUND TOURISM IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Research article

Vinokurova A.T.^{1,*}, Kolocheva Z.V.²^{1,2} Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

* Corresponding author (v.anastasy[at]yandex.ru)

Abstract

The article contains the analysis of budget expenditures on the development of domestic and inbound tourism in the Republic of Sakha (Yakutia), which consists of the analysis of the main performance indicators of travel agencies of the Republic of Sakha (Yakutia) for 2010-2016, analysis of the structure and composition of sources of financing of the state program "Development of Domestic and Inbound Tourism in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2012-2019" of 2015-2017, analysis of the dynamics composition and structure of budget expenditures on the state program "Development of Domestic and Inbound Tourism in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2012-2019" of 2015-2017.

Keywords: tourism, Republic of Sakha (Yakutia), RS (Ya), budget expenditures, state program.

На данный момент индустрия туризма является одной из самых высокодоходных и быстроразвивающихся отраслей мирового хозяйства. Ее влияние на социально-экономическое состояние страны огромно.

Уникальной составляющей туризма в Якутии являются палеонтологические находки мягких тканей мамонтов, добыча алмазов и чароита, а так же кимберлитовая трубка "Мир", что способствует туризму в РС(Я) [2].

Таким образом, проведем анализ основных показателей деятельности туристических фирм Республики Саха (Якутия) за 2010-2016 гг., на основе данных статистического ежегодника РС(Я) за 2017 год [16].

В ходе анализа, можно сделать вывод, что в 2016 году по сравнению с 2010 годом число туристических фирм увеличилось на 16 организаций или на 24,24%. Данный факт можно охарактеризовать как положительный, так как это говорит о благоприятном состоянии в индустрии туризма.

Средняя численность работников за тот же анализируемый период сократилась на 105 человек или на 29,09%. Число реализованных населению туристических пакетов сократилось в 2016 году по сравнению с 2010 годом на 8015 турпакетов или на 39,58%. Стоимость данных реализованных населению турпакетов сократилась на 96,6 млн. рублей или на 15,03%.

Так же, можно заметить, что число и стоимость реализованных населению туристических пакетов по территории России за анализируемый период имеет тенденцию к повышению, тогда как стоимость реализованных населению туристических пакетов по зарубежным странам имеет тенденцию к снижению.

Так, в 2017 году по сравнению с 2010 годом стоимость реализованных населению туристических пакетов по территории России увеличилась на 131,9 млн. рублей или в 2 раза. А стоимость реализованных населению туристических пакетов по зарубежным странам сократилась на 228,5 млн. рублей или на 43,45%.

И в 2017 году по сравнению с 2010 годом число реализованных населению туристических пакетов по территории России увеличилось на 407 турпакетов или на 5,37%. А число реализованных населению туристических пакетов по зарубежным странам сократилось на 8 422 турпакетов или на 66,46%.

Число туристических фирм имеет нестабильный характер. В 2015 году по сравнению с 2014 годом их число резко возросло на 14 фирм или на 18,42%. А в 2016 году по сравнению с 2015 годом их число наоборот снизилось на 12 фирм или на 8,89%. Можно предположить, что эти изменения обусловлены изменением курса валют.

Число и стоимость реализованных населению турпакетов так же имеет тенденцию к изменениям в зависимости от курса валют. В 2016 году по сравнению с 2015 годом количество реализованных населению турпакетов снизилось на 3 307 турпакетов или на 21,73%. В 2016 году по сравнению с 2015 годом стоимость реализованных населению турпакетов снизилась на 77,6 млн. рублей или на 12,44%.

Таким образом, можно сделать вывод, что число и стоимость реализованных населению турпакетов на данный момент имеет тенденцию к снижению из-за сокращения по зарубежным странам, и, что рынок туризма имеет нестабильный характер из-за зависимости от курса валют.

Бюджет республики составляется и исполняется и в разрезе госпрограмм. В соответствии с этим рассмотрим госпрограмму «Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия) на 2012-2019 годы».

Государственные программы РС(Я), порядок их разработки, реализация, а также перечень государственных программ утверждаются Главой РС(Я). [1]

Выполним анализ динамики структуры и состава источников финансирования данной госпрограммы, на основе данных сводного годового доклада о ходе реализации и оценке эффективности государственных программ РС(Я) за 2015-2017 гг. [4], [5], [6].

Графически покажем динамику структуры источников финансирования данной госпрограммы за 2015-2017 гг. (рис. 1).

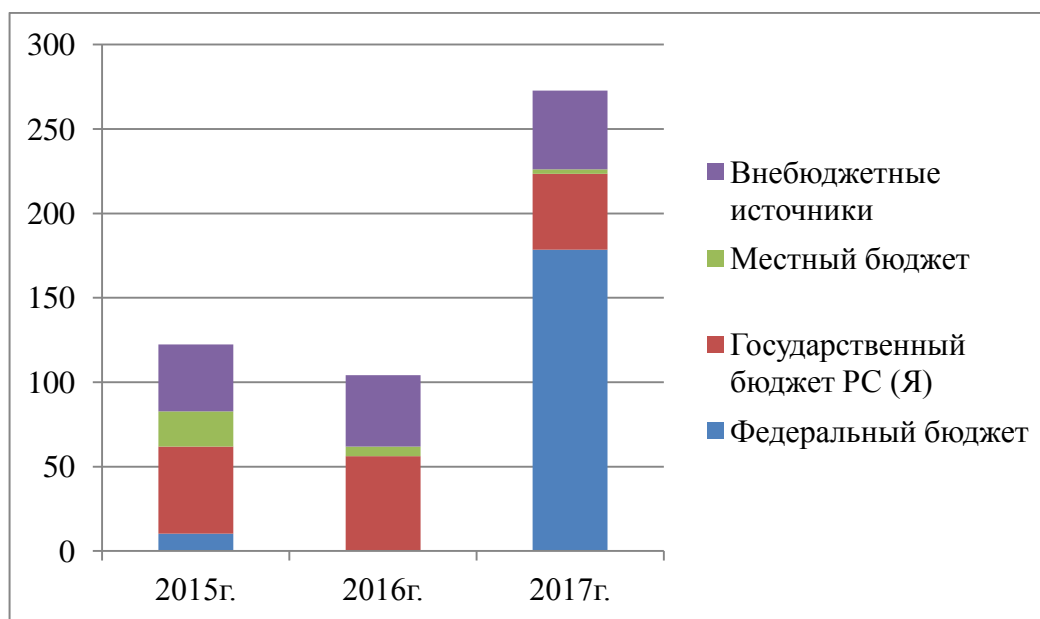


Рис. 1 – Динамика структуры источников финансирования госпрограммы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия) на 2012-2019 годы» за 2015-2017 гг

В ходе анализа можно сделать вывод, что финансирование данной государственной программы за анализируемый период увеличилось на 150,4 млн. рублей или в 2 раза. В основном данная госпрограмма финансировалась за счет средств бюджета РС(Я), однако в 2017 году резко возрос объем финансирования за счет федерального бюджета.

Так же, можно отметить, что объем финансирования за счет внебюджетных источников и средств бюджета РС(Я) почти не менялся в течение всего анализируемого периода.

В 2016 году финансирования за счет федерального бюджета не было, из-за чего данная госпрограмма финансировалась за счет остальных источников, в основном за счет средств бюджета РС(Я).

Наибольшее финансирование данной госпрограммы за счет местных бюджетов приходится на 2015 год – 20,9 млн. рублей. В 2017 году по сравнению с 2015 годом объем финансирования за счет средств местных бюджетов сократился на 18,2 млн. рублей или в 2 раза.

Выполним анализ динамики состава расходов бюджета на анализируемую госпрограмму, на основе отчетов Министерства Финансов РС(Я) [9], [10], [11].

Таблица 1 – Анализ динамики состава расходов бюджета на госпрограмму «Развитие внутреннего и въездного туризма в Республике Саха (Якутия) на 2012-2019 годы» за 2015-2017 гг

Наименование мероприятия	Объем фактических расходов, млн. руб.			Базисный абсолютный прирост (убыль), млн. руб.	Базисный темп роста (убыли), %	Базисный темп прироста (убыли), %
	2015г.	2016г.	2017г.			
Государственная программа РС(Я) «Развитие внутреннего и въездного туризма на территории РС(Я) на 2012-2019 годы»	122,4	104,2	272,8	150,4	222,88	122,88
Подпрограмма «Повышение качества и туристских услуг»	0,4	0,4	0,1	-0,3	25,00	-75,00
Подпрограмма «Продвижение туристского продукта Республики Саха (Якутия) на мировом и российском туристских рынках»	4,9	9,1	8,5	3,6	173,47	73,47
Подпрограмма «Создание современных туристско-рекреационных кластеров на территории Республики Саха (Якутия)»	117,1	94,8	264,2	147,1	225,62	125,62

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что объем фактических расходов бюджета на исследуемую госпрограмму в 2017 по сравнению 2015 годом увеличился на 150,4 млн. рублей или в 2 раза и составил 272,8 млн. рублей.

Наибольшее увеличение объемов фактических расходов в 2017 году по сравнению 2015 годом произошло в подпрограмме «Создание современных туристско-рекреационных кластеров на территории Республики Саха (Якутия)» - на 147,1 млн. рублей или в 2 раза.

Причинами послужило начало строительства туристических объектов ТРК «Северная Мозаика» в 2016 году [5]. Его удельный вес в подпрограмме в 2017 году составил 87,89%. В 2017 году было завершено строительство обеспечивающей инфраструктуры данного кластера [6]. Однако план по созданию данной инфраструктуры был выполнен только на 70,77%, причиной стало недовложение средств со стороны внебюджетных источников.

Наибольшее сокращение объемов фактических расходов в 2017 году по сравнению 2015 годом произошло в подпрограмме «Повышение качества и туристских услуг» - на 300 тыс. рублей или в 2 раза.

В 2016 году в рамках международных спортивных игр «Дети Азии» 80 волонтеров прошли обучение в АУ ДО «Бизнес-школа РС(Я)» по обеспечению экскурсионной деятельности [5]. В 2017 годы были разработаны новые туристские маршруты [6].

За анализируемый период расходы на подпрограмму «Продвижение туристского продукта Республики Саха (Якутия) на мировом и российском туристских рынках» увеличились на 3,6 млн. рублей или в 2 раза.

Таким образом, можно сделать вывод, что резкое увеличение расходов бюджета в 2017 году на исследуемую госпрограмму обусловлено увеличением расходов на ТРК «Северная Мозаика», основным источником финансирования которого являлся федеральный бюджет. А невыполнение плана было обусловлено недовложением внебюджетных средств инвесторов.

Выполним анализ динамики структуры расходов бюджета на анализируемую госпрограмму, на основе отчетов Министерства Финансов РС(Я) [9], [10], [11].

В ходе анализа были сделаны выводы, что в основном средства бюджета, идущие на расходы данной госпрограммы, покрывают расходы подпрограммы «Создание современных туристско-рекреационных кластеров на территории Республики Саха (Якутия)» и составляют в среднем за анализируемый период 94,49% от общей суммы расходов госпрограммы.

В 2017 году была утверждена новая госпрограмма «Развитие креативной экономики и туризма в Республике Саха (Якутия) на 2018-2022 годы».

Целью новой госпрограммы является формирование новых отраслей «умной экономики» Республики Саха (Якутия) на основе развития ИТ-отрасли, креативной индустрии, индустрии гостеприимства [3].

По итогам проведенного анализа можно составить рекомендации по повышению эффективности финансирования. Необходимо продвигать действующие туристские продукты и событийные туры в РС(Я), в особенности на рынки АТР через программу Ростуризма «Российское гостеприимство». Привлекать инвесторов – субъектов малого и среднего предпринимательства в состав ТРК «Северная Мозаика».

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. О бюджетном устройстве и бюджетном процессе в Республике Саха (Якутия) [закон Республики Саха (Якутия) от 05.02.2014 1280-З N 111-V: принят постановлением ГС (Ил Тумэн) РС(Я) от 05.02.2014 3 N 112-V.] [Электронный ресурс] – URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW249;n=51482#0859253242203952> (дата обращения 08.07.2018).
2. О государственной программе Республики Саха (Якутия) "Развитие внутреннего и въездного туризма на территории Республики Саха (Якутия) на 2012 - 2019 годы" [указ Президента РС(Я) от 12.10.2011 N 978 (ред. от 24.09.2015)] [Электронный ресурс] – URL: <https://minpredpr.sakha.gov.ru/ukaz-prezidenta> (дата обращения 15.07.2018)
3. О государственной программе Республики Саха (Якутия) "Развитие креативной экономики и туризма в Республике Саха (Якутия) на 2018 - 2022 годы" [указ Главы РС(Я) от 15.12.2017 N 2279] [Электронный ресурс] – URL: <https://glava.sakha.gov.ru/ot-15-dekabrya-2017-g----2279> (дата обращения 15.07.2018)
4. Сводный годовой доклад о ходе реализации и оценке эффективности государственных программ РС(Я) за 2015г. [указ Главы РС(Я) от 23.05.2016 N 1161] [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
5. Сводный годовой доклад о ходе реализации и оценке эффективности государственных программ РС(Я) за 2016г. [указ Главы РС(Я) от 30.05.2017 N 1920] [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
6. Сводный годовой доклад о ходе реализации и оценке эффективности государственных программ РС(Я) за 2017г. [указ Главы РС(Я) от 28.05.2018 N 2594] [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
7. Министерство финансов РС(Я). Исполнение государственных программ РС(Я) за счет средств государственного бюджета за 2015 год // Министерство финансов Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
8. Министерство финансов РС(Я). Исполнение государственных программ РС(Я) за счет средств государственного бюджета за 2016 год // Министерство финансов Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
9. Министерство финансов РС(Я). Исполнение государственных программ РС(Я) за счет средств государственного бюджета за 2017 год // Министерство финансов Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (дата обращения 15.07.2018)
10. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия), 2017 // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс] – URL: http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/publications/official_publications/electronic_versions/4272910047c730b98fa9afed3bc4492f (дата обращения 15.07.2018)

Список литературы на английском языке / References in English

1. O byudzhetnom ustrojstve i byudzhetnom processe v Respublike Saha (Yakutia) [On the budget device and the budget process in the Republic of Sakha (Yakutia)] [zakon Respubliki Saha (Yakutia) ot 05.02.2014 1280-Z N 111-V: prinyat postanovleniem GS (Il Tumehn) RS (Y) ot 05.02.2014 Z N 112-V.] [Law of the Republic of Sakha (Yakutia) from 05.02.2014 1280-W N 111-V: adopted by a resolution of the HS (Il Tumen) RS (Y) from 05.02.2014 W N 112-V] [Electronic resource] – URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW249;n=51482#0859253242203952> (accessed: 08.07.2018) [in Russian]
2. O gosudarstvennoj programme Respubliki Saha (Yakutiya) "Razvitie vnutrennego i v"ezdnogo turizma na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) na 2012 - 2019 gody" [On the state program of the Republic of Sakha (Yakutia) "Development of domestic and inbound tourism in the territory of the Republic of Sakha (Yakutia) for 2012 - 2019"] [ukaz Prezidenta RS(YA) ot 12.10.2011 N 978 (red. ot 24.09.2015)] [Presidential Decree of the RS (Y) dated October 12, 2011 No. 978 (as amended on September 24, 2015)] [Electronic resource] – URL: <https://minpredpr.sakha.gov.ru/ukaz-prezidenta> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]
3. O gosudarstvennoj programme Respubliki Saha (Yakutia) "Razvitie kreativnoj ehkonomiki i turizma v Respublike Saha (Yakutia) na 2018 - 2022 gody" [On the state program of the Republic of Sakha (Yakutia) "Development of a creative economy and tourism in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2018 - 2022"] [ukaz Glavy RS(YA) ot 15.12.2017 N 2279] [decree of the Head of the RS (Y) dated 12.15.2017 N 2279] [Electronic resource] – URL: <https://glava.sakha.gov.ru/ot-15-dekabrya-2017-g-2279> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]
4. Svodnyj godovoj doklad o hode realizacii i oenke ehffektivnosti gosudarstvennyh programm RS(YA) za 2015g. [Consolidated annual report on the implementation and evaluation of the effectiveness of state programs of the RS (Y) for 2015.] [ukaz Glavy RS(YA) ot 23.05.2016 N 1161] [decree of the Head of the RS (Y) dated 05.23.2016 N 1161] [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]
5. Svodnyj godovoj doklad o hode realizacii i oenke ehffektivnosti gosudarstvennyh programm RS(YA) za 2016g. [Consolidated annual report on the implementation and evaluation of the effectiveness of state programs of the RS (Y) for 2016.] [ukaz Glavy RS(YA) ot 30.05.2017 N 1920] [decree of the Head of the RS (Y) dated 30.05.2017 N 1920] [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]
6. Svodnyj godovoj doklad o hode realizacii i oenke ehffektivnosti gosudarstvennyh programm RS(YA) za 2017g. [Consolidated annual report on the implementation and evaluation of the effectiveness of state programs of the RS (Y) for 2017.] [ukaz Glavy RS(YA) ot 28.05.2018 N 2594] [decree of the Head of the RS (Y) dated 28.05.2018 N 2594] [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]
7. Ministry of Finance of the RS (Y). Ispolnenie gosudarstvennyh programm RS(YA) za schet sredstv gosudarstvennogo byudzheta za 2015 god [Execution of state programs of the RS (Y) at the expense of the state budget for 2015] // Ministry of

Finance of the Republic of Sakha (Yakutia). [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]

8. Ministry of Finance of the RS (Y). Ispolnenie gosudarstvennyh programm RS(YA) za schet sredstv gosudarstvennogo byudzheta za 2016 god [Execution of state programs of the RS (Y) at the expense of the state budget for 2016] // Ministry of Finance of the Republic of Sakha (Yakutia). [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]

9. Ministry of Finance of the RS (Y). Ispolnenie gosudarstvennyh programm RS(YA) za schet sredstv gosudarstvennogo byudzheta za 2017 god [Execution of state programs of the RS (Y) at the expense of the state budget for 2017] // Ministry of Finance of the Republic of Sakha (Yakutia). [Electronic resource] – URL: <https://mineconomic.sakha.gov.ru/gosudarstvennye-programmy-rsja> (accessed: 15.07.2018) [in Russian]

10. Territorialnyj organ Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Territorial organ of the Federal State Statistics Service]. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Saha (Yakutiya), 2017 [Statistical Yearbook of the Republic of Sakha (Yakutia), 2017] // Territorialnyj organ Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Territorial organ of the Federal State Statistics Service]. [Electronic resource] – URL: http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/publications/official_publications/electronic_versions/4272910047c730b98fa9afed3bc4492f (accessed: 15.07.2018) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.020>

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КОМПАНИЙ АВИАЦИОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Научная статья

Лисицкая Т.С.^{1,*}, Акулова Н.В.²

^{1,2} Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

* Корреспондирующий автор (tania_lisitskaia[at]rambler.ru)

Аннотация

Статья посвящена анализу стратегии устойчивого развития компаний авиационно-промышленного комплекса, являющихся базовым индикатором уровня инновационного развития национальной экономики. В статье рассматриваются исторические предпосылки формирования интегрированных структур (корпораций) в авиапроме и оцениваются основные финансовые результаты их деятельности, что позволило установить необходимость последующих структурных преобразований модели их управления и совершенствование параметров финансовой политики.

Ключевые слова: авиационно-промышленный комплекс, объединенная авиастроительная корпорация, интеграция, финансовая устойчивость.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF COMPANIES IN AVIATION INDUSTRIAL COMPLEX

Research article

Lisitskaya T.S.^{1,*}, Akulova N.V.²

¹ ORCID: 0000-0002-8787-7934,

^{1,2} Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

* Corresponding author (tania_lisitskaia[at]rambler.ru)

Abstract

The article is devoted to the analysis of the strategy of sustainable development of companies in the aviation industry, which are a basic indicator of the level of innovative development of the national economy. The article discusses the historical background of the formation of integrated structures (corporations) in the aviation industry and evaluates the main financial results of their activities, which enabled establishing the need for subsequent structural changes in their management model and improvement of financial policy parameters.

Keywords: aviation and industrial complex, United Aircraft Corporation, integration, financial sustainability.

Современный авиационно-промышленный комплекс выполняет ряд важных стратегических задач, к которым относятся интеграция в современное мировое пространство, достижение и поддержание высокого уровня жизни населения, а также обеспечение целостности и национальной безопасности. Кроме того, уровень технических и сервисных достижений авиационного транспорта делают его высокоэффективным инструментом развития современного общества.

По оценке Бюро воздушного транспорта ИКАО (Специализированное объединение ООН) ежегодный экономический эффект от деятельности мирового гражданского воздушного флота составляет более 700 млрд. долл. США.

К приоритетным направлениям развития мирового рынка авиации ИКАО относит содействие развитию экономически жизнеспособной системы гражданской авиации (авиакомпаний, аэропортов, поставщиков аэронавигационного обслуживания и т. д.), а также повышению ее экономической эффективности и прозрачности при одновременном облегчении доступа к финансированию авиационной инфраструктуры и других инвестиционных потребностей, передаче технологий и наращивание потенциала для поддержки роста воздушного транспорта в интересах всех заинтересованных сторон [9].

Динамичное развитие авиационно-промышленного комплекса положительно отражается на общем росте инновационного сектора национальной экономики, повышает инновационную активность смежных производственных отраслей, содействует созданию и развитию инженерной и социальной инфраструктуры, что в конечном счете благоприятно отражается на благосостоянии граждан Российской Федерации.

Но, в тоже время, на результаты деятельности компаний авиационно-промышленного комплекса в современной экономике оказывает влияние ряд негативных факторов, которые связаны с высокой степенью как физической, так моральной изношенности основных производственных фондов, а также уменьшением доходов от выполнения исследований и разработок, что усиливает давление со стороны конкурентов.

Исторически сформировавшиеся в период экономического роста 2000-х диспропорции в структуре промышленного производства и зависимость авиационно-промышленного комплекса России от бюджетного финансирования обусловили его высокую восприимчивость к изменениям внешней среды и направленности программ государственной поддержки.

Наряду с проблемами несоответствия структуры и масштабов деятельности входящих в состав авиастроительной отрасли предприятий и организаций совокупному платежному спросу внутреннего и внешнего рынков, основной проблемой развития являются неэффективные вертикально-интегрированные модели управления.

Сформировавшийся после распада СССР авиапромышленный комплекс не смог отвечать условиям «новой реальности», что в последствии привело к формированию рынка разрозненных и мелкосерийных предприятий, конкурирующих за бюджетное финансирование.

Решение о создании в авиапроме интегрированных структур было сопряжено с развернувшейся в то время кампанией по формированию финансово-промышленных групп (ФПГ), которые рассматривались как механизм формирования финансовых ресурсов, необходимых для реализации промышленных программ и проектов, и преодоления дефицита бюджетного финансирования. По этим принципам была сформирована ФПГ «Российский авиационный консорциум». Осознав не реализуемость планов по привлечению внебюджетного финансирования, через год указанная ФПГ была преобразована в небольшое акционерное общество. Но, несмотря на продемонстрированную ФПГ нежизнеспособность, актуальность создания интегрированных структур с течением времени только возрастала [7].

На фоне общего роста экономики в 2000-е годы объемы производства продукции авиационной промышленности год от года росли, чему способствовало увеличение бюджетное финансирование отрасли. Процессы дезинтеграции в отрасли были остановлены. В результате принятой концепции реструктуризации российского авиапромышленного комплекса планировалось создать несколько интегрированных структур (отраслевых корпораций), образованных с целью продвижения на рынок определенных видов продукции авиастроения [4]. Политика преобразований была закреплена в ФЦП «Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса (2002 – 2006 годы)». Однако, предшествующий опыт показал, что агентские конфликты, институциональные различия, а также неэффективность и изменчивость государственного управления не позволят достичь целей ФЦП. Это стало одним из основных мотивов объединения частных и государственных интересов и создания Публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» (далее – ПАО «ОАК»), соединившего авиастроительные компании, представляющие все сегменты рынка коммерческих самолетов, а также военной и специальной авиатехники [6].

ПАО «ОАК» было создано в 2006 году в целях сохранения и развития научно-производственного потенциала авиастроительного комплекса Российской Федерации, обеспечения безопасности и обороноспособности государства, концентрации интеллектуальных, производственных и финансовых ресурсов для реализации перспективных программ создания авиационной техники [2].

Корпорация входит в число интегрированных структур отечественного оборонно-промышленного комплекса, с 2007 года включена в перечень стратегических предприятий Российской Федерации [3].

По сути, ПАО «ОАК» представляет собой вертикально интегрированную корпоративную структуру с долей государства в уставном капитале свыше 90%, основными направлениями деятельности которой являются разработка, производство, испытания и сопровождение эксплуатации, гарантийное и сервисное обслуживание гражданской и военной авиатехники, а также модернизация, ремонт и утилизация воздушных судов, подготовка кадров и повышение квалификации летного состава.

В настоящее время география деятельности ПАО «ОАК» представлена в 25 регионах Российской Федерации, а также имеются совместные предприятия в Индии и Италии.

К важнейшим результатам деятельности таких интегрированных структур стоит отнести шаги в решении ключевой проблемы российской промышленности – высокой изношенности производственной базы предприятий.

Как видно из графика на рисунке 1 за последние 5 лет доля модернизированной производственной базы, обеспечивающей выпуск авиационной продукции увеличена в 2 раза, что является предпосылками устойчивого развития компании.

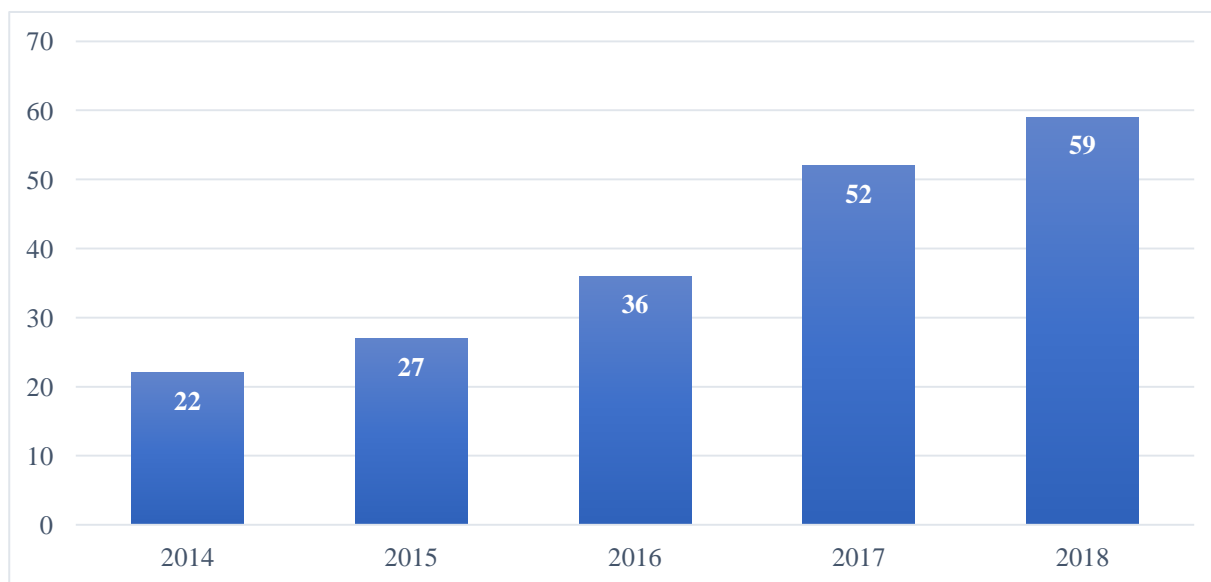


Рис. 1 – Доля модернизированной производственной базы в общем объеме производственной базы, обеспечивающей выпуск авиационной продукции, в %

Примечание: источник данных Минпромторг

На наш взгляд, важнейшим индикатором устойчивого развития любой компании является её финансовая устойчивость. На протяжении последних пяти лет ПАО «ОАК» демонстрировала высокие темпы роста финансовых результатов (рис. 2). Так, среднегодовой темп роста выручки за период с 2012 по 2016 год составил более 25%. Стремительный рост в период с 2012 по 2014 годы сменился коррекцией в 2015 году. Именно в этот период Корпорацией и были предприняты первые мероприятия по стратегическому планированию. В 2016 году Совет

директоров ПАО «ОАК» рассмотрел вопросы трансформации корпоративной структуры и поэтапный переход к единой Корпорации с формированием четырех бизнес-направлений (дивизионов): гражданской, военной, транспортной, стратегической и специальной авиации. Это позволило в 2016 году восстановить темпы роста продаж до уровня 20% в год, что указывает на устойчивые темпы развития компании.

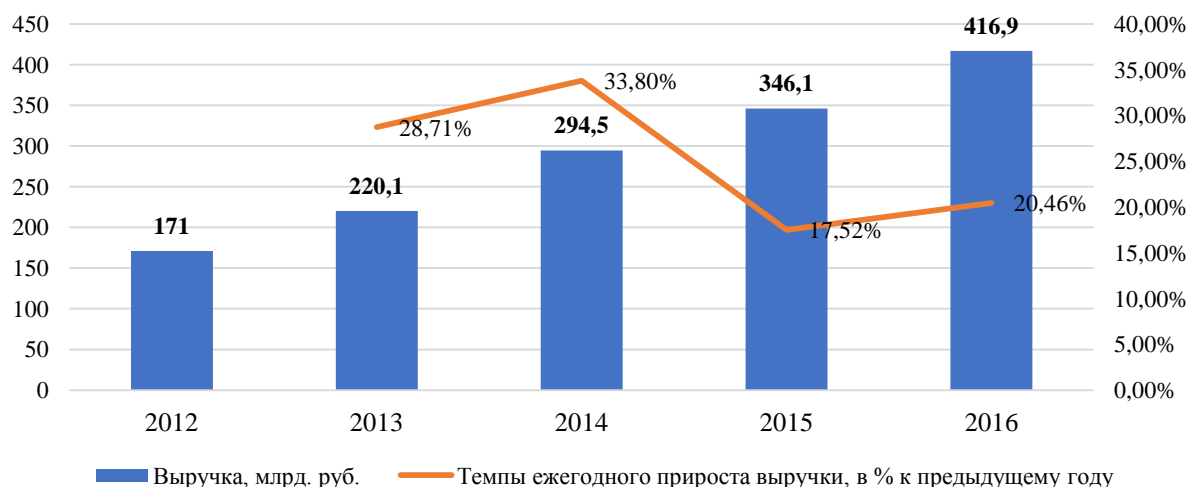


Рис. 2 – Динамика выручки ПАО «ОАК» в 2012-2016 годах

Как видно из графика, представленного на рисунке 3, проводимая Корпорацией ценовая политика и высокая маржинальность экспортных контрактов позволила к концу анализируемого периода сохранить положительную динамику рентабельности деятельности. В результате реализации ряда стратегических мер по повышению эффективности операционной деятельности ПАО «ОАК» смогло в значительной степени покрыть финансовые расходы, благодаря чему чистый убыток в 2016 году уменьшился почти в 25 раз, что является лучшим показателем Группы ОАК с 2007 года.



Рис. 3 – Динамика рентабельности ПАО «ОАК» в 2012 – 2016 годах

В тоже время, следует отметить устойчивую динамику снижения показателей рентабельности и высокую вариабельность результатов операционной деятельности, что как следствие влияет на формирование собственных источников финансирования корпорации, её инвестиционную привлекательность и финансовую устойчивость. Высокая зависимость компании от внешних источников и длительность производственного процесса повышает риски долгосрочного финансирования и требует принятия мер по совершенствованию политики фондирования.

Таким образом, проведенный анализ показал, что актуализация стратегии развития ПАО «ОАК» должна затрагивать два ключевых направления – структурные преобразования модели управления и совершенствование параметров финансовой политики корпорации. Это прежде всего связано с реализацией новой миссии Корпорации, выстраиванием новых эффективных цепочек взаимодействия объединенных промышленных предприятий. Поддержанием темпов устойчивого развития компании требует структурной перестройки сложившейся индустриальной модели Корпорации, что должно создать условия для реализации программы инвестиционного развития, ключевым элементом которой является создание специализированных производств, работающих в интересах всех производственных площадок ПАО «ОАК». Такие структурные изменения потребуют и изменения в схеме денежных потоков, центров финансовой ответственности и других параметров финансовой политики корпорации.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Указ Президента РФ от 18 мая 1995 г. № 496 «О финансово-промышленной группе «Российский авиационный консорциум»
2. Указ Президента РФ от 20 февраля 2006 г. № 140 «Об открытом акционерном обществе «Объединенная авиастроительная корпорация»
3. Указ Президента РФ от 3 февраля 2007 г. № 122 «О некоторых вопросах открытого акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация»
4. Бодрова Е. В. Эволюция государственной политики Российской Федерации в сфере авиастроения / Е. В. Бодрова, В. В. Калинов // Теория и практика общественного развития. – 2015. - № 18. – С. 207-210.
5. Годовой отчет ПАО «Объединенная авиационная компания» за 2016 год [Электронный ресурс] URL: <http://uacrussia.ru/ru/investors/financial-information/annual-reports/>
6. Колпаков С. К. Аналитический доклад «Проблемы и перспективы развития отечественной авиационной промышленности». Межведомственный аналитический центр, февраль 2011. [Электронный ресурс] / С.К. Колпаков, В. П. Алексеев, URL: <http://www.iacenter.ru/publications/132>
7. Копелев И. Б. Оценка и прогнозирование риска финансовой несостоятельности компании: диссертация...канд. экон. наук: 08.00.10 / И. Б. Копелев – Москва, 2015. – 183 с.
8. Структурно-инвестиционная политика в целях обеспечения экономического роста в России: монография // Под науч. ред. акад. В. В. Ивантера. – М.: Научный консультант. – 2017. – 196 с.
9. Itani, Nadine; O'Connell, John F.; Mason, Keith A macro-environment approach to civil aviation strategic planning. TRANSPORT POLICY, T. 33, p. 125-135 DOI: 10.1016/j.tranpol.2014.02.024

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ukaz Prezidenta RF ot 18 maya 1995 g. № 496 «O finansovo-promyshlennoi grappe «Rossiiskii aviatsionnyi konsortsium» [Presidential Decree of 18 May 1995 No. 496 “On the Financial and Industrial Group“ Russian Aviation Consortium”] [In Russian]
2. Ukaz Prezidenta RF ot 20 fevralya 2006 g. № 140 «Ob otkrytom aktsionernom obshchestve «Obyedinennaya aviastroitelnaya korporatsiya» [Presidential Decree of February 20, 2006 No. 140 “On the Open Joint-Stock Company "United Aircraft Corporation""] [In Russian]
3. Ukaz Prezidenta RF ot 3 fevralya 2007 g. № 122 «O nekotorykh voprosakh otkrytogo aktsionernogo obshchestva «Obyedinennaya aviastroitelnaya korporatsiya» [Presidential Decree of February 3, 2007 No. 122 “On Some Issues of the Open Joint-Stock Company "United Aircraft Corporation""] [In Russian]
4. Bodrova E. V. Evoliutsiya gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v sfere aviastroeniya [Evolution of State Policy of the Russian Federation in the Field of Aviation] / E. V. Bodrova, V. V. Kalinov // Teoriya i praktika sotsialnogo razvitiya [Theory and Practice of Social Development]. – 2015. – No.18. – P. 207-210. [In Russian]
5. Godovoi otchet PAO «Obyedinennaya aviatsionnaya kompaniya» za 2016 god [Annual report of PAO United Aviation Company for 2016] [Electronic resource] URL: <http://uacrussia.ru/ru/investors/financial-information/annual-reports/> [In Russian]
6. Kolpakov S. K. Analiticheskii doklad «Problemy i perspektivy razvitiya otechestvennoi aviatsionnoi promyshlennosti». [Analytical report “Problems and Prospects of Development of the Domestic Aviation Industry.”] / S. K. Kolpakov, V. P. Alekseev. Interdepartmental Analytical Centre, February 2011. [Electronic resource] URL: <http://www.iacenter.ru/publications/132> [In Russian]
7. Kopelev I. B. Otsenka i prognozirovaniye riska finansovoi nesostoyatel'nosti kompanii: dissertatsiya...kand. ekon. nauk: 08.00.10 [Assessment and Prediction of Financial Insolvency Risk of the Company: thesis of PhD in Economy: 08.00.10] / I. B. Kopelev – Moscow, 2015. – 183 p. [In Russian]
8. Strukturno-investitsionnaya politika v tselyakh obespecheniya ekonomicheskogo rosta v Rossii: monografiya [Structural and Investment Policy Aimed at Ensuring Economic Growth in Russia: Monograph] // Under the Scientific Supervision of Acad. V.V. Ivanter. – M.: Nauchnyi Konsultant. – 2017. - 196 p. [In Russian]
9. Itani, Nadine; O'Connell, John F.; Mason, Keith A macro-environment approach to civil aviation strategic planning. TRANSPORT POLICY, T. 33, p. 125-135 DOI: 10.1016/j.tranpol.2014.02.024 [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.021>

NEW-NORMAL MARKETING В УСЛОВИЯХ НОВОЙ НОРМАЛЬНОСТИ

Научная статья

Михайлова В.М.^{1,*}, Куренова Д.Г.², Кривошеева Е.В.³, Кузнецова О.А.⁴

^{1, 2, 3, 4} ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (nika157[at]mail.ru)

Аннотация

«Новая нормальность» (New Normal) – новое состояние экономики после радикальных перемен (посткризисное) с выраженным замедлением экономического роста, высокими показателями безработицы, обострением долговых проблем на уровне стран, хозяйствующих субъектов и индивидов и значительной неопределенностью на различных рынках, не являющееся временным и предполагающее безбарьерную (на уровне коммуникаций и физиологии индивида) среду и работу с ней в новых сложившихся условиях. Анализ основных трендов в работе хозяйствующих субъектов в ситуации новой нормальности позволил сформировать концептуальную клиент-центрированную модель new-normal маркетинга и определить наиболее эффективные его инструменты, ориентирующие действия производителей и ритейлеров на индивидуализацию работы с целевыми аудиториями с учетом общей информатизации и диджитализации общества.

Ключевые слова: «новая нормальность» (New Normal), экономический кризис, трейд-маркетинг, тренды, клиент-центрированная модель, new-normal маркетинг.

NEW-NORMAL MARKETING IN THE CONDITIONS OF NEW NORMAL

Research article

Mikhailova V.M.^{1,*}, Kurenova D.G.², Krivosheeva E.V.³, Kuznetsova O.A.⁴

^{1, 2, 3, 4} FSBEI HE “Kuban State Technological University,” Krasnodar, Russia

* Corresponding author (nika157[at]mail.ru)

Abstract

“New Normal” is a new state of economy resulting from radical changes (post-crisis) with a marked slowdown in economic growth, high unemployment rates, exacerbation of issues related to debt at the level of countries, economic entities and individuals and significant uncertainty in various markets, which is not temporary and requires a barrier-free (at the level of communications and the physiology of an individual) environment and working with it in these new conditions. The analysis of the main trends in the work of business entities in the situation of new normal enabled the formation of a conceptual customer-centered model of new-normal marketing and identification of its most effective tools directing the actions of manufacturers and retailers aimed at individualizing work with target audiences with regard to the general informatization and digitalization of society.

Keywords: “New Normal,” economic crisis, trade marketing, trends, customer-centered model, new-normal marketing.

Сегодня понятие «новая нормальность» является одним из самых популярных при обсуждении дальнейших путей развития как западной экономики, так и российской. Директор Центра макроэкономических исследований Сбербанка России К. Юдаева, в своих работах сообщает о том, что в США широко обсуждается New Normal как объединение достаточно низких темпов роста экономики и высокого уровня безработицы [1], а также изменение глобальной рыночной экономики и переход ее в новую форму. Так под новой нормальностью в большинстве своем понимается сложившаяся неопределенная ситуация, связанная с развитием мировой экономики и политики. Такую ситуацию необходимо принимать и работать в новых условиях сложившейся реальности. Разные авторы вкладывают в понятие «новая нормальность» свое понимание и различные оттенки смыслов, при этом единого и четкого определения не существует (таблица 1).

Таблица 1 – Определения понятия «новая нормальность»

Автор	Определение
Громыко А.А., директор Института Европы РАН	Новая нормальность – это установка на то, что в отношении России и введших против неё санкции стран, возврата к «бизнесу как обычно» не будет, подразумевает, что текущий уровень конфронтации – не аберрация, а новая норма жизни. А если норма, то её надо воспринимать как данность и не стремиться изменить [2].
Прокопенко М.В., канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий Южно-Российского института управления	Новая нормальность – это описанная ситуация не является временной флуктуацией, а представляет собой новое качественное состояние российской экономики [3].
Дынкин А.А., д-р экон. наук, профессор, академик РАН, президент ИМЭМО РАН	Новая нормальность – это такая ситуация, при которой сложилась неопределенная модель рыночного поведения [4]
Медведев Д.А. Председатель Правительства Российской Федерации	Новая нормальность – это определенные характеристики, которые включают в себя развитие как глобальной экономики, так и политики от настоящего времени и до следующего глобального кризиса [5]
Воронкова О.Н., канд. экон. наук, доцент кафедры мировой экономики и международного бизнеса РГЭУ (РИНХ)	...«новая нормальность», сопряженная с кризисом традиционных форм предпринимательства в совокупности с длительным поиском «дна» в условиях перманентного кризисного развития национальных экономик, требует реформирования стратегии развития российского бизнеса в координатах «трансформация- эффективность» бизнеса, что ориентирует компании на переход к инновационным стратегиям, использование «открытых инноваций» [6].
Гуковская А.А., канд. экон. наук, доцент кафедры Финансы и кредит РГГУ, ИЭУП.	Новая нормальность соотносится с принципиально новой фазой, в которую вошла мировая экономика. Ее содержание остается не очень четким и включает в себя сочетание избытка сбережений и слабой мировой экономики [7].
Рекорд С.И., д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой мировой экономики и международных экономических отношений, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»	Ситуация «новой нормальности» («New Normal»): снижение темпов мирового экономического роста, рост амплитуды изменений на всех товарных и денежных рынках и снижение эффективности государственной политики, с переходом к состоянию «Новой посредственности» («New Mediocre») [8].
Тюриков А.Г., профессор, доктор социологических наук, руководитель Департамента социологии Финуниверситета; Новиков А.В., профессор, зам. руководителя Департамента социологии Финуниверситета	«Новая нормальность» (New Normal) – означает сложившуюся в мировой экономике и политике ситуацию неопределенности и высокой волатильности. Это означает не только констатацию ситуации, но и установку на принятие новой сложившейся реальности и осуществление жизнедеятельности в ее условиях [9].
Горбунова Л., партнер Консалтинг-Центра «ШАГ»	«New Normal» – это безбарьерная среда; новая реальность, в которой приходится жить: с одной стороны, меньше потребление, с другой стороны, другие технологии удовлетворения потребностей [10].

Анализ определений разных авторов позволяет выделить основные составляющие ситуации новой нормальности: значительное снижение эффективности традиционной государственной политики; снижение темпов мирового экономического роста; высокая степень непостоянства на всех денежных и товарных рынках; сдвиг глобальной экономической активности в сторону стран с развивающимися рынками; перелом трендов и поиск новых путей развития в совокупности с пониманием неэффективности известных, общепринятых схем.

Возникновение ситуации новой нормальности во многом определили следующие причины [11,12]:

1. старение всего населения планеты: во всем мире появляются все больше пожилых людей при общем низком уровне рождаемости, что, в свою очередь, повышает бремя государства и изменяет общую структуру рынка товаров;
2. достаточно велико число выданных населению кредитов, что привело к «ужиманию» себя в потребностях потребителем;
3. развитие технологий во всех сферах жизнедеятельности человека, что, в свою очередь, ведет к снижению потребностей предприятий в рабочей силе, отмене коммуникационных барьеров.

Таким образом, «новая нормальность» в экономике понимается нами как новое состояние экономики после радикальных перемен (посткризисное) с выраженным замедлением экономического роста, высокими показателями безработицы, обострением долговых проблем на уровне стран, хозяйствующих субъектов и индивидов и значительной неопределенностью на различных рынках, не являющееся временным и предполагающее безбарьерную

(на уровне коммуникаций и физиологии индивида) среду и работу с ней в новых сложившихся условиях. Ситуация новой нормальности привела к появлению следующих тенденций и направлений работы хозяйствующих субъектов (таблица 2).

Таблица 2 – Тренды новой нормальности

Причина	Тренд	Последствия, направление работы предприятий
Старение населения	Сокращение потребления	Люди пожилого возраста более прагматичны в своем выборе, «навязать» им дополнительную покупку достаточно сложно.
	Появление новых групп потребителей	Ожидание потребителем от продавца более тонкого понимания потребностей, отсюда как возможный вид работы – «нишевание»: работа с возрастными клиентами, работа с «Т-поколением», работа с людьми с нестандартной фигурой и т.д. [13].
Развитие информационных технологий	Повышенная мобильность покупателей	Покупатель меньше привязан к одному бренду, легко переключается. Удерживать покупателя позволяют все события, которые выстраиваются вокруг товара, подарки, мастер-классы и т.д. [14]. Развитие рынка мобильных устройств позволяет «добраться» до потенциального покупателя в любом месте и в любое время [15].
	Самостоятельность потребителя	Покупатель приходит с iPad в магазин, и из разных источников он уже узнал все, что хотел (и даже больше): почитал характеристики товара и его конкурентов, поучаствовал в конкурсе от производителя, сыграл во флэш-игру [16,17].
	Открытость индивидов	Привыкание потребителя к открытости информации о нем самом и его образе жизни (скачивание личных данных потребителя, «жизнь напоказ»), отсюда: развитие продвижения через социальные сети, с помощью известных блогеров.
	Качественные изменения в мышлении и поведении индивидов	Выросло поколение, не представляющее своей жизни без всевозможных гаджетов, отсюда: быстрое развитие игрового промоушена; активное развитие флэш-моба как отдельного маркетингового инструмента; развитие онлайн-ритейла [18].
Большое количество выданных населению кредитов	Тщательное распределение потребителем доходов	Количество выданных населению кредитов достаточно велико. Человек выбирает, как он будет тратить деньги. Благодаря новым технологиям, есть возможность предоставлять покупателю больше сервисов за счет того, что продавец больше знает о покупателе.

Обозначенные тренды и возможные линии поведения хозяйствующих субъектов позволяют говорить о возникновении и развитии *new-normal маркетинга* и его специфического инструментария, направленного на привлечение и удержание потребителя с учетом его сегодняшних особенностей, ожиданий, образа мыслей и стиля жизни. Авторами предложена концептуальная модель *new-normal маркетинга*, включающая в себя инструменты и объекты и позволяющая менять модель поведения предприятия на рынке от фокусировки «товарно-центрированного» бизнеса к «клиент-центрированной» модели (рисунок 1).

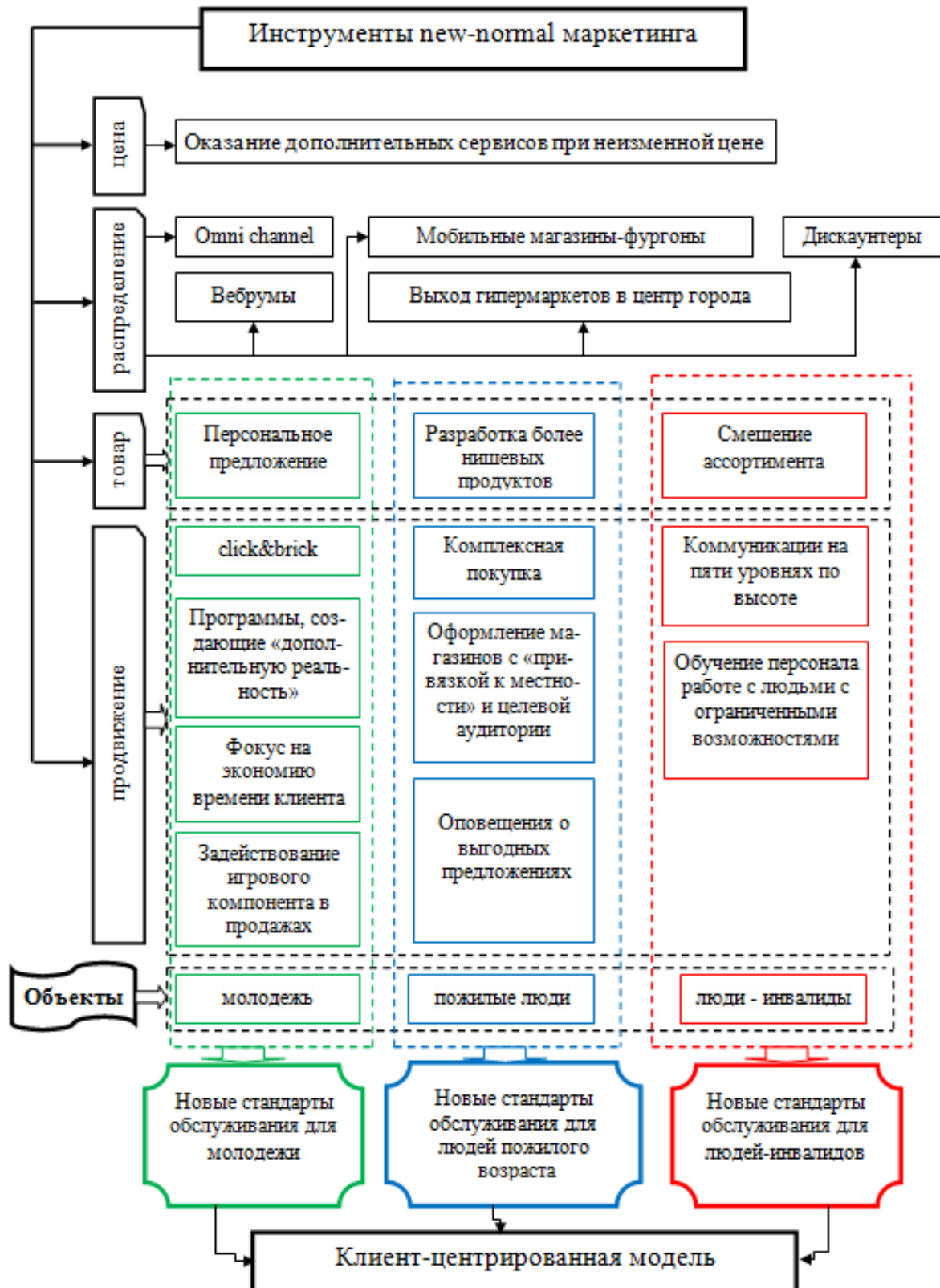


Рис. 1 – Концептуальная клиент-центрированная модель new-normal маркетинга

Примечание: предложена авторами

Для более глубокого понимания сущности концептуальной клиент-центрированной модели new-normal маркетинга авторами в таблице 3 приведены примеры его инструментов.

Таблица 3 – Примеры инструментов new-normal маркетинга

Инструменты new-normal маркетинга	Практический пример
Разработка более нишевых продуктов	Предложение товары для возрастной и «пенсионной» аудитории Создание магазинов или специальных отделов для придерживающихся здорового образа жизни Создание специальных сервисов для категории «мамы с детьми» (в частности, относящиеся к доставке товара)
Персональное предложение	Например: – потребитель заказывает кофе в сети кофеен и получает стаканчик, на котором написано его имя (при входе клиента фотографируют); – потребитель составляет список покупок на сайте торговой точки, приходит после работы в магазин и получает именной пакет с собранными товарами (весьма актуально для продуктовых магазинов или торговых точек, специализирующихся, например, на фруктах-овощах-зелени, когда потенциальный покупатель формирует свой заказ, руководствуясь рецептом приготовления определенного блюда)
Смещение ассортимента	Например: – аптеки расширяют широту ассортимента за счет внедрения продуктов питания ; – магазины отделочных материалов – велосипеды; – рестораны – продуктовые магазины: в таких заведениях очень доверительная и позитивная атмосфера, можно у шеф-повара взять рецепт понравившегося блюда и мастер-класс, можно тут же приготовить полуфабрикаты, то есть можно покушать, отдохнуть, пообщаться, весело и с пользой провести время и при этом уйти домой с нужными покупками.
Оказание дополнительных сервисов при неизменной цене	Например: – бесплатная вода или туалетная комната для клиентов (например, в банке); – магазин мобильной электроники предлагает консультации для людей, осваивающих гаджеты: приходит пожилая женщина со смартфоном, подаренным внуками или детьми, чтобы распечатать фотографии, которые она привыкла хранить в альбоме, а не показывать их друзьям на телефоне. У нее смартфон забирают, переносят фото на флэшку, а затем распечатывают.
Omni channel – это обеспечение интегрированной торговли через все доступные каналы продаж: интернет-магазин, оффлайн-магазин, мобильные устройства, по телефону, социальные сети и т.д. [19,20]	Например: – когда идет регистрация в социальных сетях, об этом узнает розничный магазин и с помощью такой информации уже заранее знает, что хочет данный пользователь, и, когда потенциальный покупатель приходит в торговую точку, ему уже предлагают то, что было интересно онлайн. В России использование такого инструмента пока сопряжено с определенными трудностями, поэтому нужно некоторое время, чтобы перешагнуть через страх «меня знают, меня просматривают»; – магазин мужской одежды считывает номера мобильных телефонов посетителей: если, например, в телефоне пользователь отметит галочкой, что разрешает определять его геолокацию, то, когда он заходит в магазин, по номеру телефона будут видны все его предыдущие покупки, и продавец сможет ему предложить то, что он чаще всего покупает, не тратя время клиента
Вебрумы – это формат торговли в среде Интернет (шоу-рум – демонстрационная комната и веб – Интернет) [21].	Являются продолжением и расширением инструмента Omni channel. Механизм: потребитель начинает процесс покупки на одной площадке (например, в интернете, причем в любое время и в любом месте), а покупает – на другой (в обычном магазине или с доставкой). Например: – американский производитель электрокаров премиум-класса в помещении ставит лишь пару автомобилей для образца: с помощью цифрового киоска и консультанта клиент может рассмотреть машину в деталях и принять решение по результатам тест-драйва, а сам товар доставят в выбранное место и указанное время; – старейший универмаг Нью-Йорка перешёл на следующую схему: покупатель выбирает в магазине на мониторе терминала товары, которые хотел бы примерить, и на экране высвечивается номер примерочной кабинки, а нужные модели доставляются туда по специальной трубе.
Фокус на экономии времени клиента	Например, создание уголка для мам, где все товары, которые могут потребоваться (от молока до памперсов) собраны в круговом стеллаже, то есть мама с ребенком входит в круг, берет все, что ей необходимо, и быстро идет на кассу.
Click&brick	Например: – использование наружной витрины магазина в качестве витрины интернет-магазина. Так, выставленная в витрине экспозиция подразумевает, что можно считать QR-код с каждого выставленного там товара и моментально заказать этот товар через интернет-магазин, то есть уже можно не заходить в сам магазин.

Окончание Табл. 3 – Примеры инструментов new-normal маркетинга

Инструменты new-normal маркетинга	Практический пример
Коммуникации на пяти уровнях по высоте	<p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – используется низ торгового оборудования, середина, верхняя часть: на всех уровнях сообщают какую-то полезную, позитивную, мотивирующую информацию; – множество разнообразных постеров создают настроение – улыбающиеся лица людей с приобретенным товаром в руках и т.п.; – использование видео-панелей и больших экранов; – для коммуникации с посетителем активно используются зоны общего пользования – туалеты, примерочные, коридоры, лифты; много пробников можно найти в самых неожиданных местах (например, в туалетах пробники от представленных в магазине брендов).
Комплексная покупка	<p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в продуктовых магазинах делают мобильные рецептурные экспозиции: блюдо дня – «спагетти болоньезе» – на стенде красиво и аппетитно оформленное готовое блюдо, на мониторе – красочно поданы рецепт и технология приготовления (и, конечно же, необходимые продукты). Тут же на полке выставлен весь необходимый набор продуктов. Блюдо дня регулярно обновляется.

Таким образом, подводя итог, можно отметить, что в настоящее время в мире произошел переход к новому состоянию экономики, которое получило название New Normal. Потребительский рынок утратил свое лидирующее положение, и в этой ситуации на помощь приходят новые тренды трейд-маркетинга, которые увеличивают реальные доходы, что позитивно влияет на состояние потребительского рынка. Обозначенные выше инструменты new-normal маркетинга будут способствовать обретению компаниями-производителями и ритейлерами новых конкурентных преимуществ, основанных на знании индивидуальных особенностей их целевых аудиторий (а это, прежде всего, грамотная и кропотливая работа с базами данных), понимании новых процессов, происходящих в обществе, и необходимости отказа от работы «по старинке», но использования всех возможностей, которые дает современная тенденция к информатизации и диджитализации.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Брагина Е. А. Новая Нормальность / Е. А. Брагина // Мировое и национальное хозяйство. – 2012. – № 4 (23). – С.1-4.
2. Громыко А. А. «Новая Нормальность» или новое «большое соглашение»? / А. А. Громыко // Современная Европа. – 2015. – № 2. – С. 5-8.
3. Прокопенко М. В. Потребительский рынок в условиях «Новой Нормальности» / М. В. Прокопенко, А. Ю. Чмырева // Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство; право и управление. – 2016. – № 6. – С. 7-12.
4. Дынкин А. В. В поисках новой нормальности / А. В. Дынкин // Научные труды Вольного экономического общества. Юбилейное издание к 250-летию ВЭО России. – 2015. – Т. 195. – С. 466-480
5. Медведев Д. А. Новая реальность: Россия и глобальные вызовы / Д. А. Медведев // Вопросы экономики. – 2015. – № 10. – С. 5-29.
6. Воронкова О. Н. «Новая нормальность» мирохозяйственного развития и стратегия российского бизнеса / О. Н. Воронкова // Финансовые исследования. – 2016. – № 3 (52). – С. 119-123.
7. Гуковская А. А. «Новая Нормальность» и трансформация рисков / А. А. Гуковская // Прорывные научные исследования. – 2016. – С. 82-90.
8. Рекорд С. И. Роль форсайтов мировой экономики в деятельности энергетических компаний / С. И. Рекорд // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 1-1 (103). – С. 60-64.
9. Тюриков А. Г. «Новая нормальность» и российское общество. Социальное измерение / А. Г. Тюриков, А. В. Новиков // III Международный форум Финансового университета «Ловушка «Новой нормальности». – 2016. – № 4. – С. 114-116.
10. Горбунова Л. Новая нормальность и смена инструментов стимулирования сбыта [Электронный ресурс] / Л. Горбунова. – URL: <http://trademarketing.ru/content/novaya-normalnost-i-smena-instrumentov> (дата обращения 15.01.2018 г.).
11. Силин Я. П. «Новая Нормальность» в Российской экономике: региональная специфика / Я. П. Силин, Е. Г. Анимича, Н. В. Новикова // Экономика региона. – 2016. – № 3. – С. 714-725.
12. Куренова Д. Г. К разработке маркетингового инструментария воздействия на покупательское поведение при выборе «экспрессивных» товаров / Д. Г. Куренова // Поиск новых резервов экономического роста России в условиях трансформации мировой экономики. Материалы международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 111-122.
13. Иващенко К. Ю. Обзор перспективных инструментов продвижения книжных магазинов / К. Ю. Иващенко, Д. Г. Куренова // Сборник научных трудов факультета экономики, управления и бизнеса. Краснодар: ООО «Издательский Дом-Юг», 2016. – С. 49-52.

14. Токмаков А. Д. Виртуальные карты лояльности – инструмент управления конкурентной позицией бизнеса / А. Д. Токмаков, Е. В. Кривошеева // Сборник научных статей Института экономики, управления и бизнеса Статьи студентов по материалам 44 научной студенческой конференции КубГУ. Краснодар, 2017. – С. 42-44.
15. Михайлова В. М. К оценке эффективности инструментов SMM и SMO маркетинга / В. М. Михайлова, О. В. Селиверстова // Материалы международной научной конференции «Актуальные вопросы экономики и современного менеджмента». Самара. – 2017. – С. 110-114.
16. Шабаева Е. М. Блогинг как инструмент интернет-маркетинга / Е. М. Шабаева, В. М. Михайлова // Проблемы и перспективы формирования маркетинговых стратегий в условиях нестабильных рынков. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 169-175.
17. Куринова Д. Г. Перспективы развития online-ритейла в России / Д. Г. Куринова, Е. М. Шабаева // Поиск новых резервов экономического роста России в условиях трансформации мировой экономики: Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2017. – С. 32-39.
18. Савидов М. А. Использование подхода OMNI-CHANNEL в маркетинговых коммуникациях / М. А. Савидов // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 3-1. – С. 156-158.
19. Михайлова В. М. Исследование средств продвижения продукции (услуг) в среде интернет / В. М. Михайлова, Е. М. Шабаева // Практический маркетинг. – 2017. – № 3 (241). – С. 31-35.
20. Кривошеева Е. В. Развитие инструментария продвижения брендов в социальных медиа / Е. В. Кривошеева, В. М. Михайлова, Т. В. Маликова // Поиск новых резервов экономического роста России в условиях трансформации мировой экономики: Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2017. – С. 235-246.
21. Куринова Д. Г. Эмотивный мерчендайзинг как инструмент трейд-маркетинга / Д. Г. Куринова, Ф. А. Савельев // Экономическая политика России в условиях нестабильности мировой экономики: Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2016. – С. 322-332.

Список литературы / References

1. Bragina E.A. Novaya Normalnost [New Normal] / E.A. Bragina // Mirovoye i natsional'noye khozyaystv [World and National Economy]. – 2012. – No. 4 (23). – P.1-4. [In Russian]
2. Gromyko A.A. «Novaya Normalnost» ili novoe «bolshoe soglashenie»? [“New Normal” or New “Big Deal”?] / A.A. Gromyko // Sovremennaya Yevropa [Modern Europe.] – 2015. – No. 2. – P. 5-8. [In Russian]
3. Prokopenko M.V. Potrebitelskii rynek v usloviyakh «Novoi Normalnosti» [Consumer Market in the Conditions of “New Normal”] / M.V. Prokopenko, A.Yu. Chmyreva. // Nauka i obrazovaniye: khozyay-stvo i ekonomika, predprinimatel'stvo; pravo i upravleniye [Science and Education: Household and Economy, Entrepreneurship; Right and Management]. – 2016. – No. 6. – P. 7-12. [In Russian]
4. Dynkin A. V poiskakh novoi normalnosti [In Search of New Normal] / A.V. Dynkin // Yubileynoye izdaniye k 250-letiyu VEO Rossii [Scientific Works of the Free Economic Society. Anniversary edition to the 250th anniversary of AEC of Russia]. – 2015. – V. 195. – P. 466-480. [In Russian]
5. Medvedev D.A. Novaya realnost: Rossiya i globalnye vyzovy [New Reality: Russia and Global Challenges] / D.A. Medvedev // Voprosy ekonomiki [Economic Issues]. – 2015. – No.10. – P. 5-29. [In Russian]
6. Voronkova O.N. «Novaya normalnost» mirokhozayastvennogo razvitiya i strategiya rossiiskogo biznesa [“New Normal” of World Economic Development and the Strategy of Russian Business] / O.N. Voronkova // Finansovyie issledovaniya [Financial Studies.] – 2016. – No.3 (52). – P. 119-123. [In Russian]
7. Gukovskaya A.A. «Novaya normalnost» i transformatsiya riskov [“New Normal” and Risk Transformation] / A.A. Gukovskaya // [Proryvnyye nauchnyye issledovaniya Breakthrough Scientific Research]. – 2016. – P. 82-90. [In Russian]
8. Rekord S.I. Rol forsaitov mirovoi ekonomiki v deyatel'nosti energeticheskikh kompanii [Role of foresights in the World Economy in the Activities of Energy Companies] / S.I. Record // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudar-stvennogo ekonomicheskogo universiteta [News of St. Petersburg State University of Economics]. – 2017. – No. 1-1 (103). – P. 60-64. [In Russian]
9. Tyurikov A.G. «Novaya normalnost» i rossiiskoe obshchestvo. Sotsialnoe izmerenie» [“New Normal” and Russian Society. Social Dimension] / A.G. Tyurikov, A.V. Novikov // III Mezhdunarodnyy forum Finansovogo universiteta «Lovushka «Novoy normal'nosti» [III International Forum of the Financial University “Trap of the “New Normal.”] – 2016. – No.4. – P. 114-116. [In Russian]
10. Gorbunova L. Novaya normalnost i smena instrumentov stimulirovaniya sbyta [New Normal and Change of Sales Promotion Tools] / L. Gorbunova [Electronic resource]. – URL: <http://trademarketing.ru/content/novaya-normalnost-i-smena-instrumentov> (accessed: 15.01.2018). [In Russian]
11. Silin Ya.P. «Novaya Normalnost» v Rossiiskoi ekonomike: regionalnaya spetsifika [“New Normal” in the Russian Economy: Regional Specificity] / Ya.P. Silin, E.G. Animitsa, N.V. Novikova // Ekonomika regiona [Economy of the Region]. – 2016. – No.3. – P. 714-725. [In Russian]
12. Kurenova D.G. K razrabotke marketingovogo instru-mentariya vozdeistviya na pokupatel'skoe povedenie pri vybere «ekspressivnykh» tovarov [To Developing Marketing Tools to Influence Consumer Behavior when Selecting “Expressive” Goods] / D.G. Kurenova, A.N. Bulgakova // Poisk novykh rezervov ekonomicheskogo rosta Rossii v usloviyakh transformatsii mirovoy ekonomiki. Materialy mezhduna-rodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Search for New Reserves of Russia's Economic Growth in the Context of the World Economy Transformation. Materials of the International Scientific-Practical Conference]. – 2017. – P. 111-122. [In Russian]
13. Ivashchenko K.Yu. Obzor perspektivnykh instrumentov prodvizheniya knizhnykh magazinov [Overview of

Promotion Tools for Promising Bookstores] / K.Yu. Ivashchenko, D.G. Kurenova // Sbornik nauchnykh trudov fakul'teta ekonomiki, upravleniya i biznesa. Krasnodar: OOO «Izdatel'skiy Dom-Yug» [Collection of Scientific Works of the Faculty of Economics, Management and Business. Krasnodar: OOO Publishing House – South], 2016. – P. 49-52. [In Russian]

14. Tokmakov A.D. Virtualnye karty loyalti – instrument upravleniya konkurentnoi pozitsiei biznesa [Virtual Loyalty Cards - Tool for Managing a Competitive Business Position] / A.L. Tokmakov, E.V. Krivosheeva // Sbornik nauchnykh statey Instituta ekonomiki, upravleniya i biznesa Stat'i studentov po materialam 44 nauchnoy studencheskoy konferentsii KubGTU. [Collection of Scientific Articles of the Institute of Economics, Management and Business Students on the Materials of the 44th Scientific Student Conference of Kuban State Technical University.] Krasnodar, 2017. – P. 42-44. [In Russian]

15. Mikhailova V.M. K otsenke effektivnosti instrumentov SMM i SMO marketinga [To Assess the Effectiveness of SMM and SMO Marketing Tools] / V.M. Mikhailova, O.V. Seliverstova // Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Aktual'nyye voprosy ekonomiki i sovremennogo me-nedzhmenta» [Proceedings of the International Scientific Conference “Topical Issues of Economics and Modern Management.”] Samara. – 2017. – P. 110-114. [In Russian]

16. Shabaeva E.M. Blogging kak instrument internet-marketinga [Blogging as an Internet Marketing Tool] / E.M. Shabaeva, V.M. Mikhailova // Problemy i perspektivy formirovaniya marketingovykh strategiy v usloviyakh nestabil'nykh rynkov. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Problems and Prospects for the Formation of Marketing Strategies in Unstable Markets. Materials of the International Scientific-Practical Conference]. – 2016. – P. 169-175. [In Russian]

17. Kurenova D.G. Perspektivy razvitiya online-riteila v Rossii [Prospects for the Development of Online Retail in Russia] / D.G. Kurenova, E.M. Shabaeva // Poisk novykh rezervov ekonomicheskogo rosta Rossii v usloviyakh transformatsii mirovoy ekonomiki: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krasnodar: FGBU "Rossiyskoye energeticheskoye agentstvo" Minenergo Rossii Krasnodarskiy TSNTI- filial FGBU "REA" Minenergo Rossii [Search for New Reserves of Economic Growth in Russia in the Conditions of the World Economy Transformation: Materials of the International Scientific-Practical Conference. Krasnodar: FSBI “Russian Energy Agency” of the Ministry of Energy of Russia Krasnodar CSTI - Branch of FSBI “REA” of the Ministry of Energy of Russia], 2017. – P. 32-39. [In Russian]

18. Savidov M.A. Ispolzovanie podkhoda OMNI-CHANNEL v marketingovykh kommunikatsiyakh [Using the OMNI-CHANNEL Approach in Marketing Communications] / M.A. Savidov // Novaya nauka: opyt, traditsii, innovatsii [New Science: Experience, Traditions, Innovations]. – 2016. – No. 3-1. – P. 156-158. [In Russian]

19. Mikhailova V.M. Issledovanie sredstv prodvizheniya produktov (uslug) v srede internet [Research Means of Promoting Products (Services) in the Internet Environment] / V.M. Mikhailova, E.M. Shabaeva // Prakticheskii marketing [Practical Marketing]. – 2017. – No. 3 (241). – P. 31-35. [In Russian]

20. Krivosheeva E.V. Razvitie instrumentariya prodvizheniya brendov v sotsialnykh media [Development of Tools to Promote Brands in Social Media] / E. V. Krivosheeva, V.M. Mikhailova, T.V. Malikova // Poisk novykh rezervov ekonomicheskogo rosta Rossii v usloviyakh transformatsii mirovoy ekonomiki: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krasnodar: FGBU "Rossiyskoye energeticheskoye agentstvo" Minenergo Rossii Krasnodarskiy TSNTI- filial FGBU "REA" Minenergo Rossii [Search for New Reserves of Economic Growth in Russia in the Context of the World Economy transformation: Materials of the International Scientific-Practical Conference. Krasnodar: FSBI “Russian Energy Agency” of the Ministry of Energy of Russia Krasnodar CSTI - Branch of FSBI “REA” of the Ministry of Energy of Russia], 2017. – P. 235-246. [In Russian]

21. Kurenova D.G. Emotivnyi merchendaizing kak instrument treid-marketinga [Emotive Merchandising as a Tool for Trade Marketing] / D.G. Kurenova, F.A. Saveliev // Ekonomicheskaya politika Rossii v usloviyakh nestabil'nosti mirovoy ekonomiki: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krasnodar: FGBU "Rossiyskoye energeticheskoye agentstvo" Minenergo Rossii Krasnodarskiy TSNTI- filial FGBU "REA" Minenergo Rossii [Economic Policy of Russia in the Conditions of the World Economy Instability: Materials of the International Scientific-Practical Conference. Krasnodar: FSBI “Russian Energy Agency” of the Ministry of Energy of Russia Krasnodar CSTI - Branch of FSBI “REA” of the Ministry of Energy of Russia], 2016. – P. 322-332. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.022>

КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРАНАХ С РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ЭКОНОМИКОЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Научная статья

Хотеева М.С.^{1,*}, Хотеева Д.С.²

¹ ORCID: 0000-0003-0895-6675,

¹ Научный исследовательский ядерный университет (МИФИ), Москва, Россия;

² ЗАО Лидер, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (MSKhoteyeva[at]mephi.ru)

Аннотация

Данная статья изучает роль правового регулирования в сфере корпоративного управления в странах с развивающейся экономикой, проводя критический анализ ситуации в стране БРИКС – Бразилии. Статья представляет обзор теоретических аспектов правового регулирования корпоративного управления, того, как оно работает и какое влияние оказывает на развитие экономики страны. Автор статьи задается вопросом, каким образом корпоративное управление может повлиять на приток иностранных инвестиций в развивающуюся страну. Выводы данной статьи иллюстрируются на примере Бразилии, где относительно недавно было внедрено правовое регулирование корпоративного управления в компаниях, и анализируется опыт, который был получен в результате. На основе этого примера автор проводит анализ того, какие существуют проблемы в сфере внедрения и регулирования корпоративного управления и приводит способы их преодоления с целью придания уверенности иностранным инвесторам в привлечении иностранного капитала в страну.

Ключевые слова: корпоративное управление, развивающаяся экономика, БРИКС, корпорации, менеджмент.

CORPORATE MANAGEMENT IN COUNTRIES WITH DEVELOPING ECONOMY: THEORY AND PRACTICE

Research article

Khoteeva M.S.^{1,*}, Khoteeva D.S.²

¹ ORCID: 0000-0003-0895-6675,

¹ National Research Nuclear University (MEPhI), Moscow, Russia;

² Lead Legal Adviser, Leader CJSC, Moscow, Russia

* Corresponding author (MSKhoteyeva[at]mephi.ru)

Abstract

This article considers the role of legal regulation in corporate management in developing economies, by conducting a critical analysis of the situation in one of the BRICS countries – in Brazil. The article provides an overview of the theoretical aspects of the legal regulation of corporate management, the way it works and the effect it has on the development of the country's economy. The author of the article studies how corporate management can affect the inflow of foreign investment in a developing country. The findings of this article are illustrated on the example of Brazil, where legal regulation of corporate management in companies was recently introduced, and the experience gained as a result is analyzed. Based on this example, the author analyzes what problems exist in the implementation and regulation of corporate governance and provides the ways to overcome them in order to give foreign investors confidence in attracting foreign capital into the country.

Keywords: corporate management, developing economy, BRICS, corporations, management.

Введение

В настоящее время наблюдается быстрое развитие в области корпоративного управления на глобальном уровне. Особенно сильно этот тренд прослеживается в странах с развивающейся экономикой. Страны БРИКС, которые представляют развивающиеся страны с наиболее высоким уровнем роста экономики, показывают наибольший интерес в продвижении использования кодексов корпоративного управления в компаниях, направленных на защиту интересов акционеров, иных заинтересованных лиц, а также экономики в целом. Международные организации, такие как Организация экономического сотрудничества и развития, разработали международные стандарты и правила корпоративного управления для того, чтобы облегчить процесс создания кодексов корпоративного управления [8, С. 10]. Можно говорить о том, что корпоративное управление стало важнейшей частью глобальной организационной системы, такой, которая стандартизована, согласована, четко определена на международном уровне.

В данной статье фокусируется внимание на анализе системы корпоративного управления с теоретической точки зрения, а также проводится на примере Бразилии анализ состояния системы корпоративного управления в стране с развивающейся экономикой, в стране БРИКС.

Определение корпоративного управления

Понимание того, как работает система корпоративного управления, приходит от понимания самой сути феномена корпоративного управления в современном мире. В работе по корпоративному управлению Дж. Соломон [8, с.25] показывает, что не существует одного принятого определения корпоративного управления. Определения изменяются в зависимости от страны. «Узкий» подход к определению корпоративного управления рассматривает его просто как взаимоотношения между компанией и ее акционерами. Этот подход является традиционным и находит свое выражение в отчете Кедберри, изданном в 1992 году, который определяет корпоративное управление как «систему, посредством которой компании управляются и контролируются». Однако, в настоящее время этот подход был

пересмотрен, и стал применяться более широкий подход, который часто используется в академических кругах и в правоприменительной практике по всему миру.

Самое широкое определение корпоративного управления предполагает, что компании несут ответственность перед обществом в целом, перед будущими поколениями и природой. Таким образом, в широком смысле корпоративное управление определяется как система сдержек и противовесов в компании, как внутренних, так и внешних, что обеспечивает предоставление компаниями своей отчетности всем заинтересованным сторонам, а также обеспечивает наличие социальной ответственности компаний перед обществом при осуществлении ими своей предпринимательской деятельности [8, С. 10].

Анализируя определения корпоративного управления далее, нужно отметить, что целью корпоративного управления является следующее:

1. Корпоративное управление направлено на упрощение и стимулирование деятельности организаций посредством создания и поддержания инициатив, которые мотивируют внутренний ресурс организаций к увеличению их операционной эффективности, возврату вложений и долговременному росту продуктивности;

2. Корпоративное управление нацелено на недопущение злоупотребления властью внутри организации над корпоративными ресурсами, неважно, осуществляется ли такое злоупотребление выведением активов вне организации или в какой-либо иной форме неправомерное использование корпоративных ресурсов для своих личных целей;

3. Корпоративное управление предоставляет способы мониторинга и контроля поведения управляющего персонала для обеспечения корпоративного учета и предоставления достаточно хорошую защиту инвесторов и общественных интересов посредством корпоративных правил и процедур.

Корпоративное управление как современная система корпоративного контроля появилась как ответ на ряд громких скандалов, таких как Дело Энрона в 2001 году или Дело «Европейского Энрона» - Пармалат в 2003 году. Падение Энрона ускорило проведение реформ в области корпоративного управления на международном уровне [3, С. 7]. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) сыграла важнейшую роль в развитии и внедрении по всему миру норм и принципов корпоративного управления.

Принципы корпоративного управления, разработанные ОЭСР, были впервые опубликованы в 1998 году и стали отправной точкой для международного нормотворчества в этой области, для инвесторов, организаций и иных заинтересованных лиц во всем мире [10]. Они продвигали корпоративное управление и предоставили необходимые руководящие указания для органов законодательной и исполнительной власти как в странах, присоединившихся в ОЭСР, так и во всех остальных странах.

Основные критерии, которые ОЭСР рекомендует включить в кодексы корпоративного управления, следующие:

1. Определение базы для формирования основ корпоративного управления;
2. Права акционеров и основной функционал владельцев организаций;
3. Равные права всех акционеров;
4. Роль иных заинтересованных лиц в корпоративном управлении;
5. Порядок раскрытия информации о деятельности организации и прозрачность;
6. Ответственность общего собрания акционеров.

Эти основополагающие критерии объединяют все основные принципы корпоративного управления и выделяют важнейшие проблемы: право и равноправное отношение ко всем акционерам и иным финансовым заинтересованным лицам; роль нефинансовых заинтересованных лиц; раскрытие информации и прозрачность; ответственность общего собрания акционеров [12]. Включение вышеприведенных основных принципов в кодексы корпоративного управления в развивающихся странах определяет правильное понимание функционирования системы корпоративного управления. Для стран с развивающейся экономикой улучшение корпоративного управления очень важно, и оно служит достижению следующих целей. Хорошее корпоративное управление снижает уязвимость развивающихся рынков перед финансовыми кризисами, укрепляет права собственности, уменьшает стоимость капитала, ведет к развитию рынка капитала. В то же время, слабое корпоративное управление уменьшает доверие инвестора и может подорвать доверие инвесторов, особенно иностранных инвесторов [12].

Теория корпоративного управления

Существует ряд теорий, которые были разработаны для того, чтобы объяснить и проанализировать систему корпоративного управления как отдельный инструмент. В данном разделе автор раскроет некоторые теоретические подходы к проблеме корпоративного управления в зависимости от того, как корпоративное управление объясняется. Так, из финансовой сферы вытекает агентская теория, и из экономической сферы – теория транзакционных затрат [8, С. 27].

Впервые агентская проблема была выявлена в 1970-х годах, когда были введены в общее использование такие понятия как ограниченная ответственность и корпоративная собственность [8, С. 27] и, в связи с этим полностью изменилась система управления компаниями. Агентские отношения были определены как контракт, по которому одна сторона (принципал) нанимает другую сторону (агент) для выполнения от его имени и в его интересах различных поручений. Принципал передает некоторые полномочия по принятию решений агенту [6, С. 9].

Агентская проблема появляется, когда возникает невозможность полного контроля действий агента со стороны принципала. В связи с этим, агентская теория представляет отдельный взгляд на то, как заставить агента работать в интересах принципала. Одно из основных предположений данной теории состоит в том, что цели агента и принципала входят в конфликт. В своей работе Соломон [8, С. 28] отмечает, что менеджеры (управленцы) иногда имеют тенденцию к проявлению эгоизма, который проявляется в том, что они концентрируются в основном на своих собственных интересах, а не на интересах владельцев компании. Это приводит к тому, что такие управленцы более заинтересованы в проектах и инвестициях, приносящих высокие, но кратковременные доходы нежели в более длительных проектах с малой доходностью, растянутой во времени. По мнению Соломона, решить данную проблему

можно с помощью внедрения системы мониторинга в компании, также достаточно успешно показывает себя система вознаграждения менеджмента компании и система долговых контрактов с менеджерами, которые устанавливают зависимость между работой менеджеров на благо компании и интересами владельцев.

Теория транзакционных затрат, открытая Уильямсоном в 1996 году, по его же словам представляет собой «междисциплинарный альянс права, экономики и организации» [8, С.13]. Данная теория основывается на том факте, что компании стали настолько большими, что они могут заменить собой рынок при распределении ресурсов.

У компаний есть выбор между двумя методами получения контроля над ресурсами:

- собственность над активами – иерархическое решение – где решения о производстве, предложении и закупке средств вложения принимаются менеджерами и утверждаются руководителями в соответствии с их иерархией в компании;

- покупка активов в собственность – рыночное решение – когда физические и юридические лица принимают решения, которые основываются и координируются рынком.

Примером собственности над активами могут служить нефтяные компании, которые контролируют и принимают основные решения по процессу производства, от разведки нефти до ее очистки и продажи. Примером второго метода может служить маленький магазин розничной торговли, чьи решения в сфере продажи товаров регулируются рыночным спросом и рыночными ценами.

Еще одна немаловажная теория анализа корпоративного управления – теория широкого круга заинтересованных лиц, появившаяся в 1970-х годах прошлого века. Развитие этой теории обусловлено все более важной ролью частных компаний в обществе, которые стали получать все больше внимания со временем, имея все большее влияние на работников, на окружающую среду, местные сообщества (заинтересованные лица), а также владельцы компаний [8, С. 28]. В основе теории заинтересованных лиц лежит тот факт, что компании в настоящее время настолько большие и их влияние на общество так велико, что они должны передать некоторые вопросы управления обществу в целом. Например, устраивать общественные обсуждения важнейших вопросов жизни общества в тех сферах, в которых они влияют на общество (сфера экологии, социальной защиты населения и т.д.). Среди заинтересованных лиц эта теория рассматривает и граждан, которые являются налогоплательщиками и соответственно оплачивают всю государственную инфраструктуру, используемую компаниями в их деятельности [7, С. 9]. Наравне с приведенной теорией существует также теория корпоративной социальной ответственности компании, которая становится основным проблемным вопросом для компаний в современной экономической и политической ситуации.

Таким образом, различные теории корпоративного управления позволяют увидеть проблему с разных сторон и показать, какое влияние имеет корпоративное управление и его регулирование на владельцев компании и всех заинтересованных лиц, а также на общество в целом и даже на окружающую среду, в которой компания ведет свою деятельность. Этот анализ имеет огромное значение в понимании природы корпоративного управления.

В разных странах мира концепция корпоративного управления сильно различается. Основные различия связаны с особенностями каждой страны, однако существуют две основные модели корпоративного управления:

1. Страны гражданского права. Этими странами являются такие страны, как: Франция, Италия и Германия, которые рассматривают корпоративное управление с точки зрения его влияния на всех заинтересованных лиц и включение их в интересы деятельности компании. Так, корпоративное управление имеет целью объединение интересов таких групп лиц, как менеджеры, работники, поставщики компании и другие заинтересованные лица [9, С. 21]. Этот подход, также известный как модель внутреннего корпоративного контроля, дает наибольший контроль над компанией ее работникам, которые очень близки к работе компании.

2. Страны общего права. Такими странами являются Великобритания, США, Австралия и Канада, имеющие в основе своей правовой системы традиционные структуры и поэтому выработавшие систему корпоративного управления, сфокусированную на интересах собственников компании и получении прибыли от ее деятельности. Этот подход, который также известен как модель внешнего корпоративного контроля, определяет различия между собственниками и менеджерами компании.

Эти два подхода, хотя на первый взгляд и очень разные, имеют ряд схожих черт. В обеих моделях собственники компании выбирают и организуют систему менеджмента компании и назначают лиц, ответственных за принятие управленческих решений, а также дают им полномочия на управление компанией в соответствии с политикой управления, определенной собственниками компании. Системы корпоративного управления в различных странах представляют собой адаптированные версии от общепринятых норм и принципов корпоративного управления, подходящих под правовые и экономические системы этих стран.

Анализ модели корпоративного управления в Бразилии как в стране с развивающейся экономикой

Бразилия как одна из стран БРИКС и страна с развивающейся экономикой является очень интересным примером для анализа проблем и настоящей ситуации в сфере регулирования корпоративного управления [1, с.176]. Причиной, послужившей развивающейся экономике, такой как экономика Бразилии, иметь систему корпоративного управления явился рост котировок бразильской биржи в 2000 годах, в связи с чем в страну было привлечено множество иностранных инвесторов. Также развитию корпоративного управления послужило издание принципов корпоративного управления ОЭСР, рост инвестиционного капитала и желания избежать скандалов, связанных с корпоративным управлением. С начала 2000-х годов Бразилия стала более привлекательным местом для компаний, которые стремятся увеличить собственный капитал. Экономические изменения включают быстрый экономический рост, достижения макроэкономической стабильности, статус инвестиционной привлекательности для государственных и частных компаний. Рост пенсионных фондов, ставших главными инвесторами в акции открытых акционерных обществ, также сыграло важную роль в развитии корпоративной системы Бразилии [1, с.178].

Реформа корпоративного управления Бразилии начала развиваться в конце 1990-х годов. Кодекс корпоративного управления Бразилии был опубликован в 1999 году и был пересмотрен в 2001, 2003, 2004 годах с последней версией, изданной в 2010 году. Данный кодекс инкорпорирует лучшие практики корпоративного управления, и был издан

бразильским институтом корпоративного управления. Из-за этого кодекса Бразилия стала страной, находящейся на стадии развитой системы корпоративного управления [12]. Частный сектор принял инициативу, направленную на стимулирование сокращения разрыва между существующей правовой системой и лучшими мировыми практиками для издателей, в желании выделить себя в борьбе за капитал в своей стране и за рубежом. Таким образом, требования более жесткого регулирования корпоративного управления была внедрена и дала инвесторам эталон для измерения корпоративного управления.

Целью кодекса является предоставление принципов и базы корпоративного управления публичным и частным компаниям также как компаниям с ограниченной ответственностью и компаниям, предоставляющим услуги, а также некоммерческим организациям с целью увеличения стоимости компании, упростить доступ к капиталу по более низким ценам, увеличить корпоративную производительность и обеспечить устойчивость и выживаемость компании в долгосрочной перспективе.

Основные принципы бразильской системы корпоративного управления разделены на четыре основные категории:

Справедливость: справедливое и равное отношение ко всем миноритарным группам, как со стороны собственников, так и со стороны всех иных лиц. Дискриминация по любому признаку абсолютно недопустима.

Подотчетность: все лица, причастные к управлению компанией, а также к ее деятельности в целом должны отчитываться о своей работе за все то время, что они были наняты в компании.

Корпоративная ответственность: управление компанией должно обеспечить долгосрочное существование, устойчивость и долговременное планирование деятельности компании, а также должны включать защиту окружающей среды и общественные интересы в свою деятельность. Социальная роль компании должна включать предоставление рабочих мест населению, профессиональную подготовку и переподготовку кадров, а также улучшение стандартов жизни населения обеспечивая защиту окружающей среды, организовывая культурные, социальные и образовательные инициативы в процветание компании.

Прозрачность: правление компании должно информировать владельцев для того, чтобы построить атмосферу доверия в компании, а также должно взаимодействовать с местным населением с целью информирования о проводимых компанией мероприятиях. Предоставление информации о деятельности компании не должно ограничиваться отчетами о стратегии работы и активностью на рынке.

Выполнение перечисленных принципов дает компании возможность решить свои управленческие проблемы и показать свою надежность и устойчивость.

Проблемы бразильской модели корпоративного управления

Проблемы бразильской модели корпоративного управления появляются из таких факторов как концентрация функции принятия решения находится в руках нескольких акционеров, плохое функционирование правления и невнимание к миноритарным владельцам. Это те проблемы, которые присутствуют в модели корпоративного управления в Бразилии и на решение которых направлена разработка кодекса корпоративного управления этой страны. На первый взгляд, можно сказать, что это общие проблемы, с которыми сталкивается любая страна, но для Бразилии жизненно важно преодолеть и разрешить данные трудности в корпоративном управлении для того, чтобы иметь возможность привлекать больше иностранных инвесторов.

Основными целями бразильской модели корпоративного управления являются реформирование структуры владения компаниями, установление более строгого и прозрачного механизма контроля за правлением компаний, а также создание и гарантирование всем заинтересованным лицам доступ к открытой информации о деятельности компаний.

Структура управления компаниями такова, что они часто имеют семейное управление, даже крупные организации. Проблема совета директоров заключается в отсутствии определенных функций менеджеров, совета и контрольных держателей акций в семейной компании. Директора зачастую используют неформальные методы управления в связи с отсутствием строгих внутренних требований и предписаний. Советы директоров зачастую существуют исключительно для того, чтобы компания выполняла требования закона, а не для осуществления руководства компанией.

Немаловажной является проблема доступа общественности к открытой информации о деятельности компании, размещенной в сети Интернет или в иных открытых источниках [2, С. 88]. Основы корпоративного управления должны обеспечить своевременное и достоверное раскрытие информации по всем вопросам, касающимся компании, включая финансовую ситуацию, производительность компании, собственность и управление компанией.

Для того, чтобы улучшить применение теории корпоративного управления на практике и показать проблемы бразильской системы корпоративного управления, необходимо проанализировать пример бразильской компании, имевшей в недавнем времени проблемы с корпоративным управлением. Таким примером является скандал с Петробрасом, где более двадцати управленцев из шести больших строительных компаний были задержаны за увеличение цены на конкурсах по контрактам Петробраса и за уплату взяток членам парламента, а также за кражу около 752,6 млн. долларов в течение семи лет. Из-за этого скандала в феврале 2015 года рейтинговое агентство Фитч снизило рейтинг компании с BBB до BBB- с отрицательными перспективами. Президент Бразилии, находящаяся у власти в то время, Дилма Руссеф была председателем совета директоров Петробраса в 2003 – 2010 годах в то время, когда осуществлялось незаконное присвоение денег. По ее словам, проблемы Петробраса появились из-за отсутствия регулирования в сфере корпоративного управления в компании, что и привело к возможности такого незаконного присвоения денежных средств в больших размерах.

В связи с тем, что федеральное Правительство Бразилии контролирует порядка 60,5% акций Петробраса, у него есть прямое влияние на выбор работников руководящих должностей и на контроль за деятельностью компании. Таким образом, отсутствие правил корпоративного управления в компании было известно Правительству страны, а также всему руководству компании. Обвинители по делу также заявляют, что менеджмент компании сговорился увеличить стоимость очистки, перевозки, рекламы и иных товаров, и сервисов.

Из-за такого подхода и скандала с мошенничеством в отношении денежных сумм, компания потеряла иностранных инвесторов, тем самым лишившись главного источника влияния на улучшения процесса управления компанией. Также в результате этого скандала в государственной компании, в Бразилии был поднят вопрос об импичменте президента из-за недовольства представителей бизнеса и народа и из-за ухудшающейся экономической ситуации и подрыва веры в правительство.

Этот пример наглядно иллюстрирует как сильно влияет уровень корпоративного управления компанией на состояние дел в экономике страны. Несоблюдение норм корпоративного управления и высокий уровень коррупции в отдельной компании с государственным участием показывает необходимость наличия кодекса корпоративного управления в компании. При этом предписания кодекса должны исполняться для того, чтобы предоставить наилучшую среду для того, чтобы управляющее звено действовало в интересах компании и в соответствии с требованием норм корпоративного управления и в интересах инвесторов, которым необходимо знать, что компания стабильна, успешно управляется и осуществляет деятельность в рамках предписаний требований кодекса корпоративного управления.

Заключение

Анализируя состояние регулирования в области корпоративного управления в большинстве стран с развивающейся экономикой, можно смело говорить о том, что оно характеризуется наличием многоуровневой корпоративной системы управления и миноритарными акционерами. Последствием наличия данной особенности корпоративного управления в развивающихся странах является работа внутригосударственных институтов управления и жестким соблюдением государственных норм корпоративного управления. Миноритарные акционеры не могут быть защищены от действий мажоритарных акционеров если в стране не существует правовых норм, закрепляющих права и обязанности акционеров в управлении компанией. К тому же, корпоративное управление не может правильно функционировать если государственные институты управления признают возможность мажоритарных акционеров доминировать над миноритарными.

Из приведенного в работе примера Бразилии видно, что правительство страны должно работать над усилением контроля за реализацией норм и правил корпоративного управления для того, чтобы не допускать создания параллельных систем управления внутри компаний, коррупции и хищения средств, как это случилось в компании Петробрас. Именно из-за наличия этих проблем иностранные инвесторы не заинтересованы либо опасаются делать инвестиции или заключать долгосрочные контракты в странах с развивающейся экономикой, таких как Бразилия.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Black, B., Carvalho, A.G., Oliveira Sampaio, J. The Evolution of Corporate Governance in Brazil. – Emerging markets review, Vol.20, 2014. – pp.176-195.
2. Eddis, C., Grau, M., Miller, J., Moglestad, M. Corporate Governance Comparison and Analysis: Brazil. – Drake Management Review, Vol.3, Issue 1, 2013. – pp.81-102.
3. Healy, Paul M., Krishna G. Palepu. The Fall of Enron. – Journal of Economic Perspectives, Vol.17, No.2, 2003. – pp.3-26.
4. Jensen, M.C. and W.H. Meckling. Theory of the Firm: Managerial Behaviour, Agency Costs and Ownership Structure. – Journal of Financial Economics 3 (4), 1976. – pp.305-360.
5. Lashgari, M. Dr. Corporate governance: Theory and Practice. – The Journal of American Academy of Business, 2004. – pp.46-51.
6. McColgan, P. Agency theory and corporate governance: a review of the literature from a UK perspective. – University of Strathclyde, Glasgow, working paper, 2001. – pp.1-76.
7. Pige, B. Stakeholder theory and corporate governance: the nature of the board information. – Management, Vol.7, 2002. – pp.1-17.
8. Solomon, J. Corporate governance and accountability. – John Wiley & Sons; 3rd Revised edition edition, 2010. – 440 p.
9. Solomon, J. & Solomon, A. Corporate Governance and Accountability. – Chichester: Wiley, 2004. – 318 p.
10. OECD Principles of Corporate governance. OECD, 2004.
11. Code of Best Practice of Corporate Governance. IBGC – Instituto Brasileiro de Governanca Corporativa. 2010. See section: Objectives and basic principles.
12. The World Bank Report (2005), Corporate Governance Report on the Observance of Standards and Codes. Corporate Governance Country assessment: Brazil.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.023>**«РУССКИЙ ТАНЕЦ» П.И. ЧАЙКОВСКОГО (ИЗ БАЛЕТА «ЛЕБЕДИНОЕ ОЗЕРО») В ПОСТАНОВКЕ КАСЬЯНА ГОЛЕЙЗОВСКОГО**

Научная статья

Рыжовой Т.А. *

ORCID: 0000-0002-9624-352X,

Московская государственная академия хореографии, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (paporotno[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье кратко прослеживается история сценических воплощений «Русского танца» на музыку П.И. Чайковского из балета «Лебединое озеро». Особое внимание уделено постановке К.Я. Голейзовского, осуществленной им в 1966 году. Увлечение балетмейстера историей искусства Средней Азии и стран Востока нашло отражение и в хореографической лексике упомянутого произведения. На сегодняшний день, «Русский танец» – одна из наиболее востребованных миниатюр из наследия К.Я. Голейзовского. Концертный номер исполняется как профессиональными балеринами, так и учащимися детских школ искусств. В связи с этим возникает проблема сохранения подлинного хореографического текста произведения.

Ключевые слова: «Лебединое озеро», «Русский танец» П.И. Чайковского, К.Я. Голейзовский, хореографическая лексика.

“RUSSIAN DANCE” BY P.I. TCHAIKOVSKY (FROM “SWAN LAKE” BALLET) IN KASYAN GOLEIZOVSKY PRODUCTION

Research article

Ryzhova T.A. *

ORCID: 0000-0002-9624-352X,

Moscow State Academy of Choreography, Moscow, Russia

* Corresponding author (paporotno[at]yandex.ru)

Abstract

The article briefly traces the history of the stage productions of the Russian Dance to the music by P.I. Tchaikovsky from the “Swan Lake” ballet. Particular attention is paid to the production of K.Ya. Goleizovsky created in 1966. The choreographer’s passion for the history of art in Central Asia and Eastern countries is reflected in the choreographic vocabulary of the work. Today, “Russian Dance” is one of the most popular miniatures from the K.Ya. Goleizovsky’s heritage. The concerted number is performed by both professional ballerinas and students of children’s art schools. This poses the problem of preserving the original choreographic text of the work.

Keywords: “Swan Lake,” “Russian Dance” by P.I. Tchaikovsky, K.Ya. Goleizovsky, choreographic vocabulary.

В 1895 году на сцене Мариинского театра состоялась знаменитая премьера балета «Лебединое озеро» на музыку П.И. Чайковского. Имена балетмейстеров, создателей этого хореографического шедевра, известны всему миру – Мариус Петипа и Лев Иванов. Но первая постановка принадлежала чешскому балетмейстеру Юлиусу Венцелю Рейзингеру, он осуществил ее на сцене Большого театра в 1877 году. Как сообщают афиши, спектакль был представлен московской публике в бенефис «танцовщицы г-жи Карпаковой 1-й», выпускницы Московского Императорского театрального училища 1865 года, ученицы Карло Блазиса [7, С. 70]. «Русский танец» появился в «Лебедином озере» как часть партии Одетты, и Пелагея (Полина) Михайловна Карпакова стала его первой исполнительницей, а Венцель Рейзингер – первым балетмейстером, автором хореографического текста.

Ю.А. Бахрушин писал, что в третьем действии балета ведущая балерина принимала участие только в танцах невест, но ближе к премьере возникла необходимость включить в спектакль «русский танец, как дань патриотизму в условиях начавшейся войны между Россией и Турцией», что не вызвало возражений у автора музыки [1, С. 162]. Что касается критиков, то они недоумевали по поводу «Русского танца»: «Как он попал на бал к германской принцессе – об этом ведаёт только г. Рейзингер», – можно прочитать в «Современных известиях» от 26 февраля 1877 года [10].

Другой версии придерживается правнук П.М. Карпаковой – А.Б. Зеленский. П.И. Чайковский написал вставной номер «по просьбе самой балерины» и «специально для ее бенефиса» [4]. О его хореографическом воплощении мы можем узнать из газетной статьи в «Русских ведомостях» за 1877 год: «Более оживленными вышли характерные танцы в III действии, но и здесь эти танцы сочинены не Рейзингером, а попросту позаимствованы им из разных других балетов. Вот “Русский танец” <...>, по всей вероятности, составляет плод фантазии самого Рейзингера, ибо только немец может признать за русский танец те пируэты, которые должна была выделять г-жа Карпакова» [10].

Интересно, что в постановке «Лебединого озера» 1877 года некоторое участие принял и Мариус Петипа. Все началось с конфликта между Анной Иосифовной Собещанской и Петром Ильичом Чайковским. Назначенная первой исполнительницей партии Одетты Собещанская, осталась без сольного выхода в третьем действии и отказалась участвовать в спектакле. Амбициозная танцовщица обратилась к Мариусу Ивановичу с просьбой сочинить для нее соло. Признанный мэтр использовал для постановки музыку Людвиг Минкуса, но, как пишет Ю.А. Бахрушин, Чайковский «наотрез отказался включать в балет музыку другого композитора», а балерина не желала отказываться от

созданного для нее в Петербурге танца [1, С. 162]. Чтобы решить проблему, Петр Ильич сочинил новый номер, по своему ритмическому рисунку точно повторяющий музыкальный фрагмент Минкуса, и вариацию.

В 1895 году, благодаря гению М. Петипа и Л. Иванова, «Лебединое озеро» получило свое второе рождение на сцене Мариинского театра, однако, в новой постановке в сюите характерных танцев были только испанский, венгерский, неаполитанский и мазурка.

В 1901 г. в Москве Александр Горский, создав свою оригинальную хореографию «Русского танца», из «Лебединого озера» перенес его в пятое действие балета «Конек-горбунок, или Царь-Девуца» Ц. Пуни (по А. Сен-Леону в редакции М. Петипа), а в 1912 году спектакль был возобновлен в северной столице. На премьере в Большом театре вариацию Царь-Девуцы исполнила А.А. Джури, хотя, как утверждают балетоведы, особенно неподражаема в этой пляске была Екатерина Гельцер. «Танец состоял из пластических поз, причем каждой позе соответствовало мимическое выражение. "Русская" требовала больших артистических данных и за внешней незамысловатостью скрывала филигранную, продуманную игру» [6, С. 153].

В 1969 году Юрий Григорович вернул танец в сюиту характерных номеров третьего акта «Лебединого озера». Сохранив хореографию А.А. Горского, он передал его Русской невесте, появляющейся на сцене в сопровождении свиты из шести девушек. Все номера дивертисмента исполнялись на пальцах и представляли собой сольные вариации невест с элементами национального танца.

Спустя четверть века после Горского к музыке П.И. Чайковского обращается Касьян Голейзовский и в 1920-30-х гг. сочиняет концертный номер для солистки Большого театра Анастасии Абрамовой, хотя в сборнике статей, посвященном жизни и творчеству балетмейстера [2], «Русский танец» на музыку П.И. Чайковского не значится. Танцевала ли Абрамова на пальцах или босиком? Насколько отличалась первая редакция от созданной им же в 1966 году миниатюры для солистки Москонцерта Риммы Петровой? Мы не знаем. Но именно этот, более поздний, хореографический шедевр Голейзовского в 1989 году был восстановлен и передан Риммой Леонидовной Петровой Екатерине Максимовой. Выдающаяся балерина исполняла номер (в редакции Владимира Васильева) на пальцах, и для нее это было органично, хотя оригинальное название номера – «Сенная девушка» – предполагало, что танцовщица выходит на сценическую площадку босиком.

Римма Леонидовна вспоминала встречу с балетмейстером, предшествующую постановке: «Я сочиню для тебя русский танец на музыку Чайковского, – решил Голейзовский, – ты будешь изображать сенную девушку. Эта девушка из крестьян, прислуживает барыне, она хорошенькая, с чистой душой, как ты. Она выходит босая, идет по росе, радуется солнышку, птичкам, мечтает о суженом, танцует, воображает себя царевной» [4, С. 34].

Касьян Ярославич Голейзовский, создававший свои произведения во всех танцевальных жанрах, автор книги «Образы русской народной хореографии», долгое время занимался исследованием хореографической культуры народов Средней Азии [3]. В рукописях из семейного архива хранится богатейший этнографический материал по истории танцевального искусства, зародившегося на территории давно исчезнувших с карты мира государств: Согдианы, Кангхи и Бактрии. Наиболее ранние сведения о них Голейзовский находил, изучая трактаты древнегреческих историков, Гекатея Милетского (VI в. до н.э.) и Геродота (V в. до н.э.). Тема Востока занимала особое место в творчестве балетмейстера, о чем говорят названия наиболее крупных его работ: «Половецкие пляски» в опере «Князь Игорь» А.П. Бородина (1926, 1934), «Бахчисарайский фонтан» Б.В. Асафьева (1939), «Ду гуль» С.Н. Василенко (1941), «Лейли и Меджнун» С.А. Баласаняна (1964). Особенно интересно, что в хореографическую канву «Сенной девушки» на музыку П.И. Чайковского были органично вплетены элементы народных танцев Средней Азии (перегибы корпуса, определенная координация рук и головы в поворотах и «припаданиях» и т.д.).



Рис. 1 – Положения корпуса и рук, придающие движениям восточный колорит

Едва заметные мотивы восточной хореографии придают особую, неповторимую окраску и пластическую выразительность движениям «Русского танца». Интересно, что учащиеся Московской академии хореографии, разучивая номер на уроках учебной практики, пытались уловить и передать нюансы аутентичного текста. Вовлеченные в творческий процесс, они с неподдельным удивлением не раз задавали вопрос: «А это, действительно, русский танец?»

Анализ хореографической лексики миниатюры требует отдельного исследования, более глубокого и подробного. Многогранный и яркий образный ряд композиции, с одной стороны, дает исполнительнице простор для творчества, возможность проявить свою артистическую индивидуальность, с другой стороны, смысл, вложенный балетмейстером в каждое движение, диктует определенную манеру исполнения, обязывает к точному воспроизведению авторского текста.

Каденция П.И. Чайковского... Артистка, появляющаяся из верхней кулисы, делает два робких шага, поднимает голову, затем взгляд, и только потом начинается стелящийся бег по планшету сцены. Исполнительница вправе выбирать, кто это будет: крестьянка, сошедшая с полотен А.Г. Венецианова, или юная царица из сказок А.С. Пушкина; она идет по дощатому полу деревянной избы, или по мягкой траве-мураве, а может под ее стопами – мелкий речной камень, похожий на скатный жемчуг. Балетмейстер Валентин Манохин в начале 1966 года присутствовал на одной из репетиций, когда Голейзовский объяснял смысл этих первых шагов: «Ранним утром ты идешь, просветленная, босая, по мокрой от росы траве, твои стопы целуют землю» [5, С. 34]. По словам Манохина, Р.Л. Петрова «делала это выразительно, тонко и нежно» [5, С. 34]. Остановившись в центре сцены, танцовщица медленно поднимала округленные в локтях и запястьях руки, протягивала их вперед-вверх, как бы «приветствуя Солнце», напоминая своим обликом девушек, нарисованных на палехских шкатулках. Постепенно взгляд переводится все выше, вслед за руками, раскрывающимися «к небу». Они покачиваются в такт «плывущим облакам» и на последние такты каденции опускаются, последовательно смягчаясь в пальцах, запястьях, локтях и плечах. И уже внизу, едва касаясь сарафана тыльными сторонами ладоней, нужно осторожно раскрыть кисти рук – так, чтобы с кончиков пальцев, «как с лепестков цветка капельки росы упали на землю». Далее начинался сам танец, и один за другим сменялись женские образы: «статная красавица с коромыслом», «крепостная девочка, мечтающая (хоть на минуточку) прилечь на пуховую перину», «панночка, любующаяся колечками на своих тонких пальцах», или «играющая с зеркальцем», знакомая нам по картине Михаила Врубеля «Царица-Лебедь», или «девушка, которая уже полюбила, но пока еще не знает кого», «крестьянская девчушка, которая ранним утром открывает шторы на окнах в деревянной избе» или, «разыгравшись на зеленом лугу, изображает птичку» и т.д. [фото 4, 5, 6]



Рис. 2 – Положения корпуса и рук, придающие движениям восточный колорит

Каждая танцовщица, сохраняя хореографическую основу, неизбежно вносит что-то свое в манеру исполнения, по своему расставляет акценты. Тем не менее, очень важно сохранить уникальные и тонкие нюансы оригинальной постановки, особенности пластической выразительности, передавая их из рук в руки следующим поколениям; важно наполнить движения и жесты тем смыслом, который вкладывал в них автор. Именно эти моменты делают исполнение танца «Сенной девушки» неповторимым и незабываемым.

Критики не раз сходились во мнении, что исполнение этого номера требует от танцовщицы не только таланта, но и культуры, вкуса, понимания художественной задачи. «Не так легко почувствовать и воспроизвести его самобытный стиль, добиться особой естественности, того легкого дыхания в танце, без которого нет настоящего Голейзовского», – писал известный режиссер и балетный критик Б.А. Львов-Анохин [8, С. 7].

Сегодня, спустя более пятидесяти лет, миниатюра, созданная К.Я. Голейзовским, исполняется и как концертный номер, и как часть сюиты характерных танцев в третьем действии балета «Лебединое озеро» в некоторых театрах не только в России, но и за рубежом (в Перу, Германии и др.). Ее можно увидеть на концертах учащихся Московской государственной академии хореографии, на экзаменах по народно-сценическому танцу в старших классах. Это одна из наиболее востребованных постановок балетмейстера, но, к сожалению, существует обратная сторона медали – искажение подлинного хореографического текста [9], вследствие чего первоначальный авторский замысел становится недоступным для понимания, а трактовка танцевальных образов не вполне корректной и оправданной. В такой ситуации разрушается живая непосредственная эмоциональная связь между артистом и зрителем. Один неоправданный жест, неверный взгляд или случайный поворот головы исполнителя способен мгновенно разрушить эту тонкую невидимую связь, лишая человека, сидящего в театральном кресле, иллюзии и чувства сопричастности к великому искусству. Но, как считал мастер, художественная ценность любого произведения искусства, в том числе и хореографического, заключается в силе его эмоционального воздействия на зрителя.

Балетмейстер-новатор Касьян Голейзовский, представитель академической школы, ученик М.М. Фокина и А.А. Горского, посвятил свою жизнь поискам по созданию нового пластического языка. «Русский танец» на музыку из балета «Лебединое озеро» П.И. Чайковского является частью нашего культурного наследия. Трактовка музыкального материала и его сценическое воплощение у А.А. Горского и К.Я. Голейзовского, учителя и ученика, в значительной степени отличаются, но в равной степени самоценны.

Своеобразие и поэтика уникальных пластических образов «Русской» К.Я. Голейзовского, результат синтеза движений классического танца и этнографического материала. Это один из творческих методов выдающегося мастера. Данный опыт может служить базовой основой для молодых балетмейстеров, ищущих свой путь в хореографическом искусстве.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность сыну хореографа – Н.К. Голейзовскому за любезно предоставленную возможность работать с документами из семейного архива.

На фотографиях: учащаяся Московской государственной академии хореографии София Козулина

Конфликт интересов

Не указан.

Acknowledgement

The author expresses sincere gratitude and appreciation to the son of the choreographer N.K. Goleizovsky for kindly providing an opportunity to work with the documents from the family archive.

In the photographs: Sofia Kozulina, a student of the Moscow State Academy of Choreography.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Бахрушин Ю. А. История русского балета / Ю. А. Бахрушин. – М.: Просвещение, 1973. 3-е издание. – 310 с.
2. Голейзовский К. Я. Список постановок / К. Я. Голейзовский // Касьян Голейзовский. Жизнь и творчество. – М.: ВТО, 1984. – С. 537–552.
3. Голейзовский К. Я. Хореография Средней Азии. Рукопись, архив семьи Голейзовских / К. Я. Голейзовский.
4. Зеленский А. Б. Пелагея Михайловна Карпакова. [Электронный ресурс] / А. Б. Зеленский URL: <https://1001.ru/articles/post/balerina-bolshogo-teatra-27659> (дата обращения: 20.11.2018)
5. Кайтмазова Б. Как рождался шедевр / Б. Кайтмазова, В. Манохин // Балет. – 2008. – № 2 (150). – С. 34-35.
6. Красовская В. М. Русский балетный театр начала XX века. Ч. II. Танцовщики / В. М. Красовская. – СПб: Лань, 2009. – 528 с.
7. Леонова М. К. Из истории московской балетной школы (1773-1917). Часть II / М. К. Леонова, З. А. Ляшко – М.: МГАХ, 2014. – 332 с.
8. Львов-Анохин Б. А. Татьяна танцует русскую / Б. А. Львов-Анохин // Вечерняя Москва. –1993. – № 130 (21026). – 8 июля.
9. Уральская В. Наследие и наследство. О хореографе К. Голейзовском вспоминают артисты балета / В. Уральская // Балет. – 2008. – № 5. – С. 7-11.
10. История постановки Русского танца в балете "Лебединое озеро". [Электронный ресурс] URL: <http://studbooks.net/1878884> (дата обращения: 20.11.2018)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bakhrushin Yu.A. Istoriya russkogo baleta [History of Russian Ballet] / Yu. A. Bakhrushin. – М.: Prosveshcheniye, 1973. 3rd edition. – 310 p. [In Russian]
2. Goleizovsky K.Ya. Spisok postanovok [List of Productions] / K.Ya. Goleizovsky // Kasyan Goleizovsky. Life and Art. – М.: ВТО, 1984. – p. 537–552.
3. Goleizovsky K.Ya. Khoreografiya Srednei Azii [Choreography of Central Asia]. Manuscript, archive of the Goleizovsky family / K.Ya. Goleizovsky. [In Russian]
4. Zelenskii A.B. Pelageya Mikhailovna Karpakova [Pelageya Mikhailovna Karpakova] / A. B. Zelenskii. [Electronic resource] URL: <https://1001.ru/articles/post/balerina-bolshogo-teatra-27659> (accessed: 20.11.2018) [In Russian]
5. Kaitmazova B. Kak rozhalsya shedevr [How a Masterpiece was Born] / B. Kaytmazova, V. Manokhin // Balet [Ballet]. – 2008. – No. 2 (150). – P. 34-35. [In Russian]
6. Krasovskaya V.M. Russkii baletnyi teatr nachala XX veka [Russian Ballet Theatre of the Early 20th Century] Part II. Dancers / V.M. Krasovskaya. - SPb: Lan, 2009. - 528 p. [In Russian]
7. Leonova M.K. Iz istorii moskovskoi baletnoi shkoly (1773-1917). [From the History of the Moscow Ballet School (1773-1917)] Part II. / M. K. Leonova, Z. A. Lyashko – М.: Moscow State Agricultural Academy, 2014. – 332 p. [In Russian]
8. Lvov-Anokhin B.A. Tatiana tantsuet russkuyu [Tatiana is Dancing Russian] / B.A. Lvov-Anokhin // Vechernaya Moskva [Evening Moscow]. –1993. – No. 130 (21026). – July 8. [In Russian]
9. Uralskaya V. Nasledie i nasledstvo [Heritage and Inheritance]. Ballet Dancers Remember the Choreographer K. Goleizovsky / V. Uralskaya // Balet [Ballet]. – 2008. – No. 5. – P. 7-11. [In Russian]
10. Istoriya postanovki Russkogo tantsa v baletе "Lebedinoe ozero" [History of Russian Dance in "Swan Lake" Ballet] [Electronic resource] URL: <http://studbooks.net/1878884> (accessed: 20.11.2018) [In Russian]

О ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ТОПОЛОГИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Научная статья

Ушаков А.В. *

ORCID: 0000-0002-7665-2086,

Московский городской педагогический Университет, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (oushakov1974[at]yandex.ru)

Аннотация

Данная статья посвящена роли курса топологии для подготовки будущих учителей математики. Здесь рассматриваются различные аспекты педагогической направленности указанного курса. Особое внимание уделяется профессионализации обучения на практических занятиях по топологии. В статье приведены примеры задач, призванных оказать студентам педагогических вузов помощь в приобретении практических навыков, проиллюстрировать идеи и методы топологического исследования, обеспечить тем самым целостное усвоение всего материала.

Ключевые слова: высшая математика, топология, обучение, преподавание.

ON CONDUCTING PRACTICAL CLASSES IN TOPOLOGY IN PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Research article

Ushakov A.V. *

ORCID: 0000-0002-7665-2086,

Moscow City University, Moscow, Russia

* Corresponding author (oushakov1974[at]yandex.ru)

Abstract

This article considers the role of a topology course in training future teachers of mathematics. Various aspects of a pedagogical orientation of the specified course are considered in the paper. Particular attention is paid to the professionalization of education in practical exercises on topology. The article presents examples of tasks intended to assist students of pedagogical universities in the acquisition of practical skills, to illustrate ideas and methods of topological research, thereby ensuring a holistic mastery of all the material.

Keywords: higher mathematics, topology, training, teaching.

Раздел «элементы топологии» играет весьма значительную роль для подготовки математиков вообще и учителей математики в частности. Вряд ли можно построить курсы математического анализа, дифференциальной геометрии, теории функций, отвечающие современному состоянию этих дисциплин, без привлечения топологических понятий. Кроме того, с ними постоянно приходится иметь дело в курсе элементарной геометрии: граничные и внутренние точки, геометрическое тело и его поверхность и т.п. Точное определение этим понятиям в школе, как правило, не дается, однако учитель должен иметь возможность обсудить их с учащимися старших классов на доступном уровне. Преподавать элементы топологии школьникам можно в рамках специального элективного курса, целесообразность проведения которого обусловлена следующими факторами: расширение кругозора учащихся; стимулирование интереса к математике в целом; повышение уровня строгости курса; развитие логического и абстрактного мышления; осуществление пропедевтики вузовского курса высшей математики. Необходимо также отметить большое прикладное значение топологических исследований, поэтому в процессе знакомства даже с простейшими топологическими структурами, учащиеся приходят к осознанию единой естественно-научной картины мира. Таким образом, топологию нужно изучать на различных уровнях математического образования:

- в школе на элективном курсе по наглядной топологии;
- в бакалавриате на различных спецкурсах;
- в магистратуре как базовый курс;
- в аспирантуре или на курсах повышения квалификации.

Нам представляется весьма актуальным, чтобы у школьников уже была сформирована база для топологического восприятия мира, а студенты – будущие учителя могли решать эту задачу. Основные направления для такой профессиональной ориентации вузовского курса топологии мы видим в явном выделении его методологической составляющей, в усилении внимания к различным приложениям топологии, а также в осуществлении пропедевтической линии, владение которой важно для учителя.

В итоге, цель курса топологии педагогического вуза состоит в освоении фундаментальных понятий и фактов соответствующего раздела геометрии, а также демонстрации их приложений к школьному курсу элементарной математики. Достижение этой цели предполагает решение следующих задач: сформировать систему базовых знаний по общей топологии; выработать навыки их практического применения в учебной или профессиональной деятельности; ознакомить с основными концепциями и направлениями развития современной геометрии; развить представления о топологической структуре окружающего мира.

Большим потенциалом для усиления для усиления профессионально-педагогической направленности обучения обладают практические занятия по топологии. Профессионализация обучения здесь может осуществляться через

применение различных методов обучения; разбор примеров из школьных учебников по теме, связанной с текущим практическим занятием; моделирования ситуаций будущей профессиональной деятельности учителя.

На практические занятия по разделу «элементы топологии» традиционно выносятся следующие темы:

1. Метрические пространства.
2. Топологические пространства.
3. Непрерывные отображения и гомеоморфизмы.
4. Отделимость, компактность и связность.
5. Топологические многообразия.

Остановимся на каждом из этих вопросов подробнее:

1. Студенты должны знать определение и примеры метрических пространств (числовое пространство R^n с естественной метрикой). Уметь доказывать, что пространство является метрическим, т.е. проверять выполнение аксиом метрического пространства в каждом конкретном случае.

Знать определение открытых подмножеств метрического пространства, уметь доказывать их свойства.

Знать определение и признак непрерывного отображения метрических пространств.

2. Знать определение и примеры топологических пространств (топология порожденная метрикой; дискретная и антидискретная топологии; примеры топологий на множестве из двух элементов).

Знать определения открытого и замкнутого множества; окрестности точки и множества; внутренней, внешней и граничной точек; внутренности, замыкания и границы множества. Уметь оперировать этими понятиями, строить соответствующие примеры, а также доказывать простейшие свойства типа:

дополнение замыкания множества совпадает с внутренностью дополнения этого множества;

замыкание множества есть объединение его внутренности с границей;

множество открыто тогда и только тогда, когда оно совпадает со своей внутренностью;

множество замкнуто тогда и только тогда, когда оно содержит свою границу и т.п.

Знать определение подпространства топологического пространства. Уметь строить топологию, индуцированную на подмножестве из пространства.

3. Знать определение и признаки непрерывных отображений топологических пространств. Уметь проверять является ли данное отображение непрерывным или нет; доказывать непрерывность композиции непрерывных отображений и ограничения непрерывного отображения на подпространство.

Знать определение гомеоморфизма топологических пространств. Иметь представление о предмете топологии, как науки, изучающей свойства пространств, сохраняющиеся при гомеоморфизмах (или топологические инварианты).

4. Знать определение таких топологических инвариантов, как отделимость, компактность и связность. Уметь проверять их наличие или отсутствие для конкретных пространств.

5. Знать определение двумерного топологического многообразия и связанных с ним понятий: клеточного разложения, ориентируемости и эйлеровой характеристики.

Знать примеры многообразий (диск, сфера) и способ получения новых многообразий при помощи операции склеивания (лист Мебиуса, ручка, тор, бутылка Клейна, проективная плоскость). Уметь определять ориентируемо или нет каждое из построенных многообразий и подсчитывать их эйлерову характеристику. Иметь представление о классификации многообразий.

Практические занятия по топологии строятся, в основном, на решении задач, тщательный подбор которых играет важнейшую роль, особенно на уровне первоначального знакомства с этой дисциплиной. Дело в том, что строгие определения многих топологических понятий весьма громоздки, а содержательные теоремы появляются только после большой предварительной работы. Поэтому при разработке курса «элементы топологии» постоянно приходится решать вопросы, касающиеся отбора материала, зачастую ограничиваясь минимально необходимыми сведениями. В частности, на практических занятиях можно использовать лишь несколько сравнительно простых примеров топологических пространств и с их помощью проиллюстрировать все изученные теоретические факты. В результате одни и те же пространства становятся объектами серий задач, примеры которых приведены ниже.

Задача 1. Множество X состоит из трех элементов: $X = \{a, b, c\}$. Под открытыми множествами будем понимать пустое множество, множество X и его подмножества $O_1 = \{a\}$, $O_2 = \{b\}$, $O_3 = \{a, b\}$, $O_4 = \{a, c\}$.

1. Доказать, что тем самым на множестве X задана топология τ .

2. Найти все замкнутые множества топологического пространства (X, τ) .

3. Указать множества, которые являются одновременно открытыми и замкнутыми в X .

4. Найти границу, внутреннюю и внешнюю части множества $\{a, b\}$, а также замыкания множеств $\{a\}$, $\{b\}$, $\{c\}$.

5. Является ли непрерывным отображение $f: X \rightarrow X$, если: а) $f(a) = f(b) = a$ и $f(c) = c$; б) $f(a) = b$, $f(b) = a$, $f(c) = c$.

6. Является ли пространство X отделимым или связным.

Решение. Оформим результаты выполнения операций объединения и пересечения элементов совокупности τ в виде таблицы:

Таблица 1 – Операции над множествами в топологическом пространстве

\cup	\emptyset	X	O_1	O_2	O_3	O_4
\emptyset	\emptyset	X	O_1	O_2	O_3	O_4
X	X	X	X	X	X	X
O_1	O_1	X	O_1	O_3	O_3	O_4
O_2	O_2	X	O_3	O_2	O_3	X
O_3	O_3	X	O_3	O_3	O_3	X
O_4	O_4	X	O_4	X	X	O_4

\cap	\emptyset	X	O_1	O_2	O_3	O_4
\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
X	\emptyset	X	O_1	O_2	O_3	O_4
O_1	\emptyset	O_1	O_1	\emptyset	O_1	O_1
O_2	\emptyset	O_2	\emptyset	O_2	O_2	\emptyset
O_3	\emptyset	O_3	O_1	O_2	O_3	O_1
O_4	\emptyset	O_4	O_1	\emptyset	O_1	O_4

Таким образом, совокупность τ замкнута относительно указанных операций, а значит, является топологией на множестве X .

Замкнутыми множествами являются пустое множество, само множество X , а также множества $X \setminus O_1 = \{b, c\}$, $X \setminus O_2 = \{a, c\}$, $X \setminus O_3 = \{c\}$, $X \setminus O_4 = \{b\}$. При этом множества O_2 и O_4 одновременно открыты и замкнуты.

Множество $\{a, b\}$ открыто, а всякая окрестность точки c имеет с ним непустое пересечение, поэтому: $\text{int } \{a, b\} = \{a, b\}$, $\text{ext } \{a, b\} = \emptyset$, $\partial \{a, b\} = \{c\}$.

Замыкание множества есть наименьшее содержащее его замкнутое множество. В ходе решения задания 2) мы нашли все замкнутые множества пространства X . Теперь можно сразу записать, что: $\overline{\{a\}} = \{a, c\}$, $\overline{\{b\}} = \{b\}$, $\overline{\{c\}} = \{c\}$.

Отображение а) является непрерывным, поскольку прообразы $f^{-1}(\{a\}) = \{a, b\}$, $f^{-1}(\{b\}) = \emptyset$, $f^{-1}(\{a, b\}) = \{a, b\}$, $f^{-1}(\{a, c\}) = X$ открытых множеств, открыты в X . Аналогично доказывается, что отображение б) не является непрерывным.

Пространство X можно представить в виде объединения $O_2 \cup O_4$ двух непустых непересекающихся открытых множеств, поэтому оно является несвязным. Далее, любая окрестность точки c содержит точку a , поэтому у этих точек не существует непересекающихся окрестностей и пространство X не является отделимым.

Задача 2. Дана евклидова плоскость E_2 , на которой выбрана прямоугольная декартова система координат. Подмножество плоскости назовем открытым, если оно является пустым или вместе с каждой своей точкой содержит открытый круг $\Omega_r = \{M(x; y): x^2 + y^2 < r^2\}$, которому принадлежит точка.

1. Доказать, что тем самым на плоскости задана топология (она называется *концентрической*)

2. Доказать, что концентрическая топология обладает счетной базой.

3. Выяснить, какие из множеств являются открытыми, какие замкнутыми, а какие ни открытыми, ни замкнутыми:

а) открытый круг $\{M(x; y): x^2 + y^2 < r^2\}$; б) замкнутый круг $\{M(x; y): x^2 + y^2 \leq r^2\}$; в) прямая $\{M(x; y): x = a\}$; г) множество точек $\{M(x; y): x^2 + y^2 > r^2\}$; д) множество точек $\{M(x; y): x^2 + y^2 \geq r^2\}$.

4. Найти $\text{int } A$, $\text{ext } A$, ∂A , \bar{A} , если множество: A есть а) открытый круг $A = \{M(x; y): x^2 + y^2 < r^2\}$; б) замкнутый круг $A = \{M(x; y): x^2 + y^2 \leq r^2\}$; в) окружность $A = \{M(x; y): x^2 + y^2 = r^2\}$; г) прямая $A = \{M(x; y): x = a\}$; д) квадрат $A = \{M(x; y): -a \leq x \leq a, -a \leq y \leq a\}$.

5. Пусть на плоскости E_2 даны три точки $A(0; 0)$, $B(0; 1)$, $C(1; 0)$. Найти все открытые множества пространства $X = \{A, B, C\}$, топология которого индуцирована концентрической.

6. Выяснить, является ли непрерывным отображением: а) поворот вокруг начала координат; б) гомотетия с центром в начале координат; в) осевая симметрия, ось которой проходит через начало координат; г) параллельный перенос на ненулевой вектор.

7. Пусть на плоскости E_2 даны два луча $l_1 = \{M(x; y): x = 0, y \geq 2\}$ и $l_2 = \{M(x; y): y = 0, x \geq 2\}$. Будет ли подпространство $L = l_1 \cup l_2$ связным?

Решение. Из условия следует, что пустое множество и вся плоскость E_2 являются открытыми множествами. Рассмотрим произвольную совокупность $\{O_\alpha\}$ открытых множеств и точку $M_0 \in O = \bigcup_\alpha O_\alpha$. Тогда M_0 принадлежит некоторому множеству O_{α_0} из рассматриваемой совокупности. По определению открытого множества, найдется открытый круг Ω_{r_0} со свойством: $M_0 \in \Omega_{r_0} \subset O_{\alpha_0}$. Но $O_{\alpha_0} \subset O$, поэтому $\Omega_{r_0} \subset O$. Таким образом, множество O вместе со своей точкой M_0 содержит открытый круг Ω_{r_0} , т.е. является открытым. Возьмем любые два открытых множества O_1 и O_2 . Рассмотрим точку $M_0 \in O_1 \cap O_2$. Так как множества O_1 и O_2 открыты, то каждое из них вместе с точкой M_0 содержит открытый круг Ω_{r_1} и Ω_{r_2} соответственно. Пусть $r = \min\{r_1, r_2\}$. Тогда $M_0 \in \Omega_r \subset O_1 \cap O_2$. Таким образом, множество $O_1 \cap O_2$ открыто.

Ясно, что концентрическая топология обладает счетной базой, которая состоит из всех открытых кругов Ω_r рационального радиуса r .

Задание 3) решим в случаях б) и г). Обозначим $\bar{\Omega} = \{M(x; y): x^2 + y^2 \leq r^2\}$, так что $\{M(x; y): x^2 + y^2 > r^2\} = E_2 \setminus \bar{\Omega}$. Рассмотрим произвольно точку $M_0(x_0; y_0) \in \{M(x; y): x^2 + y^2 \geq r^2\}$ и содержащий ее открытый круг Ω_{r_0} с центром в начале координат. Тогда $r^2 \leq x_0^2 + y_0^2 < r_0^2$, следовательно, $\bar{\Omega} \subset \Omega_{r_0}$ и $\bar{\Omega} \neq \Omega_{r_0}$. Для любого такого r_0 множество Ω_{r_0} не содержится во множествах $\bar{\Omega}$ и $E_2 \setminus \bar{\Omega}$. Таким образом, множество $\bar{\Omega}$ и его дополнение $E_2 \setminus \bar{\Omega}$ не открыто и не замкнуто. Ответы для остальных пунктов задания 3): множество а) открыто; множество д) замкнуто, а множество в) не открыто и не замкнуто.

Пусть $A = \{M(x; y): x = a\}$. Ясно, что все точки открытого круга $\Omega_a = \{M(x; y): x^2 + y^2 < a^2\}$ являются внешними точками множества A , так как в качестве их окрестности, содержащейся в $X \setminus A$, можно взять Ω_a . Таким образом, $\Omega_a \subset \text{ext } A$. Рассмотрим произвольно точку $N \notin \Omega_a$ и ее окрестность O . Найдется открытый круг Ω_r со свойством $N \in \Omega_r \subset O$. В этом случае $a < r$, следовательно, $\Omega_r \cap A \neq \emptyset$, а значит $E_2 \setminus \Omega_a \subset \partial A$. Окончательно имеем:

$\text{int } A = \emptyset$, $\text{ext } A = \Omega_a$ и $\partial A = \bar{A} = E_2 \setminus \Omega_a$. Ответы для остальных пунктов задания 4): а) $\text{int } A = A$, $\text{ext } A = \emptyset$ и $\partial A = E_2 \setminus A$, $\bar{A} = E_2$; б) $\text{int } A = \{M(x; y): x^2 + y^2 < r^2\}$, $\text{ext } A = \emptyset$, $\partial A = \{M(x; y): x^2 + y^2 \geq r^2\}$, $\bar{A} = E_2$; в) $\text{int } A = \emptyset$, $\text{ext } A = \{M(x; y): x^2 + y^2 < r^2\}$, $\partial A = \bar{A} = \{M(x; y): x^2 + y^2 \geq r^2\}$; д) $\text{int } A = \{M(x; y): x^2 + y^2 < a^2\}$, $\text{ext } A = \emptyset$, $\partial A = \{M(x; y): x^2 + y^2 \geq a^2\}$, $\bar{A} = E_2$.

Точки B и C находятся на одинаковом расстоянии, равном единице, от начала координат A . Поэтому любое открытое множество, содержащее точку B , содержит также точки A и C . Далее, открытый круг с центром в начале координат и радиусом, меньшим единицы, содержит точку A , но не содержит точек B и C . Таким образом, открытыми множествами пространства X являются $\emptyset, X, \{A\}$.

При гомотетии с центром в начале координат и коэффициентом k прообразом открытого круга радиуса r является открытый круг радиуса $\frac{r}{|k|}$. Поэтому прообраз каждого открытого множества открыт и указанная гомотетия является непрерывным отображением. Ответы для остальных пунктов задания 6): отображения а), в) являются непрерывными; отображение г) не является непрерывным.

Ясно, что точки $M_1(0; 2)$ и $M_2(2; 0)$ принадлежат всякому непустому открытому в L множеству, поскольку оно содержит пересечение множества L и открытого круга Ω_r с центром в начале координат радиуса $r > 2$. Таким образом, любые два непустые открытые в L множества имеют непустое пересечение, поэтому пространство L связно.

Задача 3. Пусть X есть бесконечное множество. Его подмножество назовем открытым, если оно либо пустое, либо совпадает с X , либо его дополнение до X является конечным множеством.

1. Доказать, что тем самым на множестве X задана топология (она называется *топологией Зарисского*).
2. Доказать, что в случае несчетного множества X , топология Зарисского не имеет счетной базы.
3. Для открытого в X множества A найти $\text{int } A$, $\text{ext } A$, ∂A , \bar{A} .
4. Доказать, что всякое непрерывное отображение пространства X на прямую E_1 является постоянным.
5. Доказать, что пространство X является компактным, но не отделимым.

Решение. Возьмем любые два открытых множества O_1 и O_2 . Если одно из этих множеств пустое, то их пересечение этих пусто. Пусть теперь данные множества непустые. Тогда множество $X \setminus (O_1 \cap O_2) = (X \setminus O_1) \cup (X \setminus O_2)$ либо конечно, либо пусто, если $O_1 = O_2 = X$. В любом случае заключаем, что множество $O_1 \cap O_2$ открыто в X . Рассмотрим произвольную совокупность $\{O_\alpha\}$ открытых множеств. Без ограничения общности рассуждений, будем считать хоть одно из этих множеств непустым. Тогда множество $X \setminus \bigcup_\alpha O_\alpha = \bigcap_\alpha X \setminus O_\alpha$ конечно или пусто, а значит множество $\bigcup_\alpha O_\alpha$ открыто.

Пусть множество X несчетно. Доказательство утверждения из задания 2) проведем методом от противного: предположим, что β есть счетная база в X . Выберем произвольно точку $x \in X$ и определим множество $M = \cap \{U \in \beta: x \in U\}$. Если существует отличная от x точка $y \in M$, то для открытого множества $V = X \setminus \{y\}$ найдется такое множество $W \in \beta$, что $x \in W \subset V$. Это значит, что все множество M , а стало быть и точка y содержатся в V , что противоречит построению этого множества. Таким образом доказано, что $M = \{x\}$. Рассмотрим теперь дополнение $X \setminus M = \bigcup \{X \setminus U: U \in \beta, x \in U\}$ и заметим, что в правой части этого равенства стоит счетное множество (как счетное объединение конечных множеств вида $X \setminus U$), тогда как слева имеется несчетное множество $X \setminus M$.

В ходе решения задания 1), мы видели, что любые два непустые открытые в X множества имеют непустое пересечение. Учитывая это замечание и свойства указанных в задании 3) операций, получаем: $\text{int } A = A$, $\text{ext } A = \emptyset$, $\partial A = X \setminus A$, $\bar{A} = X$.

Предположим, что найдутся две различные точки $M, N \in f(X) \subset E_1$ и обозначим $\varepsilon = |MN|/2$. Тогда ε – окрестности точек M и N не пересекаются, поэтому их прообразы при отображении f представляют собой непустые непересекающиеся открытые в X множества. С другой стороны, в пространстве с топологией Зарисского любые два непустые открытые множества пересекаются. Таким образом, множество $f(X)$ состоит из одной точки, а само отображение f является постоянным.

Рассмотрим произвольное открытое покрытие Ω пространства X и множество $O \in \Omega$. Тогда множество $X \setminus O$ является конечным: $X \setminus O = \{x_1, \dots, x_n\}$. Обозначим через O_i такой элемент покрытия Ω , что $x_i \in O_i$. Тогда $\omega = \{O, O_1, \dots, O_n\}$ есть конечное подпокрытие покрытия Ω .

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Атанасян С. Л. Сборник задач по геометрии: учебное пособие для студентов III – IV курсов физико-математических факультетов педагогических вузов. В 2 ч. Ч. 2. / С. Л. Атанасян, Н. В. Шевелева, В. Г. Покровский. – М.: ЭКСМО, 2008. – 320 с.
2. Атанасян С. Л. Геометрия 2: учебное пособие для вузов / С. Л. Атанасян, В. Г. Покровский, А. В. Ушаков. – М.: БИНОМ, 2015. – 544 с.
3. Глизбург В. И. Гуманитарный потенциал обучения топологии и дифференциальной геометрии при подготовке учителя математики: Монография / В. И. Глизбург. – М.: МГСУ, М.: МГПУ, 2009. – 335 с.
4. Ушаков А. В. Элементы топологии: методическое пособие для студентов 5 курса математического факультета / А. В. Ушаков. – М.: МГПУ, 2005. – 30 с.
5. Ушаков А. В. Элементы топологии и дифференциальной геометрии: учебное пособие / А. В. Ушаков. – М.: МГПУ, 2010. – 144 с.
6. Ушаков А. В. Из опыта проведения практических занятий по топологии со студентами педагогических вузов / А. В. Ушаков // Педагогические науки. – 2005. – № 5 (15). – С. 152-156.

7. Ушаков А. В. О роли примеров на лекциях по топологии в педагогическом вузе / А. В. Ушаков // Педагогические науки. – 2012. – № 3 (54). – С. 74-84.
8. Ушаков А. В. О роли примеров на лекциях по дифференциальной геометрии в педагогическом вузе / А. В. Ушаков // Педагогические науки. – 2014. – № 3 (66). – С. 31-34.
9. Ушаков А. В. Использование информационных технологий при изучении геометрии в педагогическом вузе / А. В. Ушаков // Педагогические науки. – 2015. – № 2 (71). – С. 55-57.
10. Педагогическая направленность математических дисциплин в подготовке будущих учителей математики: Монография / А. В. Ушаков, Ю. А. Семеняченко, В. Г. Покровский и др. – М.: Издательство «Спутник+», 2016. – 144 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Atanasyan S. L. Sbornik zadach po geometrii: uchebnoe posobie dlya studentov III – IV kursov fiziko-matematicheskikh fakul'tetov pedagogicheskikh vuzov. In 2 h the P. 2. [Compilation problems on geometry: a manual for students of III-IV courses of physics and mathematics faculties of pedagogy. In 2-x h.] / S. L. Atanasyan, N. V. Sheveleva, V. G. Pokrovskij. – М.: ЕHKSMO, 2008. – 320 p. [in Russian]
2. Atanasyan S. L. Geometriya 2: uchebnoe posobie dlya vuzov [Geometry 2: textbook for high schools] / S. L. Atanasyan, V. G. Pokrovskij, A. V. Ushakov. – М.: BINOM, 2015. – 544 p. [in Russian]
3. Glizburg V. I. Gumanitarnyj potencial obucheniya topologii i differencial'noj geometrii pri podgotovke uchitelya matematiki: Monografija [The humanitarian potential of learning topology and differential geometry in the preparation of teachers of Mathematics: Monograph] / V. I. Glizburg. – М.: MGSU, М.: MGPU, 2009. – 335 p. [in Russian]
4. Ushakov A. V. Ehlementy topologii: metodicheskoe posobie dlya studentov 5 kursa matematicheskogo fakul'teta [Elements of the topology: a manual for students of the Faculty of mathematics course 5] / A. V. Ushakov. – М.: MGPU, 2005. – 30 p. [in Russian]
5. Ushakov A. V. Ehlementy topologii i differencial'noj geometrii: uchebnoe posobie [Elements of topology and differential geometry: a tutorial] / A. V. Ushakov. – М.: MGPU, 2010. – 144 p. [in Russian]
6. Ushakov A. V. Iz opyta provedeniya prakticheskikh zanyatij po topologii so studentami pedagogicheskikh vuzov [From the experience of the practical lessons of the topology with the students of teachers colleges] / A. V. Ushakov // Pedagogicheskie nauki [Pedagogical sciences]. – 2005. – № 5 (15). – P. 152-156. [in Russian]
7. Ushakov A. V. O roli primerov na lekcijah po topologii v pedagogicheskom vuze [On the role of examples in lectures on topology in pedagogical university] / A. V. Ushakov // Pedagogicheskie nauki [Pedagogical sciences]. – 2012. – № 3 (54). – P. 74-84. [in Russian]
8. Ushakov A. V. O roli primerov na lekcijah po differencial'noj geometrii v pedagogicheskom vuze [On the role of examples in lectures on differential geometry in the pedagogical university] / A. V. Ushakov // Pedagogicheskie nauki [Pedagogical sciences]. – 2014. – № 3 (66). – P. 31-34. [in Russian]
9. Ushakov A. V. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij pri izuchenii geometrii v pedagogicheskom vuze [The use of information technology in studying geometry at the pedagogical university] / A. V. Ushakov // Pedagogicheskie nauki [Pedagogical sciences]. – 2015. – № 2 (71). – P. 55-57. [in Russian]
10. Pedagogicheskaja napravlennost' matematicheskikh disciplin v podgotovke budushhih uchitelej matematiki: Monografija [Pedagogical orientation of the mathematical sciences in preparation of future teachers of mathematics: Monograph] / A. V. Ushakov, Ju. A. Semenjachenko, V. G. Pokrovskij and others – М.: Izdatel'stvo «Sputnik+», 2016. – 144 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.025>

**КОММУНИКАТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ ИНТЕРНЕТ-СМИ В СИСТЕМЕ МЕЖЭТНИЧЕСКОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОГО РЕГИОНА**

Научная статья

Дорошук Е.С. *

ORCID: 0000-0001-8380-9304,

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

* Корреспондирующий автор (leona31[at]yandex.ru)

Аннотация

Изменение природы когнитивных процессов влияет на современное состояние информационного пространства, в котором осуществляется межэтническое взаимодействие. Главным коммуницирующим субъектом данного пространства становятся сетевые медиа, разрабатывающие и реализующие стратегии коммуникации. В основе коммуникационных стратегий лежит представление о культурном коде нации – своеобразной модели, включающей системы каналов передачи ментально-значимой информации на основе ценностно-нормативного стратегического и тактического взаимодействия с установкой на адаптацию представителей этносов в новом для них жизненном пространстве. Национально-культурные идеалы народностей, проживающих в регионе, отражаются в региональной повестке дня, которая отличается неконфликтным характером за счет широкой пропаганды межэтнических отношений и этнической рефлексии.

Ключевые слова: сетевые медиа, этническая рефлексия, коммуникативные стратегии, гармонизация этновзаимодействия, межэтнические отношения.

**COMMUNICATIVE STRATEGIES OF INTERNET MEDIA IN THE SYSTEM OF INTER-ETHNIC
INTERACTION OF THE RUSSIAN REGION**

Research article

Doroshchuk E.S. *

ORCID: 0000-0001-8380-9304,

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

* Corresponding author (leona31[at]yandex.ru)

Abstract

The changing character of cognitive processes affects the current state of the media scene where inter-ethnic interaction takes place. The main communicating subject of this scene is network media that develops and implements communication strategies. Communication strategies are based on the concept of the cultural code of a nation – a specific model that includes systems for the transmission of mentally significant information based on the value-normative strategic and tactical interaction with the aim of adjusting the representatives of ethnic groups to their new living space. National and cultural ideals of the ethnic groups living in the region are reflected in the regional agenda, which is distinguished by its non-conflict character resulting from the broad propaganda of inter-ethnic relations and ethnic reflection.

Keywords: network media, ethnic reflection, communication strategies, harmonization of ethnic interactions, inter-ethnic relations.

На современном этапе развития коммуникаций следует говорить об экспоненциальном совершенствовании технологий, оказывающих влияние на изменения в сфере передачи информации. В основе этого процесса лежат такие особенности современного медийного пространства как: изменение характера когнитивных активностей, изменения в сфере потребления и переработки информации, бурное развитие культурных индустрий с процессами коммодификации культуры [1].

М. Маклюэн утверждает, что технологический прогресс оказывает непосредственное влияние на социокультурную сферу, трансформируя ее [2]. Однако это влияние не всегда прогрессивно и конструктивно. Широко известен парадокс Гидденса, суть которого заключается в том, что при возрастании информационных потоков возникает эффект искажения представлений о реальности у воспринимающего субъекта и человек перестает понимать и адекватно оценивать свою позицию и события в пространственно-временном континууме [3]; [4]. Преодолеть такой диссонанс, согласно теории референтных точек, можно, определив четкие ориентиры в социокультурном пространстве. Например, ценности, транслируемые медиа, культурные практики, события, которые, по мнению В.В. Витвинчука, актуализируются в сознании потребителя как социально значимые, так как они стали предметом внимания прессы [5]. По данным исследователей на современном этапе развития медиа преобладает сетевое потребление информации, поэтому исследования медиа-практик сетевых/ интернет-СМИ отличают особая значимость и актуальность [6].

Безусловно, пристальным сейчас становится и внимание исследователей к межэтническому взаимодействию, что вызвано необходимостью пересмотра принципа универсализма и этноцентризма с учетом многообразия социального мира и несводимости (несоизмеримости) культур. Идеи Л.С. Выготского об обусловленности «природы» человека социокультурным и историческим развитием в свете его культурно-исторической теории [7; 8] оказывают влияние на представление об этническом взаимодействии как о процессе равноправного общения с учетом существенного

различия многообразных культур, что и лежит в основе создания особого медийного дискурса этножурналистики, которую И.Н. Блохин определяет как отрасль журналистики, освещающую проблемы национальных отношений, рассказывающую о других национальных культурах [9, С. 15]. При этом главной функцией медиа становится организация и ведение межкультурного диалога, в котором остро нуждается общество при нарастающей конфликтной силе в сфере межнационального общения в современном российском полиэтническом регионе. Сложно не согласиться с мнением Н.С. Цветовой, подчеркивающей, что конфликтность осложняется такими факторами, как неэффективность адресных государственных программ и деятельности национально-культурных объединений; непопулярность бюджетных медиа для эмигрантов; неуклонное расширение перечня площадок межэтнических конфликтов, в который все чаще включаются общеобразовательные учреждения; возрастающие темпы миграционных процессов; интенсификация конфликтного поведения диаспор и открыто декларируемые установки некоторых общин на изоляцию от коренного этноса [10].

Обозначенные условия свидетельствуют о необходимости разработки интернет-СМИ специальных стратегий коммуникаций, предназначенных для обеспечения и сопровождения процессов межэтнического взаимодействия в медиапространстве российского региона.

Исследование трех интернет-СМИ Республики Татарстан (деловой интернет-газеты «Бизнес Online», интернет-газет «Реальное время» и «Kazanfirst») показало, что сетевые медиа для успешного межэтнического взаимодействия разрабатывают коммуникационные стратегии, в основе которых представление о культурном коде нации – своеобразной модели, включающей системы каналов передачи ментально-значимой информации на основе ценностно-нормативного стратегического и тактического взаимодействия с установкой на адаптацию представителей этносов в новом для них жизненном пространстве.

К. Рапай определяет культурный код как подсознательные смыслы, вкладываемые людьми в любой объект и формируемые под воздействием национальной культуры, в которой эти люди были социализированы [11]. Таким образом, он может быть представлен как набор основных понятий, установок, ценностей и норм, содержащих информацию о знаках и символах культуры и необходимых для прочтения ее текстов [12]. Н.Г. Меркулова указывает на то, что культурный код входит в структуру ментальности конкретной человеческой общности и позволяет перейти от значения (общепризнанного обозначения какого-либо предмета или явления) к смыслу (элементу языка конкретной культуры). Поэтому когда журналисты сетевого издания отражают те или иные события, то, в соответствии с теорией культурного кода, эти события обязательно имеют межэтнический смысл, так как репрезентуют ту или иную культуру. Тем самым решается задача самопознания нации и познания других культур, выделяемая исследователями как основная задача этножурналистики [9, С. 24]. Региональная повестка дня, проанализированная нами, дает представление о национально-культурных идеалах народностей, проживающих в регионе:

- репрезентация межнациональных отношений как отношений гармонично-развивающихся на федеральном, региональном и местном уровнях: 37,9 % информационных поводов (и. п.);
- забота о сохранении и развитии национального языка: до 31 % всех и. п. были посвящены этим проблемам;
- трансляция национально-культурных идеалов через представление экспертной точки зрения общественных деятелей, писателей, поэтов, журналистов, работников культуры и искусства, языковедов и т.д.: 13,1 % и. п.;
- пропаганда национальных форм культурной/этнической идентичности, публичный контроль атмосферы межэтнического взаимодействия: 10,6 % и. п.;
- репрезентация эффективной национально-культурной интеграции и консолидации: 3,1 % и. п.

Следует подчеркнуть, что подавляющее число материалов – 95,9 % носили неконфликтный характер, только 4,1 % всех представленных информационных поводов актуализировали межнациональные разногласия и споры. Во многом это связано с реализацией и развитием механизмов реализации функции фасилитации, которая определяется нами как функция стимулирования, инициирования и содействия медиа развитию межэтнических отношений за счет актуализации механизмов межкультурного и этнического взаимодействия на основе создания толерантных коммуникационных систем и учета социально-психологических и ментальных особенностей. Способы становятся широкая пропаганда межэтнических отношений и агитационная повестка дня на основе этнической рефлексии – периодической трансляции национальной экспертной оценки межэтнических взаимодействий с преобладанием формы этнического экспертного интервью (до 77,9 % и. п.).

Сопоставление информационных поводов позволило выделить существенное в стратегическом взаимодействии в процессе гармонизации межэтнического пространства: создание информационных баз данных о межэтническом взаимодействии на основе новых медиаплатформ как стратегических коммуникативных площадок этнических контактов.

Интернет-СМИ, разрабатывая стратегии эффективных межэтнических культурных коммуникаций, способствуют гармонизации межэтнических отношений на региональном уровне. Об этом заявляют журналисты изданий, это отражается в миссии ресурсов. Центральным звеном в этом процессе является обусловленность межэтнических взаимодействий характером текстовой репрезентации национальных (культурных) кодов коммуницирующих субъектов. Если взять за основу то положение, что культурный код нации является ключом к ее пониманию, то в процессе своей деятельности журналисты/этножурналисты создают своеобразный интеркод, соответствующий следующим критериям: уважение к чужой культуре и чужой системе ценностей; знание современного состояния культур, их многообразия и понимание исторически сложившегося на территории Республики Татарстан характера культурного взаимодействия. Этот интеркод становится основным маркером журналистского профессионализма при освещении вопросов межэтнического взаимодействия в условиях полиэтничности России и российских регионов (Республики Татарстан), что воспринимается как историко-культурный феномен. В этом контексте культурный код, по мнению Д. Поллит, является ключевым понятием семиотики, определяет картины мира разных народов [13]. Соответственно непонимание и невозможность дешифровки культурного кода ведет к коммуникативным неудачам и нарушению межэтнического взаимодействия.

Основным транслятором культурного кода нации является медиатекст, содержащий ментально-значимую информацию, без которой нельзя обеспечить сбалансированное, гармоничное сосуществование наций. По мнению Н.В. Худолеев, в текст посредством единиц языка привносятся фрагменты картины мира, закреплённой языком в сознании языковой личности. Текст, считает исследователь, во внешнем плане порождён развитием культуры данного периода и отражает его идеи, сам текст репрезентует культуру [14].

Широкое развитие медиаплатформ, мультиплатформенного контента является одним из важнейших условий, в которых развивается этножурналистика, и оказывающих влияние на межэтническое взаимодействие. Наряду с этим, отмечается явление медиатизации личной жизни, когда, по мнению Т.Л. Каминской, Интернет становится зоной самовыражения, отдыха, получения информации и способом зарабатывания денег [15]. В системе межэтнического взаимодействия новые медиаплатформы в данном контексте становятся, по мнению А.Б. Бушева [16, С. 28], ареной обретения и реализации новых социальных ролей, отработки адаптивных технологий. Более того – развитие интернет-технологий, создание широкого спектра ресурсов (в том числе социальных сетей), которые развиваются за счёт пользователей, инвестирующих в них своё время, внимание, знания, умения и чувства, позволит активизировать когнитивные практики по отношению к другим культурам в свете новой парадигмы отношений – отношений участия, что приводит к пониманию тотальности культурного современного сдвига, на что указывает Х. Дженкинс [17].

Следуя этим новым коммуникативным стратегиям, используя современные технологии и возможности мультимедиа, средства массовой информации могут реализовывать проекты различной сложности и самого разнообразного формата участия – партнёрские медиапроекты. Результативность их может поднять процессы гармонизации межэтнических взаимодействий на более высокий уровень.

Таким образом, сетевые медиа разрабатывают и реализуют коммуникативные стратегии в конструировании и распространении в массовом сознании этнической информации, основываясь на этнической рефлексии и представлении о культурном коде нации. Региональная повестка дня в контексте этнической рефлексии строится исходя из национально-культурных идеалов народностей, проживающих в регионе, к которым относятся: сохранение и развитие национального языка, гармоничное развитие межнациональных отношений, национальные ценности и смыслы, формы культурного существования, атмосфера межэтнического взаимодействия, национально-культурная интеграция и консолидация. Преобладающим является неконфликтный характер повестки дня.

Гармонизация межэтнических взаимодействий достигается в сетевых СМИ путем реализации функции фасилитации, а одной из основных коммуникационных стратегий межэтнического взаимодействия в сетевых медиа является продвижение межэтнического согласия в парадигме культуры участия, основанной на формате мультимедийного проекта.

Все выявленные коммуникативные стратегии сетевых медиа направлены на формирование общей картины толерантности и эмоциональной устойчивости, просвещение и позитивное восприятие. Особое внимание сетевые медиа уделяют освещению процессов этнокультурного развития народов и регионов, конструированию толерантных образов этнических групп и распространению интеграционных ценностей и символов в регионе. Все это является основой коммуникативных стратегий медиа по оптимизации межэтнических отношений при приоритете этого вопроса.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Hesmondhalgh D. The Cultural Industries. Second edition SAGE Publication of London, Thousand Oaks, New Delhi and Singapore. 2007.
2. McLuhan Herbert Marshall. Understanding Media: The Extensions Of Man. Reissued by MIT Press, 1994.
3. Giddens A. Runaway World: How Globalisation is Reshaping Our Lives. London. 1999.
4. Giddens A. Sociology. Polity Press. 6 edition. 2009.
5. Витвинчук В. В. «Социальное время» в массовом информационном потоке / В. В. Витвинчук // Вестник НГУ. Серия: История, филология. – 2012. – Том 11. – Выпуск 11: Журналистика. – С. 58–63.
6. Дзялошинский И. М. Интернет в системе медиапространства / И. М. Дзялошинский // Медиа. Информация. Коммуникация. Международный электронный журнал. – 2015. – № 13. – URL: <http://mic.org.ru/13-nomer-2015/459-internet-v-sisteme-mediaprostranstva> (Дата обращения: 12.12.2018).
7. Выготский Л. С. Мышление и речь / Л. С. Выготский. – М.: Национальное образование, 2016.
8. Выготский Л. С. Этюды по истории поведения / Л. С. Выготский, А. Р. Лурия. – М.: Педагогика-Пресс, 1993.
9. Блохин И. Н. Журналистика в этнокультурном взаимодействии / И. Н. Блохин. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2003.
10. Цветова Н. С. Коммуникативный потенциал современной российской этножурналистики / Н. С. Цветова // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. – 2014. – № 2 (35). – С. 78–85. – URL: www.tverlingua.ru (Дата обращения: 13.12.2018).
11. Rapaille Clotaire. The Culture Code. An Ingenious Way to Understand Why People Around the World Live and Buy As They Do. Broadway Books, New York, 2006.
12. Меркулова Н. Г. Менталитет – культурный код – язык культуры: к вопросу о корреляции понятий / Н. Г. Меркулова // Регионоведение regionology. – 2015. – № 2. – URL: <https://regionsar.ru/ru/node/1390> (Дата обращения: 20.12.2018).
13. Поллит Д. Культурный код или культурный вирус? / Д. Поллит // Центр Сулакшина (Центр научной политической мысли и идеологии). 17.02.2015. – URL: <http://rusrand.ru/analytics/kulturnyj-kod-ili-kulturnyj-virus> (Дата обращения: 13.12.2018).

14. Худолей Н. В. Художественный текст как транслятор культурного кода нации / Н. В. Худолей. – URL: <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/2013/g25.pdf> (Дата обращения: 24.12.2018).
15. Каминская Т. Л. Молодежь в цифровой медиасреде: виды и способы коммуникации / Т. Л. Каминская // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. – 2018. – № 2. – С.41–50. – в URL: www.tverlingua.ru (Дата обращения: 22.12.2018).
16. Бушев А. Б. Дискурс «недопривилегированных» в масс-медиа / А. Б. Бушев // Лингвориторическая парадигма: теоретические и прикладные аспекты. – 2016. – № 21. – С.26–29.
17. Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21 Century / H. Jenkins, R. Purushotma, M. Weigel, K. Clinton, A.J. Robison. Cambridge, 2009.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Hesmondhalgh D. The Cultural Industries. Second edition SAGE Publication of London, Thousand Oaks, New Delhi and Singapore. 2007
2. McLuhan Herbert Marshall. Understanding Media: The Extensions Of Man. Reissued by MIT Press, 1994
3. Giddens A. Runaway World: How Globalisation is Reshaping Our Lives. London. 1999
4. Giddens A. Sociology. 2009. Polity Press. 6 edition
5. Vitvinchuk V. V. «Social'noe vremya» v massovom informacionnom potoke ["Social time" in the mass information flow] / V. V. Vitvinchuk // Vestnik NGU. Seriya: Istoriya, filologiya [Bulletin of Nizhny Novgorod state University. Series: history, Philology]. – 2012. – V. 11. – Vypusk 11: Zhurnalistika. – P. 58–63 [in Russian].
6. Dzyaloshinskij I. M. Internet v sisteme mediaprostranstva [Internet in the media space system] / I. M. Dzyaloshinskij // Media. Informaciya. Kommunikaciya. Mezhdunarodnyj ehlektronnyj zhurnal [Media. Information. Communication. International electronic journal]. – 2015. – № 13. – URL: <http://mic.org.ru/13-nomer-2015/459-internet-v-sisteme-mediaprostranstva> (accessed: 12.12.2018) [in Russian].
7. Vygotskij L. S. Myshlenie i rech' [Thinking and speech] / L. S. Vygotskij. – M.: Nacional'noe obrazovanie, 2016 [in Russian].
8. Vygotskij L. S. Etyudy po istorii povedeniya [Etudes on the history of behavior] / L. S. Vygotskij, A. R. Luriya. – M.: Pedagogika-Press, 1993 [in Russian].
9. Blohin I. N. Zhurnalistika v ehtnokul'turnom vzaimodejstvii [Journalism in ethno-cultural interaction] / I. N. Blohin. – SPb.: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet, 2003 [in Russian].
10. Cvetova N. S. Kommunikativnyj potencial sovremennoj rossijskoj ehthnozurnalistiki [The communicative potential of the modern Russian journalism] / N. S. Cvetova // Mir lingvistiki i kommunikacii: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [World of linguistics and communication: electronic scientific journal]. – 2014. – V. 2 (35). – P. 78–85. – URL: www.tverlingua.ru (accessed: 13.12.2018) [in Russian].
11. Rapaille Clotaire. The Culture Code. An Ingenious Way to Understand Why People Around the World Live and Buy As They Do. Broadway Books, New York, 2006
12. Merkulova N. G. Mentalitet – kul'turnyj kod – yazyk kul'tury: k voprosu o korrelyacii ponyatij [Mentality-cultural code-language of culture: to the question of correlation of concepts] / N. G. Merkulova // Regionologiya Regionology [Regionology]. – 2015. – V. 2. – URL: <https://regionsar.ru/ru/node/1390> (accessed: 20.12.2018) [in Russian].
13. Pollit D. Kul'turnyj kod ili kul'turnyj virus? [Cultural code or cultural virus] / D. Pollit // Centr Sulakshina (Centr nauchnoj politicheskoy mysli i ideologii) [Sulakshin center (Center of scientific political thought and ideology)]. 17.02.2015. – URL: <http://rusrand.ru/analytics/kulturnyj-kod-ili-kulturnyj-virus> (accessed: 13.12.2018) [in Russian].
14. Hudolej N. V. Hudozhestvennyj tekst kak translyator kul'turnogo koda nacji [Literary text as a translator of the cultural code of the nation] / N. V. Hudolej. – URL: <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/2013/g25.pdf> (accessed: 24.12.2018) [in Russian].
15. Kaminskaya T. L. Molodezh' v cifrovoj mediasrede: vidy i sposoby kommunikacii [Youth in digital media: types and ways of communication] / T. L. Kaminskaya // Mir lingvistiki i kommunikacii: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [World of linguistics and communication: electronic scientific journal]. – 2018. – V. 2. – P.41–50. – URL: www.tverlingua.ru (accessed: 22.12.2018) [in Russian].
16. Bushev A. B. Diskurs «nedopriviligirovannyh» v mass-media [Discourse "not to the privileged" in mass media] / A. B. Bushev // Lingvoriticheskaya paradihma: teoreticheskie i prikladnye aspekty [Linguistic paradigm: theoretical and applied aspects]. – 2016. – V. 21. – P.26–29 [in Russian].
17. Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21 Century / H. Jenkins, R. Purushotma, M. Weigel, K. Clinton, A.J. Robison. Cambridge, 2009

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.026>**«ПОПРАВКИ» ДЖ. ФРАНЗЕНА: ПРОЩАНИЕ С ПОСТМОДЕРНОМ**

Научная статья

Кузеев С.Е. *

ORCID: 0000-0003-4051-1676,

Университет Этвёша Лоранда, Будапешт, Венгрия

* Корреспондирующий автор (sergei.kuzeev[at]gmail.com)

Аннотация

В статье предпринимается попытка проанализировать роман Дж. Франзена «Поправки» как с точки зрения как его жанровой принадлежности, так и концептуального наполнения. Роман «Поправки», как и творчество Франзена в целом, принято рассматривать в качестве яркого примера критического переосмысления постиндустриальных общественных практик. По мнению автора статьи, однако, главное достижение Франзена – это выход за рамки сложившегося в последние десятилетия канона «постмодернистской» прозы (особенно в ее американском изломе), возвращение в «большую» литературу линейного сюжета, психологизма и элементов социального реализма.

Ключевые слова: Франзен, поправки, общество потребления, метамодернизм, американская проза, современный реализм, американская, культура.

J. FRANZEN'S "THE CORRECTIONS": PARTING WAYS WITH THE POSTMODERN

Research article

Kuzeev S.E. *

ORCID: 0000-0003-4051-1676,

Eötvös Loránd University of Budapest, Hungary

* Corresponding author (sergei.kuzeev[at]gmail.com)

Abstract

In this essay, the author undertakes to analyze J. Franzen's novel "The Corrections" in terms of both its genre aspects and conceptual scope. "The Corrections", as well as most other Franzen's oeuvre, is traditionally approached as a spectacular example of the postindustrial society criticism. In the author's view, however, Franzen's prime achievement consists in overriding the contemporary canon of postmodern prose (especially, of its American variety) by re-introducing the linearity of plot, psychologism and elements of social realism into the "literary" fiction.

Keywords: Franzen, corrections, consumerism, metamodernism, American fiction, modern realism, American culture.

In the beginning of September, 2001—a week before America would change forever following the Al Qaida attacks—there came a book routinely classified by much of the critical community as yet another "great American novel": J. Franzen's "The Corrections". To steer clear from this exasperating label, some commentators chose to qualify it as the "closing address" to the havoc of the 1990s, while others saw it as an attempt (however auspicious) of reviving social realism; but what most of the critical accounts shared in common was the recognition of the novel's unusual amalgam of readability and intelligence—an ostensible sign of change in the literary landscape that has, over the last decades, been dominated by the high-browed artifice of flatulent fiction, often unreadable and unengaging.

A "novel of globalization", an ingenious comment on the deficiencies of late capitalism, an eye-opener on the excrescence of the consumer economy and the global capital—such were the first responses to the book, in some of which Franzen was rather hastily identified as a 'sensible' American leftist (a misunderstanding that he would dispel in his next novel "Freedom", where this political stance is overtly ridiculed). Indeed, Franzen's concern with the "Nightmare of Consumption" [5, P. 107] voiced through the elegiac conventions of a family saga seems to pinpoint the plot and the whole of the novel's artistry. "The more patently satirical the promises, the lustier the influx of the American capital" [5, P. 505] observes Chip Lambert—the key character, a university teacher (discharged for having an affair with a female student) and an alter-ego of Franzen himself—when he gets involved in a simulacrum political campaign for a Lithuanian statesman. The novel abounds with references to money-making as the only practical *raison d'être* and utilizes economic vocabulary to portray emotions and comment on mundane situations: thus, the marriage of Chip's elder brother Gary "no longer contained sufficient funds of love and goodwill to cover the emotional costs" [5, P. 222], while one of Chip's awakenings after a drinking bout felt "like a market inundated by a wave of panic selling" [5, P. 66]. The comic excesses of consumerism are most manifestly expounded when Enid, the simpleton mother of the Lamberts family, is offered, during a sea cruise, an illicit sedative drug—a discernible allusion to A. Huxley's 'soma' of the "Brave New World", a celebrated dystopia of the "post-Fordian" future. Franzen's characters act as if colonized and subjugated by brands and corporations, while the trivia of their life are repeatedly articulated through a commodity metaphor—hence, Franzen's detailed descriptions of meals, clothes, and bodily needs, in which things stand for people, as is the case with the family's patriarch, progressively acataleptic Alfred Lambert, who *becomes* his blue armchair.

The account of "The Corrections" outlined above is not implausible, if, however, disillusioning in establishing the novel's originality: it is safe to assume that the animadversion of the American consumerism has been a source of inspiration for, arguably, most of the American writers since the World War II in this way or another with David F. Wallace's (Franzen's eminent influence) "Infinite Jest"—in which human existence is caustically equalized with watching a never-ending soap opera—as an acknowledged *magnum opus* of the genre. Based on Franzen's self-commentary and the focused reading of "The Corrections", we can, however, discern that apart from the social critique referenced above, the novel may just as righteously

be viewed as a piece of meta-fiction that addresses the inextricable totality of the post-industrial mindset and, quite subtly, recapitulates on the “post-narrative” cultural settings.

The first eligibility criterion of this approach is hard to overlook: this is the distinct style and the contexture of “The Corrections” that “signal[s] a health-restoring way out of an allegedly exhausted postmodernism” [6, p. 56]. As Franzen confessed in one of the interviews: “Simply to write a book that wasn’t dressed up in a swashbuckling, Pynchon-sized megaplot was enormously difficult” [2]. This outspoken turn to the seemingly demoded, but—as it turned out following both the critical acclaim and the novel’s best-selling status—much sought-after narrative technique is what profoundly distinguishes Franzen’s prose from the endeavors of his many fellow artists. Focus on social reality, rectilinearity of story-telling, and the complex draughtsmanship of characters and scenery—in other words, all that is commonly associated with the “good old writing” pillared by the likes of Dickens or Balzac—are a trademark of “The Corrections” that steers wide around the late postmodernist methodology of eviscerated narrative and encyclopaedism, which, as Franzen notes in his critical account of Gaddis’s “J R”, endangers readership as such [4]. In his appreciation of this achievement, the influential Russian writer Zakhar Prilepin even ventured to compare Franzen with Leo Tolstoy and brand “The Corrections” as the American counterpart to “Anna Karenina” [8] based on the similitude between the two with regard to their symphonic structure, lucidity of allusions, and the clear-cut, but at once highly imaginative language. Whether or not Franzen was aware of this panegyric, he would later re-pay the homage by repeatedly mentioning “War and Peace” in “Freedom”, whose main protagonist Patty Berglund refers to Tolstoy’s oeuvre as the most compelling piece of fiction that she has ever read [3, p. 175]. In his seminal essay on Gaddis, Franzen outpours a somewhat shocking self-revelation:

I grew up in a friendly, egalitarian suburb reading books for pleasure and ignoring any writer who didn’t take my entertainment seriously enough [...] I have started [...] ‘Moby-Dick’, ‘The Man Without Qualities’, ‘Mason and Dixon’, ‘Don Quixote’, ‘Remembrance of Things Past’, ‘Doctor Faustus’, ‘Naked Lunch’, ‘The Golden Bowl’, and ‘The Golden Notebook’ without coming anywhere near finishing them [4].

This does not, of course, typify Franzen as an unlettered posturer—his writing is quite illustrative of his erudition and literary dowry—but brings to surface the writer’s agency that Franzen considers to have been lost and that he conscientiously re-asserts: reading is supposed to be pleasurable, not intimidating. Franzen further confesses that in his veneration and passion for the classics of the American postmodern fiction—with De Lillo, Gaddis, and Pynchon on top of the list—what he lacks in their prose is “sympathetic characters” that have been replaced by “feeble, suspect constructs” and the inflated intellectual sophistry [4]. What is loosely referred to as the “postmodern” academic tradition, both in the US and elsewhere, has, for more than half a century now, been methodically making *any way* of writing virtually impossible by deconstructing authorship (R. Barthes), narrative (J. Derrida), and semiosis (J. Baudrillard). The post-structuralist literary theory and practice have been conferred the promethean status of the “myth annihilator”—but if there is no myth, there is no story, just like there is no actual matter in the quantum universe: its preposterous reality is construed of nothing more than probabilities.

In “The Corrections”—and later in “Freedom” and “Purity”—Franzen resuscitates the “socially engaged” storytelling and shapes the architectonics of his novel based on the time-honored models of family drama, adventure, and picaresque. His characters are unavoidably dysfunctional, and Chip Lambert—whose views and personal crises are of special significance in the context of this essay, since he impersonates a stereotypical intellectual of nowadays and Franzen himself—plays a highly symbolic role in the author’s construal of the social reality that he subjects to scrutiny. Chip’s uncanny doctoral dissertation investigates castration anxieties in Tudor drama; the sophisticated play script that he has been working on for several years is always back to square one; and, being a self-proclaimed “Foucauldian” scholar, he teaches a speculative course in “Textual Artifacts”, in which he tries to expose the deficiencies of the consumerist bonanza. But, despite this generally plausible mindset, Chip’s life is ridden with complications that the author ironically and as if in passing explains by the fact that Chip strongly “preferred queer theory to queer practice” [5, P. 57] (a similar remark on his being the only male who taught Feminist Theory at the university would appear later to reinforce the same antilogy). Thus, Franzen highlights the detachment of Chip’s personal experiences from his own creeds further evincing the absurdity of this pastiche in the portrayal of his Lithuanian adventure, which, once again, reinforces Franzen’s pretense that lived experience has been replaced by the consumption of simulacra. It appears that Chip, while deconstructing the “metanarratives of the Western culture” within the academe, seeks desperately to appropriate one for himself as he realizes that the worth of one’s life is in the pursuit of happiness, not in the search for a reason of why it should be otherwise at all.

The title of the novel itself—in addition to being an homage to Gaddis’s “The Recognitions”—is meant to work in the similar vein: Chip is incessantly *correcting* his script, his sister Denise is *correcting* her sexuality and the relations pattern, their elderly father Alfred has all his life been *correcting* railway defects, and the Lamberts in general seem to be more preoccupied with *correcting* their life than with *living* it: “everyone is trying to correct their thoughts and improve their feelings and work on their relationship instead of just getting married and raising children like they used to [...] We’ve bumped up to the next level of abstraction because we have too much time and money ...” [5, P. 356].

Franzen’s practice of assiduously maintaining the boundary between what he sees as ‘high’ and as ‘low’ in the cultural domain is yet another manifestation of his critical approach to the fizzbuzz of the postmodern: in 2001 he refused to feature in Oprah Winfrey’s show to present “The Corrections” as the “Oprah’s Book of the Month”. Franzen explained his reluctance to appear on TV by the alleged “unpreparedness” of the show’s general audience for his prose, for which he was consequently labeled as a snob. But the truth is, Franzen’s literary snobbery is of a unique and subtle type, as he disarms himself by saying: “Fiction is storytelling, and our reality arguably consists of the stories we tell about ourselves” [4]. Franzen is, perhaps, today’s most prominent defender of readership and a generator of fresh literary paradigms that crystalize and translate into a reframed literary canon, which some critics term, rather predictably, as “meta-modern” or “post-postmodern”.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Annesley J. Market Corrections: Jonathan Franzen and the “Novel of Globalization” J. Annesley // Journal of Modern Literature. – 2006. – Vol. 29(2). – P. 112–128.
2. Antrim D. Jonathan Franzen [Electronic resource] / D. Antrim // BOMB Magazine. – 2001. – URL: bombsite.com/issues/77/articles/2437 (accessed: 01.02.2018).
3. Brodesser-Akner T. Jonathan Franzen Is Fine with All of It / T. Brodesser-Akner // Sunday Magazine. – 2018. – July 1. – P. 28.
4. Franzen J. Freedom / J. Franzen / London: Picador, 2011.
5. Franzen J. Modern Life Has Become Extremely Distracting [Electronic resource] / J. Franzen // The Guardian. – 2015. – October 02. – URL: <https://www.theguardian.com/books/2015/oct/02/jonathan-franzen-writing-freedom> (accessed: 02.02.2018).
6. Franzen J. Mr. Difficult: William Gaddis and the Problem of Hard-to-Read Books [Electronic resource] / J. Franzen // The New Yorker. – 2002. – September 30. – URL: newyorker.com/magazine/2002/09/30/mr-difficult (accessed: 03.02.2018).
7. Franzen J. The Corrections / J. Franzen. New York, NY: Fourth Estate, 2001.
8. Hidalgo J. B. In the “Vacuum”: Political Readings and Misreadings of Jonathan Franzen’s First Three Novels / J. B. Hidalgo, R. Arias, M.L. Rodriguez and others // Hopes and Fears: English and American Studies in Spain. – Malaga: University of Malaga. – P. 55–59.
9. Hawkins T. Assessing the Promise of Jonathan Franzen’s First Three Novels: A Rejection of “Refuge” / T. Hawkins // College Literature. – 2010. – Vol. 37. – №. 4. – P. 61–87.
10. Прилепин З. Книжная полка: «Поправки» Джонатана Франзена [Электронный ресурс] / З. Прилепин / URL: zaharprilepin.ru/ru/litprocess/knizhnaya-polka/dzhonatan-franzen-popravki.html (дата обращения: 05.02.2018).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Annesley J. Market Corrections: Jonathan Franzen and the “Novel of Globalization” J. Annesley // Journal of Modern Literature. – 2006. – Vol. 29(2). – P. 112–128.
2. Antrim D. Jonathan Franzen [Electronic resource] / D. Antrim // BOMB Magazine. – 2001. – URL: bombsite.com/issues/77/articles/2437 (accessed: 01.02.2018).
3. Brodesser-Akner T. Jonathan Franzen Is Fine with All of It / T. Brodesser-Akner // Sunday Magazine. – 2018. – July 1. – P. 28.
4. Franzen J. Freedom / J. Franzen / London: Picador, 2011.
5. Franzen J. Modern Life Has Become Extremely Distracting [Electronic resource] / J. Franzen // The Guardian. – 2015. – October 02. – URL: <https://www.theguardian.com/books/2015/oct/02/jonathan-franzen-writing-freedom> (accessed: 02.02.2018).
6. Franzen J. Mr. Difficult: William Gaddis and the Problem of Hard-to-Read Books [Electronic resource] / J. Franzen // The New Yorker. – 2002. – September 30. – URL: newyorker.com/magazine/2002/09/30/mr-difficult (accessed: 03.02.2018).
7. Franzen J. The Corrections / J. Franzen. New York, NY: Fourth Estate, 2001.
8. Hidalgo J. B. In the “Vacuum”: Political Readings and Misreadings of Jonathan Franzen’s First Three Novels / J. B. Hidalgo, R. Arias, M.L. Rodriguez and others // Hopes and Fears: English and American Studies in Spain. – Malaga: University of Malaga. – P. 55–59.
9. Hawkins T. Assessing the Promise of Jonathan Franzen’s First Three Novels: A Rejection of “Refuge” / T. Hawkins // College Literature. – 2010. – Vol. 37. – №. 4. – P. 61–87.
10. Prilepin Z. Knizhnaya Polka: “Popravki” Dzhonatana Franzena [Bookshelf: “The Corrections” by Jonathan Franzen] [Electronic resource] / Z. Prilepin / URL: zaharprilepin.ru/ru/litprocess/knizhnaya-polka/dzhonatan-franzen-popravki.html (accessed on 05.02.2018). [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.027>

ОЦЕНИВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕСТИРУЕМОГО НА ОСНОВЕ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Научная статья

Домшенко Н.Г.¹, Морозова М.Н.^{2,*}, Рубцова С.Ю.³, Спесивцев А.В.⁴

¹ ORCID: 0000-0001-8887-9205;

² ORCID: 0000-0002-8514-2803;

³ ORCID: 0000-0003-2684-5872;

^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия;

⁴ Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (morozova.m[at]mail.ru)

Аннотация

Для повышения точности и объективности решения построена логико-лингвистическая модель количественного оценивания компетенций тестируемых по курсу английского языка по конвертированной семибалльной шкале оценок ECTS в 7-факторном пространстве. Модель отражает знания и опыт ведущих преподавателей, который можно использовать для мониторинга знаний студентов в процессе обучения, как базу знаний при построении экспертных систем, а также в прикладных науках и информационных технологиях.

Ключевые слова: оценивание компетенций, факторное пространство, логико-лингвистические модели, экспертные знания, экспертные системы, мониторинг успеваемости.

THE ASSESSMENT OF THE EXAMINEE'S COMPETENCES ON THE BASIS OF THE LOGICAL-LINGUISTIC MODEL

Research article

Domshenko N.G.¹, Morozova M.N.^{2,*}, Rubtsova S.Y.³, Spesivtsev A.V.⁴

¹ ORCID: 0000-0001-8887-9205;

² ORCID: 0000-0002-8514-2803;

³ ORCID: 0000-0003-2684-5872;

^{1, 2, 3} St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia;

⁴ St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

* Corresponding author (morozova.m[at]mail.ru)

Abstract

A logical-linguistic model of competencies quantitative assessment of the examinee taking English language tests based on a converted -grade scale ECTS in a 7-factor space has been built to improve the accuracy and objectivity of the decision made by the examiner. The model reflects the expertise of teachers, which can be used to assess students' competence in the learning process. Moreover, it can be applicable as a knowledge base when building expert systems, as well as in technical and IT sciences.

Keywords: assessment of competences, factor space, logico-linguistic models, expertise, expert systems, monitoring success.

Introduction

The main challenges in the shared learning space are the realization and successful implementation of programmes reinforcing a whole number of compulsory competences. These include: axiological values; knowledge; the skills and abilities of students; the monitoring of performance; and the identification of comparative characteristics of various teaching packages. Therefore, the mechanisms for assessing the established skills are of primary importance [1], [2], [3].

The current trend for simplification and automation of learning progress control aims to increase the accuracy and objectivity of the decision made by the examiner [3], [4]. However, the differences in testing and assessment materials while implementing language competences raise questions over the flexibility, non-linear nature, and individualisation of assessment tools when ranging examinees.

There are works providing methodologies for the assessment of competences based on the expertise of teachers in the development of expert systems in this sphere [5], [6], [7]. There is a vagueness of the very concept of competence within the ambiguous semantics of specific terms, and a vagueness and inconsistency of specific requirements for students. As a result, these works are mostly of a declarative nature, even though they demonstrate the growing need for the development of expert systems.

Problem statement

This research is motivated by the pressing need to optimise the assessment of verbal linguistic competences by applying quantitative criteria. These criteria are characteristic of the logical-linguistic models [8] that are based on the expertise of highly-qualified specialists and their involvement as experts. An expert is thus viewed as an "intellectual measuring and diagnostic system" [9]. This definition applies completely to the profession of a teacher, as it is certain that they: possess intellect; carry out knowledge assessment in a specific area of a discipline; and diagnose the general extent of competence development in the examinee. This definition meets the description of expert's work in any sphere and is increasingly applied in technical and IT sciences. The decision-making mechanism in the situation of uncertainty is described with the help of logical-linguistic models based on the knowledge of an expert and their professional experience [8]. The advantage of a

logical-linguistic model is that it makes it possible to obtain a quantitative assessment of students' knowledge using the entire diagnostic scale [3, 10] rather than just its opposite ends (where "OK" means that the competence is formed and "NOT OK" represents the undeveloped competence [7]). This allows for a more objective attitude to an individual student.

In order to build such models, it is essential to use a set of variables constituting the factor space within which the teacher decides whether the level of required competence was achieved.

The current research is limited to the language (linguistic) and speech competences which include: grammar and lexico-semantic competences; and discourse, phonetic and social interaction competences. These competences have been monitored in monologue and dialogue. The research was carried out with several groups of students studying English at B2 level (under the CEFR [10]) in situations of cross-cultural foreign language communication [4].

Methods

Building a logical-linguistic model [8] for each separate task comprises the following stages: identification and justification of the factor space where the expert makes the decision; preparation of a special examinational matrix to be filled in by the expert; and synthesis and professional analysis of the logical-linguistic model.

Within this research the factor space is described by seven input variables $X_1 - X_7$.

The choice of competences corresponds to: the systemic approach to the examinee knowledge assessment procedure; and the overall index of course competence Y .

Let us consider in more detail the factor space in the task of building a logico-linguistic model for examinee competence assessment.

X_1 – discourse competence when evaluating: coherence, cohesion and consistency of the examinee's answer; and the ability to produce reasoned statements and to indulge in critical thinking. There should be a particular emphasis on the ability of students to support the statement with relevant examples, statistical data and references to the latest research in a specific area.

Grammar competence implies two factors:

X_2 – communication in a natural manner, using proper and adequate grammar structures depending on the context of the utterance.

X_3 – usage of diverse grammatical structures of the English language in accordance with the indicated level, namely all: tense-aspect forms of the verb; degrees of comparison of adjectives; conditionals (types 1-3); words functioning as verbs; modal verbs in combination with infinitives; direct and indirect speech; active and passive voice; as well as specific constructions for future actions or habits in the past.

Lexico-semantic competence has also been considered in two aspects:

X_4 – skills to select vocabulary depending on the situation, diversity of vocabulary and, as a result, absence of repetition.

X_5 – adequacy of lexical elements. This category includes partly the compensatory competence; in which the examinee demonstrates his skills to cope with the shortage of vocabulary by using: international words; referring to the text; paraphrase; synonyms; substitution; and so forth.

X_6 – phonetic competence, which implies proper intonation, speech fluency, presence or absence of pronounced accent, pausing or mispronunciation of separate words.

X_7 – social interaction competence. This has been limited to the ability of the examinee: to understand direct or implied sense (meaning) from the speech of the interlocutor; as well as to use the language for specific purposes depending on the characteristics of social and professional interaction including the situation and status of the communicators and the addressee.

As a grading scale for the learning outcomes for separate competences and the subject as a whole a converted 7-grade scale ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) was adapted. This is shown in table 1.

The first five grades are sufficient for getting credits, the last two are not being used.

Table 1 – Examinee grading scale

Grade	Percentile %	Verbal definition	Corresponding score
A	90-100	Excellent	5
B	80-89	Very good	4+
C	70-79	Good	4
D	60-69	Satisfactory	3
E	50-59	Performance meets the minimum criteria	3-
FX		Unsatisfactory	2
F		Fail	1

Each of the competences was presented as a linguistic variable (see Fig. 1) and assessed on a specific scale. Each class was defined so that the learning outcome could be related to a specific class and then expressed numerically as in

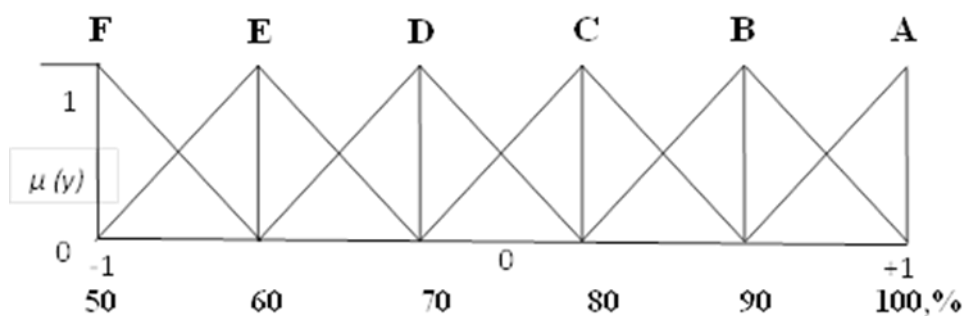


Fig. 1 – Y as a linguistic variable

The linguistic variable (Fig. 1) is used for converting a verbal grade definition into quantitative information. It contains three scales on the x-axis: linguistic (the upper scale); numerical (to convert into natural scale); and standardized scale to be used in experimental design theory [$\ll -1 \gg$ – lowest grade E; $\ll +1 \gg$ – highest grade A]. On the y-axis, there is the membership function scale of $\mu(y)$ grade. This means that the closer the grade is to the class mode, the higher is its accuracy.

For example, grade Y awarded for the whole subject could refer to class A if the examinee:

- produces well-structured syntactic constructions;
- has a good command of various language functions;
- demonstrates flexibility in using various linguistic forms;
- has a wide range of relevant expressions to perform the assigned task;
- demonstrates a high level of vocabulary, making mistakes which do not affect communication;
- has a consistently high level of grammatically connected speech;
- can support conversation on a particular topic.

The level of competences is graded as E class if the examinee:

- demonstrates a limited range of linguistic means;
- makes a lot of language and phonetic mistakes;
- is unable to conduct a logical and coherent conversation;
- depends on the help of the interlocutor;
- only partially performs the communicative task.

Then, in accordance with the methodological algorithm [8], [9], the expert/teacher fills in a special examinational matrix of linguistic variables (see Table 2), where each line stands for an implicative condition-action rule “if ..., then ...” (“situation” – “grade”). Thus, line 62 of Table 2 is the following condition – action rule: “If X_1 – discourse competence – is “high”, X_2 – communication in a natural manner – is “low”, X_3 – usage of diverse grammar structures – is “high”, X_4 – skills to select vocabulary depending on the situation – is “high”, X_5 – adequacy of lexical elements – is “high”, X_6 – phonetic competence – is “high” and X_7 – social interaction competence – is “low”, then Y – the overall index of competence – is in between classes B-A”.

Table 2 – Excerpt from the examinational table with the experts’ answers in linguistic form

	X_1 – discourse competence	X_2 – communication in a natural manner	X_3 – usage of diverse grammatical structures	X_4 – skills to select vocabulary depending on the situation	X_5 – adequacy of lexical elements	X_6 – phonetic competence	X_7 – social interaction competence	Y – overall index of competence
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	Y
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	E
2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	E-D
3	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	E
4	1	1	-1	-1	-1	-1	1	C
...
62	1	-1	1	1	1	1	-1	B-A
63	-1	1	1	1	1	1	-1	B
64	1	1	1	1	1	1	1	A

Conversion of expert grades into numerical form using the scales of Figure 1 or Table 1 and processing these data using the methods of experimental design theory has resulted in the following analytical equation:

$$Y = 74,80 + 6,83x_1 + 5,08x_2 + 5,07x_3 + 3,90x_4 + 4,49x_5 + 3,32x_7 - 1,36x_2x_3x_5 + 1,37x_2x_5x_6 + 1,95x_3x_4x_6, \quad (1)$$

where variables x_i are presented on a standardized (numerical) scale according to a formula:

$$x_i = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\Delta x_i}, \quad \bar{X}_i = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2}, \quad \Delta X_i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2},$$

i – number of variables. (2)

The adequacy of analytic equation (1) was verified by two criteria: correlation between the expert assessment and calculations based on the values in (1) (Fig. 2a); and the correlation between calculated values in (1) and grades awarded to a group of eight students by the teachers who were not familiar with this methodology (Fig. 2b).

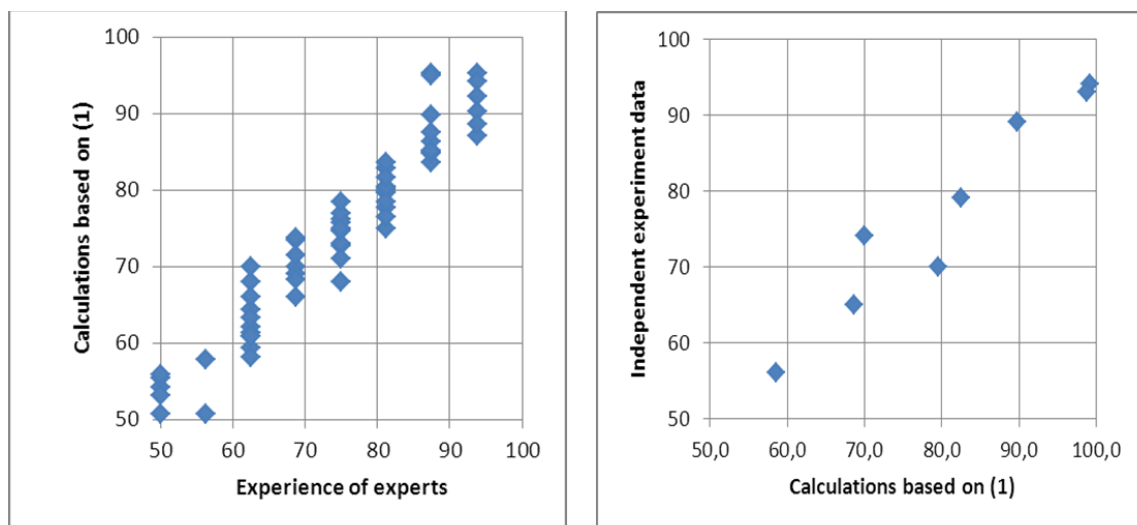


Fig. 2 – Evaluating the adequacy of calculations based on (1):
a – knowledge and experience of experts; b – independent experiment data

Results and discussion

Following from the analysis of the correlation point field graph, theoretical regression lines are at 45 degrees. This means that: there are no systematic errors when comparing functions; and the high correlation co-efficient (more than 0.96) demonstrates that the results of these calculations correspond to independent grades in the target group of students. These two conclusions make it possible to say that analytical equation (1) is a mathematical model of assessment of a student's competence in a specific subject.

Conclusion

Thus, the research demonstrates the effectiveness of the method of consolidating the expertise of leading experts by logical-linguistic models. They make it possible to monitor the learning outcomes of examinees in quantitative terms, and to receive comparable grades with the help of common methodology and draw on them at any moment in time. Also, it is possible to preserve and replicate the expertise of a qualified specialist for the practical use of junior teachers.

This method of building logical-linguistic models is universal. It can be applied to solving various tasks, drawing on the expert's knowledge and experience. The availability of the equation allows for its use as a knowledge database to design systems of any complexity.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Аскеров Ш. Философия оценки знания. / Ш. Аскеров <http://www.courier.com.ru/scores/askerov.htm> (01.02.2007)
2. Ромашкина Г. Ф. Оценка качества образования: опыт эмпирического исследования. / Г. Ф. Ромашкина // Университетское управление: практика и анализ, 2005, № 5, С. 83–88.
3. Сон И. С. Особенности оценивания знаний по иностранному языку (говорение, письмо) по балльно-рейтинговой системе [Текст] // Теория и практика образования в современном мире: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012 г.). — СПб.: Реноме, 2012. — С. 185-188. — URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/64/2911/>
4. Тихомирова А. В. Типология моделей коммуникаций в контексте инокультурной / интеркультурной коммуникативной компетенции учащихся неязыкового вуза / А. В. Тихомирова, А. А. Богатырёв // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 1 (43) Часть 4. – С. 50–57.
5. Чванова М. С. Проблемы использования экспертных систем в образовании / М. С. Чванова, И. А. Киселева, А. А. Молчанов // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. 2013. №3 (119). – С. 39-47.
6. Котова Е. Е. Имитация системы управления процессом обучения с Fuzzy-алгоритмами принятия решений / Е. Е. Котова // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – Санкт-Петербург, 2014. Т.2 – С. 212-215.
7. Котова Е. Е. Постановка задачи оценивания компетенций выпускника методами мягких измерений / Е. Е. Котова, А. Г. Степанов // XXI Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM 23-25 мая 2018. – Санкт-Петербург, 2018. Т.2 – С. 281-282.

8. Спесивцев А. В. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации. Под ред. проф. В.С. Артамонова / А. В. Спесивцев. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. – 238 с.
9. Спесивцев А. В. Эксперт как «интеллектуальная измерительно-диагностическая система». / А. В. Спесивцев, Н. Г. Домшенко //Сб. докладов. XIII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM, 23-25 июля 2010, Санкт-Петербург, 2010, Т.2. – С. 28-34.
10. Дьяконов Г. Н. Размытые шкалы компетентно-ориентированных оценок качества подготовки бакалавров / Г. Н. Дьяконов // XV Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM 25-27 июня 2012. – Санкт-Петербург, 2012. Т.2 – С. 125-128.
11. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Companion Volume with New Descriptors. Council of Europe, February, 2018.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Askerov Sh. Filosofija ocenki znaniya [Knowledge Assessment Philosophy] / Sh. Askerov <http://www.courier.com.ru/scores/askerov.htm> (accessed: 01.02.2007). [In Russian]
2. Romashkina G. F. Ocenka kachestva obrazovaniya: opyt jempiricheskogo issledovaniya. [Education Quality Assessment] / G. F. Romashkina // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz, [University management: practice and analysis] 2005, No 5, P. 83–88. [In Russian]
3. Son I. S. Osobennosti ocenivaniya znaniy po inostrannomu jazyku (govorenie, pis'mo) po ball'no-rejtingovoj sisteme [Peculiarities of Foreign Knowledge Assessment] // Teorija i praktika obrazovaniya v sovremennom mire: materialy II Mezhdunar. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, nojabr' 2012 g. [Theory and practice of education in the modern world: Proceedings of the II International. scientific conf.]). — SPb.: Renome, 2012. — S. 185-188. — URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/64/2911/> [In Russian]
4. Tihomirova A. V. Tipologija modelej kommunikacij v kontekste inokul'turnoj / interkul'turnoj kommunikativnoj kompetencii uchashhihsja nejazykovogo vuza [Typology of the Communication Models in the Context of Foreign- and Intercultural Communicative Competence of Students from a Non-Linguistic Institution] / A. V. Tihomirova, A. A. Bogatyrjov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. [International Research Journal].– 2016. – # 1 (43) Chast' 4. – P. 50—57. [In Russian]
5. Chvanova. M. S. Problemy ispolzovanija jekspertnyh system v obrazovanii [Problems of expert systems in education]/ M. S.Chvanova, I. A.Kiseleva, A. A.Molchanov//Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: gumanitarnye-nauki [Tambov University Review. Series Humanities].- 2013.- №3 (119). – P. 39-47 [In Russian]
6. Kotova E. E. Imitacija sistemy upravlenija processom obuchenija s Fuzzy-algoritmami prinjatija reshenij [Simulation of learning process management based on a fuzzy inference system] // Mezhdunarodnaja-konferencija-po-mjagkim-vychislenijam-i-izmerenijam [International Conference on Soft Computing and Measurement] Sankt-Peterburg,-2014.-Vol. 2- P. 212-215. [In Russian]
7. Kotova E. E. Postanovka zadachi ocenivaniya kompetencij vypusknika metodami mjagkih izmerenij [The problem of graduate student assessment using soft measurement methods] / E. E.-Kotova, A. G. Stepanov // XXI –Mezhdunarodnaja konferencija po mjagkim vychislenijam I izmerenijam [XXI International Conference on Soft Computing and Measurement] SCM 23-25 maja 2018. Sankt-Peterburg, 2018.-Vol. 2., P. 281-282. [In Russian]
8. Spesivcev A. V. Upravlenie riskami chrezvychajnyh situacij na osnove formalizacii jekspertnoj informacii. [Management of emergency risks based on formalized expert information] / A. Spesivcev . Spesivcev, V. S. Artamonova. - SPb:-Ed.-Politehn.-un-ta,-2004.- 238 p. [In Russian]
9. Spesivcev A. V. Ekspert kak «intellektualnaja izmeritelno-dagnosticheskaja sistema» [Expert as an “intellectual measurement and diagnostic system”]/ A. Spesivcev // Domshenko-N.G.-//Sb.-dokladov.- XIII –Mezhdunarodnaja konferencija po mjagkim vychislenijam I izmerenijam [XIII International Conference on Soft Computing and Measurement] SCM, 23-25 ijulja 2010,-Sankt-Peterburg,-2010,-Vol. 2. P.28-34 [In Russian]
10. D'jakonov G. N. Razmytye shkaly kompetentno-orientirovannyh ocenok kachestva podgotovki bakalavrov [Fuzzy-Scales of Competence-Oriented Assessments of the Quality of Bachelors' Studies] / G. N. D'jakonov // HV Mezhdunarodnaja konferencija po mjagkim vychislenijam i izmerenijam SCM [International Conference on Soft Computing and Measurement SCM]25-27 ijunja 2012. – Sankt-Peterburg, 2012. Vol. 2 – P. 125-128.
11. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Companion Volume with New Descriptors. Council of Europe, February, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.028>**ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Научная статья

Носаненко Г.Ю.^{1,*} Гаврилюк Р.В.²¹ ORCID: 0000-0002-2281-6196;² ORCID: 0000-0001-9533-0042;^{1,2} Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова (ИЭУП), Казань, Россия

* Корреспондирующий автор (gnosanenko[at]mail.ru)

Аннотация

Права четвертого поколения, к которым относят соматические права, вызывают много споров. Одним из таких прав является право человека на трансплантацию органов и тканей. В статье рассматриваются морально-этические и правовые аспекты этого явления. В итоге автор приходит к выводу, что большинство людей не знают о существовании в нашей стране системы «неиспрошенного согласия» при пересадки органов от мертвого донора. Кроме того существует ряд проблем, в том числе, моральных и правовых при регулировании указанных отношений. Для решения большинства моральных проблем необходимо развивать высокие технологии, позволяющие искусственно выращивать человеческие органы, а также ввести систему «испрошенного согласия», иначе остается высокой вероятность злоупотреблений, как со стороны врачей, так и о стороны криминальных группировок.

Ключевые слова: трансплантация, права человека, «испрошенное согласие», «неиспрошенное согласие», «трансплантационный туризм», клинический подход, 3D биотехнологии, биопринтинг.

TRANSPLANTATION OF HUMAN ORGANS AND TISSUES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Research article

Nosanenko G.Yu.^{1,*} Gavriluk R.V.²¹ ORCID: 0000-0002-2281-6196;² ORCID: 0000-0001-9533-0042;^{1,2} Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov (IEML), Kazan, Russia

* Corresponding author (gnosanenko[at]mail.ru)

Abstract

The rights of the fourth generation, which include somatic rights, cause a lot of controversy. The human right to organ and tissue transplantation falls into this category. The article discusses moral, ethical and legal aspects of this phenomenon. As a result, the author comes to the conclusion that most people are unaware of the existence of the “unsolicited consent” system for organ transplantation from a dead donor in Russia. In addition, there are a number of problems, including moral and legal ones, which concern the regulation of these relations. To solve the majority of the moral problems, it is necessary to develop high technologies for growing human organs artificially, as well as to introduce the system of “solicited consent,” otherwise the likelihood of abuse is high, both on behalf of doctors and criminal groups.

Key words: transplantation, human rights, “solicited consent,” “unsolicited consent,” “transplantation tourism,” clinical approach, 3D biotechnology, bioprinting.

Право человека распоряжаться своим телом является одним из соматических прав, прав – напрямую связанных с новейшими технологиями [1, С. 32]. Из достаточно развернутого перечня данных прав (право на достойную смерть, на аборт, на смену пола и др.), далеко не все из которых разрешены в России, трансплантация органов и тканей человека предусмотрена российским законодательством [2]. Объектами ее могут быть сердце, печень, лёгкое, почки, костный мозг и другие органы. При этом возможность забрать орган (жизнь) у одного человека, чтобы спасти другого ставит перед обществом ряд вопросов:

- по каким критериям можно определить, кто может стать донором и каким образом спрашивать у него согласие;
- как не допустить нарушения права на жизнь в этой области;
- не утрачивается ли в результате трансплантации органов ценность человека в целом и др.

Эти и другие морально-этические, био-медицинские и правовые проблемы, связанные с пересадкой органов, обостряются еще и тем, что в современном мире, во всех странах, количество людей, нуждающихся в подобной операции (реципиентов) гораздо больше, чем доноров, что способствует появлению черного рынка человеческих органов, жертвой которого может стать любой человек.

В Российской Федерации сфера трансплантологии и донорства, как возможности спасения жизни и здоровья, закреплена в Конституции РФ (ст. 20 и 41) [3, Ст. 20, 41]. Основные принципы трансплантации содержатся в Закон РФ № 4180-1 «О трансплантации органов и (или) тканей человека» [2], который закрепляет, что медицинское вмешательство возможно только тогда, когда исчерпаны все другие способы спасения человека и что она может применяться только с целью восстановления здоровья, а не в интересах общества и науки. В Законе № 323-ФЗ «Об основах охраны граждан в Российской Федерации» [4] определено, что донором может стать как живой, так и мертвый человек, регламентирован порядок оказания и прекращения реанимационных мероприятий. Важным документом, регулирующим порядок установления момента смерти, является Постановление Правительства РФ № 950 [5].

Все эти нормативно-правовые акты подразумевает гуманистическую направленность современных технологий и тесно коррелирует с нормами Всемирной Организации Здравоохранения, где трансплантация рассматривается только как средство для спасения жизни и здоровья человека.

В тоже время остается еще немало спорных вопросов, одним из которых является вопрос о том, может ли быть донором только мертвый человек или живой тоже. В России, как и в большинстве европейских стран, этот вопрос решается положительно и в первом, так и во втором случаях, но при разных условиях.

Живым донором, могут стать только близкие родственники, к изъятию у которых допускаются исключительно парные органы, либо части органа или ткани, отсутствие которых не несет серьезного вреда здоровью. При этом сам донор должен пройти серьезное медобследование, быть проинформирован о последствиях операции, дать письменное согласие на изъятие органа. Как правило, запрещено быть живыми донорами несовершеннолетним и умственно неполноценным гражданам, хотя в некоторых странах из этого правила имеются исключения. Например, в Швеции, в исключительных случаях (для спасения брата/сестры, которых они сильно любят), такие лица могут выступать донорами.

Еще сложнее обстоят дела с нежизнеспособными донорами, т.е. людьми в возрасте от 5 до 50 лет, умершими в больницах. Забор органов у них происходит вследствие необратимых последствий, связанных со смертью. Диагноз в таком случае устанавливается врачебной комиссией. И первый вопрос, которой сразу возникает в такой ситуации у родственника такого пациента; все ли сделано для того, чтобы человек выжил. Врач же, в первую очередь должен знать, есть ли разрешение на использование тела (органов и тканей), в противном случае, он рискует оказаться на скамье подсудимых.

Оба вопроса не имеют однозначных ответов и требуют более детальной регламентации, несмотря на то, что мировая практика предлагает два варианта их решения, с помощью закрепления одной из систем:

- «испрошенного согласия», т.е. явно выраженного согласия на забор органов после смерти, которое оформляется письменно, самим человеком, либо после его смерти одним из членов семьи;

- «неиспрошенного согласия», предполагает, что если при жизни человек не высказывал возражений, а после его смерти его близкие не заявляли отказ по поводу донорства органов, то органы можно изымать. При такой системе возникает один очень сложный вопрос: что должны чувствовать родственники, когда узнают, что их близкого человека разобрали на «запчасти». В России уже накоплен опыт судебной практики, когда родственники обвиняли хирургов, принявших решение о заборе органов, не уведомив их об этом, в превышении полномочий. Однако они не нашли поддержки и в Конституционном Суде РФ, который оказался на стороне врачей, обосновав своё решение тем, что презумпция согласия на изъятие органов и тканей человека, с целью трансплантации и донорства в нашей стране не противоречит Конституции РФ [6].

При этом нельзя отрицать, что злоупотребления правом принимать решение о донорстве является главным минусом обеих систем, поддерживающим незаконную трансплантацию и торговлю органами. В этой связи, к потенциальным жертвам можно отнести любого из нас, но наиболее незащищенными все же оказываются маргинальные слои: бездомные, дети, усыновляемые за рубеж, люди, отбывающие наказание. При огромном дефиците реципиентов, все они имеют высокую вероятность попасть в сферу интересов организованной преступности, поскольку цены на тот или иной орган на «черном рынке» исчисляются тысячами долларов. Конечно, нельзя сказать, что в России действует налаженная система по коммерциализации изъятия и пересадки органов и тканей, но все же, как вид криминализированного бизнеса, отдельные случаи имеют место быть.

Серьезной проблемой для нашей страны остается проблема коррупции в медицине [7, С. 318], приводящая к коммерциализации пересадки органов. Несмотря на то, что принцип запрета «купли – продажи» органов закреплён законодательно, случаи незаконной торговли человеческими органами имеют место быть. Причем речь идет не о стоимости операции по пересадке, а именно об изъятии, принуждении к изъятию, убийстве человека с целью изъятия органов. В этом случае российское уголовное законодательство, прежде всего, ст. 120 УК РФ «принуждение к изъятию органов и тканей человека для трансплантации» [8, Ст. 120], содержащая лингвистическую ошибку, при буквальном ее толковании признает потерпевшим не того, у кого собираются изъять орган, а того, кто проводит такую операцию, то есть врача, осуществляющего хирургический процесс. И конечно же она нуждается в доработке [9, С. 74].

Еще одной проблемой является низкий уровень доступности помощи по пересадке органов и тканей, т.к. такие медицинские центры есть далеко не во всех субъектах РФ. Их отсутствие не только не позволяет встать в лист ожидания многим российским гражданам, но и не дает возможность изымать органы, например у жертв автомобильных аварий, которых, по статистике более 16 000 человек в год (данные за 2018 г.) [10].

Подводя итоги отметим:

- трансплантология – это та сфера жизнедеятельности, от которой отказаться уже невозможно, поэтому необходимо разрабатывать и внедрять гуманистические принципы, на основе которых она будет регламентироваться;

- к числу причин, способствующих незаконной трансплантологии относятся: низкий уровень жизни населения, который может заставить задуматься отдельных людей о продаже своих органов; недостаточное государственное финансирование трансплантационных программ; дефицит трансплантатов и распространение «трансплантационного туризма»; ограниченное количество медицинских трансплантационных центров и желание людей любой ценой сделать операцию побыстрее; наличие большого количества людей, находящихся в зоне риска незаконного изъятия органов;

- для устранения недостатков необходимо: внести поправки в УК РФ, предусматривающие наказание за незаконное приобретение, хранение и перевозку органов; внести поправки в Закон «О трансплантации органов и тканей человека» заменив презумпцию согласия на презумпцию несогласия на изъятие органов; запретить изъятие органов у осужденных и лиц без определенного места жительства; развивать новейшие 3D биотехнологии.

Отметим так же, что Россия постепенно претерпевает эволюцию в области трансплантологии. За последние годы, для развития донорства и пересадки органов и тканей было проделано немало, создано множество нормативно-

правовых актов, частичное финансирование было возложено на государственный аппарат, оснащена материально-техническая база и многое другое. И работа продолжается.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

3. Гаврилюк Р. В. Право граждан на охрану здоровья / Р. В. Гаврилюк, Г. Ю. Носаненко, А. Р. Гаврилюк // В сборнике материалов международной научно-практической конференции Академии МУБиНТ. – 2018. – С. 30 – 32.
4. Закон РФ от 22.12.1992 №4180-1 (с последующими изм.) «О трансплантации органов и (или) тканей человека» // Ведомости СНД и ВС РФ. – 1993. – №2. – Ст. 62.
5. Конституция Российской Федерации. Принята на всенародном голосовании 12 декабря 1993 г. (с поправками от 21 июля 2014 г. № 11 – ФКЗ) // Собрание законодательства РФ. – 2014. – №30. – Ст. 4202.
6. Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ (с последующими изм.) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2011. – №48. – Ст. 6724.
7. Постановление Правительства РФ от 20.09.2012 г. № 950 «Об утверждении Правил определения момента смерти человека, в том числе критериев и процедуры установления смерти человека, Правил прекращения реанимационных мероприятий и формы протокола установления смерти человека» // Собрание Законодательства РФ. – 2012. – №39. – Ст. 5289.
8. Дело Альбины Саблиной: о том, что у дочери изъяли органы, мать узнала через месяц. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.miloserdie.ru.html>, свободный (дата обращения 28.12.2018).
9. Захарова Е. Ю. Коррупция в медицине: региональный аспект / Е. Ю. Захарова, Г. Ю. Носаненко // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6. – № 4 (21). – С. 318 – 320.
10. Уголовный Кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 13.06.1996 г. № 63-ФЗ (с последующими изм.) // Собрание законодательства РФ. – 1996. – №25. – Ст. 2954.
11. Смирнов В. А. Уголовно-правовая характеристика принуждения к изъятию органов и тканей потерпевшего (ст. 120 УК РФ) / В. А. Смирнов // Сибирский юридический вестник. – 2005. – № 3. – С. 74 - 77.
12. Статистика погибших и пострадавших в ДТП за 2018 год на дорогах России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://voditel.guru/dtp/obshhee/statistika-v-rossii.html>, свободный (дата обращения 28.12.2018)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gavrilyuk R. V. Pravo grazhdan na okhranu zdorovya [Right of Citizens to Health Protection] / R.V. Gavrilyuk, G.Yu. Nosenenko, A.R. Gavrilyuk // V sbornike materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Akademii MUBiNT [In the collection of materials of the international research-to-practice conference of the Academy of IAB&NT]. – 2018. – P. 30-32.
2. Zakon RF ot 22.12.1992 №4180-1 (s posleduyushchimi izm.) «O transplantatsii organov i (ili) tkanei cheloveka» [Law of the Russian Federation of December 22, 1992 No. 4180-1 (as amended) “On Transplantation of Organs and (or) Human Tissues”] // Vedomosti SND i VS RF [CIS Journal and Armed Forces of the Russian Federation]. – 1993. – No.2. – P. 62. [In Russian]
3. Konstitutsiya Rossiiskoi Federatsii. Prinyata na vsenarodnom golosovanii 12 dekabrya 1993 g. (s popravkami ot 21 iyulia 2014 g. № 11 – FKZ) [Constitution of the Russian Federation. Adopted by Nation-Wide Vote on December 12, 1993 (as amended on July 21, 2014 No. 11 - FCL)] // Sobraniye zakonodatel'stva RF [Official Gazette of the Russian Federation]. – 2014. – No.30. – P. 4202. [In Russian]
4. Federalnyi zakon ot 21.11.2011 g. № 323-FZ (s posleduyushchimi izm.) «Ob osnovakh ohrany zdorovya grazhdan v Rossiiskoi Federatsii» [Federal Law of 21.11.2011, No. 323-FZ (as amended) “On the Basis of the Public Health Protection in the Russian Federation”] // Sobraniye zakonodatel'stva RF. [Official Gazette of the Russian Federation]. – 2011. – No.48. – P. 6724. [In Russian]
5. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 20.09.2012 g. № 950 «Ob utverzhdenii Pravil opredeleniya momenta smerti cheloveka, v tom chisle kriteriev i protsedury ustanovleniya smerti cheloveka, Pravil prekrashcheniya reanimatsionnykh meropriyatiy i formy protokola ustanovleniya smerti cheloveka» [Resolution of the Government of the Russian Federation of September 20, 2012 No. 950 “On Approving the Rules for Determining the Moment of Death of a Person, including Criteria and Procedures for Establishing the Death of a Person, Rules for Terminating Resuscitation Measures and the Form of the Protocol for Establishing the Death of a Person”] // Sobraniye Zakonodatel'stva RF [Official Gazette of the Russian Federation]. – 2012. – No.39. – P. 5289. [In Russian]
6. Delo Albiny Sablinoi: o tom, chto u docheri izyali organy, mat uznala cherez mesyats [Case of Albina Sablina: Mother Learned that her Daughter's Organs were Removed in a Month]. [Electronic resource]. – Access mode <https://www.miloserdie.ru.html>, free (accessed: 28.12.2018). [In Russian]
7. Zakharova E. Yu. Korruptsiya v meditsine: regionalnyi aspekt [Corruption in Medicine: Regional Aspect] / E. Yu. Zakharova, G. Yu. Nosenenko // Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye [Azimuth of Scientific Research: Economics and Management]. – 2017. – V. 6. – No. 4 (21). – P. 318-320. [In Russian]
8. Ugolovnyi Kodeks Rossiiskoi Federatsii: federalny zakon ot 13.06.1996 g. № 63-FZ (s posleduyushchimi izm.) [Criminal Code of the Russian Federation: Federal Law No. 63-FZ of June 13, 1996 (as amended)] // Sobraniye zakonodatel'stva RF [Official Gazette of the Russian Federation]. – 1996. – No.25. – P. 2954. [In Russian]
9. Smirnov V. A. Ugolovno-pravovaya kharakteristika prinuzhdeniya k izyatiyu organov i tkanei poterpevshego (st. 120 UK RF) [Criminal and Legal Characteristic of Compulsion to the Removal of Organs and Tissues of the Victim (Article 120 of the Criminal Code of the Russian Federation)] / V. A. Smirnov // Sibirskiy yuridicheskiy vestnik [Siberian Legal Bulletin]. – 2005. – No. 3. – P. 74 - 77. [In Russian]
10. Statistika pogibshikh i postradavshikh v DTP za 2018 god na dorogakh Rossii [Statistics of the Dead and Injured in Road Traffic Accidents for 2018 on the Roads of Russia]. [Electronic resource]. – Access mode <http://voditel.guru/dtp/obshhee/statistika-v-rossii.html>, free (accessed: 28.12.2018) [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.80.2.029>**ФОРМЫ И СПОСОБЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИЙ АКАДЕМИЧЕСКИХ СОТРУДНИКОВ УНИВЕРСИТЕТОВ ГЕРМАНИИ**

Научная статья

Истомина А.П. *

ORCID: 0000-0003-0280-4160,

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

* Корреспондирующий автор (annaistom[at]yandex.ru)

Аннотация

Децентрализованная структура Интернет-коммуникаций, наличие инструментов обратной связи и общения участников сети друг с другом, самостоятельное неконтролируемое развитие таких сетей формирует корпоративную культуру, которая, с одной стороны, является отражением университетской культуры, с другой – обладает собственными, уникальными характеристиками, и, возможно, отличной от университетской системой ценностей. В статье представлены результаты исследования форм и способов профессиональных коммуникаций академических сотрудников университетов в Интернет-пространстве (в корпоративной социальной сети, профессиональных сетях и в профессиональных сообществах в общедоступных социальных медиа) как первоначальный этап социологического анализа сетевых механизмов трансформации лояльности академического персонала университета и корпоративной культуры в сети Интернет – совокупности состояний и процессов, характеризующих трансформацию состояния приверженности академического персонала университету-работодателю (коллективизм) в приверженность мировому профессиональному сообществу (корпоративизм) в процессе интернет-коммуникаций. В статье указаны наиболее распространённые формы и способы интернет-коммуникаций, а также частота их использования.

Ключевые слова: интернет-коммуникации, академические сотрудники, корпоративная культура университета.

FORMS AND METHODS OF PROFESSIONAL INTERNET COMMUNICATIONS OF ACADEMIC STAFF IN GERMANY UNIVERSITIES

Research article

Istomina A.P. *

ORCID: 0000-0003-0280-4160,

FSAEI HE North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

* Corresponding author (annaistom[at]yandex.ru)

Abstract

The decentralized structure of Internet communications, availability of tools for giving feedback and communication of network participants, as well as independent uncontrolled development of such networks form corporate culture that, on the one hand, is a reflection of the university culture, while, on the other hand, has its own unique characteristics, which differ from the university system of values. The article presents the results of the study of various forms and methods of professional communications of academic staff in the university on the Internet (in corporate social network, professional networks and professional communities on public social media) as the initial stage of the sociological analysis of the network mechanisms which transform the loyalty of academic staff in the university on the Internet – a set of states and processes that characterize the transformation of the state of loyalty of the academic staff to the university-employer (collectivism) and their loyalty to the global professional community (corporatism) in the process of Internet communications. The article lists the most common forms and methods of Internet communications, as well as the frequency of their use.

Keywords: Internet communications, academic staff, a corporate culture of a university.

Введение. В современном мире университеты претерпевают фундаментальную трансформацию, которая состоит в переходе от модели университета, подчиненного интересам науки, к университетам будущего - так называемой модели «Университета Третьего Поколения». Ф. Альтбах и У. Тейхлер говорят о том, что интернационализация в высшем образовании является неизбежным результатом глобализированной и основанной на знаниях экономики 21-го века [1, С. 5]. Другие тенденции, влияющие на университеты, включая диверсификацию, расширение, приватизацию и т. д., также имеют последствия для международной роли академических институтов. Смещение акцентов в сторону междисциплинарных исследований, повышение открытости университетских исследований и расширение связанных с этих возможностей сотрудничества с различными организациями на международном рынке оказывает влияние на организационную структуру и корпоративную культуру университетов.

Повышение степени междисциплинарности исследований, а также активное международное сотрудничество по различным направлениям, изменяют коммуникации академических сотрудников как внутри университета, так и за его пределами. В связи с развитием инфокоммуникационных технологий многие профессиональные коммуникации академических сотрудников университетов перешли в онлайн-сферу, что обеспечивает большую мобильность в коммуникация, дает возможность установления большего числа контактов, нежели профессиональные коммуникации в реальной жизни. Данное утверждение подтверждается и иллюстрируется исследованием Nature Publishing Group «Социальные сети и онлайн-инструменты» [2], в котором изучается, как ученые и ученые в настоящее время

используют или не используют сайты социальных сетей и другие онлайн-инструменты для оказания помощи в их карьере.

Методы и принципы исследования. Университеты Германии уже сейчас включены в международный высококонкурентный рынок. Они активно соперничают за лучших преподавателей и студентов, а также за научно-исследовательские контракты с компаниями. 12 из более 400 университетов Германии входят в международный рейтинг лучших университетов – QS World University Rankings 2018/2019 [3]. В связи с этим, университеты Германии были выбраны в качестве ролевой модели университета третьего поколения, поскольку их нормативная и культурная среда соответствует большинству современных университетов мира. Социологический анализ профессиональных интернет-коммуникаций академических сотрудников университетов Германии был осуществлен в рамках проекта «Корпоративная культура университета и интернет-коммуникации академических сотрудников» в 2018 году.

Данный проект имел стратегическую цель – изучение опыта интернет-коммуникаций академических сотрудников в период становления университетов третьего типа, и прогностическую цель – исследование перспектив выстраивания профессиональных коммуникаций в университетах будущего. Прикладной целью исследования являлся социологический анализ форм, способов, каналов и механизмов интернет-коммуникаций (сетевых практик взаимодействия) академических работников университета в период становления университетов третьего типа.

Объектом исследования выступила корпоративная культура университетов третьего поколения, предметом – сетевые практики взаимодействия академических сотрудников университетов. Основная гипотеза исследования сформулирована следующим образом: сетевые практики профессиональных коммуникаций академических сотрудников характеризуются доминированием корпоративности в культуре над коллективностью, и именно в рамках этой социальности появляются новые смыслы корпоративной культуры.

В ходе исследования были уточнены и использовались следующие понятия:

1. Академические сотрудники – сотрудники высших учебных заведений и исследовательских организаций, реализующие научные исследования.

2. Интернет-коммуникации академических сотрудников – коммуникации академических сотрудников в сети Интернет, связанные с их профессиональной деятельностью

3. Корпоративная социальная сеть – локальная социальная сеть высшего учебного заведения, выполняющая задачи организации и сопровождения деятельности университета.

4. Профессиональная социальная сеть – специализированная социальная сеть, адресованная сегменту пользователей, дифференцированному на основании интересов, свойственных данной группе, способствующих как их удовлетворению, так и развитию (например, ResearcherId, ResearchGate, Academia.edu, LinkedIn, и др.)

5. Профессиональные сообщества в общедоступных медиа – тематические группы и сообщества в социальных сетях, объединяющие пользователей, имеющих общие профессиональные интересы (Facebook, Twitter, Google+, YouTube и др.).

6. Сетевые практики взаимодействия:

– формы интернет-коммуникаций – электронные письма, мгновенные сообщения (Skype, ICQ, Telegram, WA, Viber, Facebook messenger и др.), аудио-звонки, видео-звонки, комментарии, чаты, форумы, блоги, конференции, вебинары и т.д.

– способы интернет-коммуникаций – способ организации интернет-коммуникаций: корпоративные социальные сети, профессиональные социальные сети, профессиональные сообщества в общедоступных социальных медиа, группы в мессенджерах (Telegram, WA, Viber, Facebook messenger), «мероприятия» (в Facebook), частные коммуникации.

Анализ корпоративных коммуникаций в онлайн-сфере осуществлялся с использованием сочетания количественной и качественной социологической методологии. Поиск новых коммуникативных форм адаптации к информационному воздействию на сознание академических сотрудников в период становления университетов третьего поколения, осуществляемому с помощью виртуальных коммуникаций, осуществлен теоретическими методами – обобщение и анализ, а также интервьюирование (полуформализованное, фокусированное интервью). Выявление, детализация и обобщение форм, способов, каналов и механизмов интернет-коммуникаций академических работников университета и связанного с ними процесса формирования корпоративной культуры осуществлены на основе данных серии интервью и массового онлайн-опроса.

В данной статье мы представим некоторые результаты онлайн-опроса.

Основные результаты. Опрос проводился в ноябре-декабре 2018 года с использованием платформы LimeSurvey. Тип выборки - многоступенчатая случайная. Основные социально-демографические характеристики респондентов представлены на рисунках 1-2.

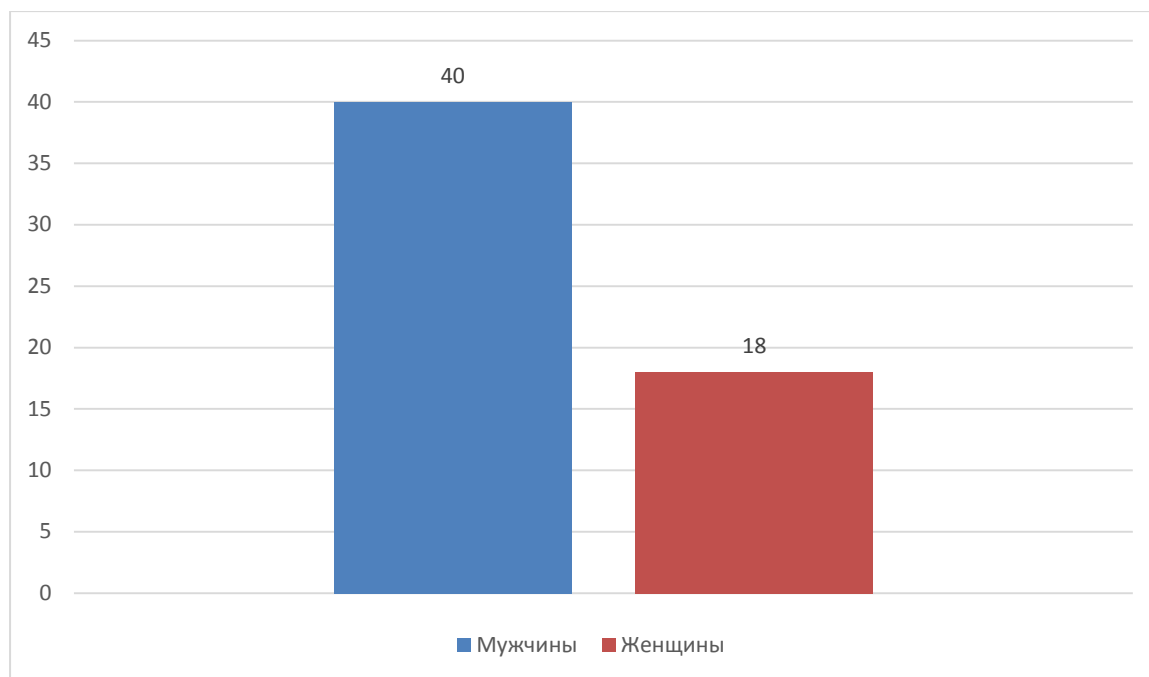


Рис. 1 – Распределение респондентов по полу

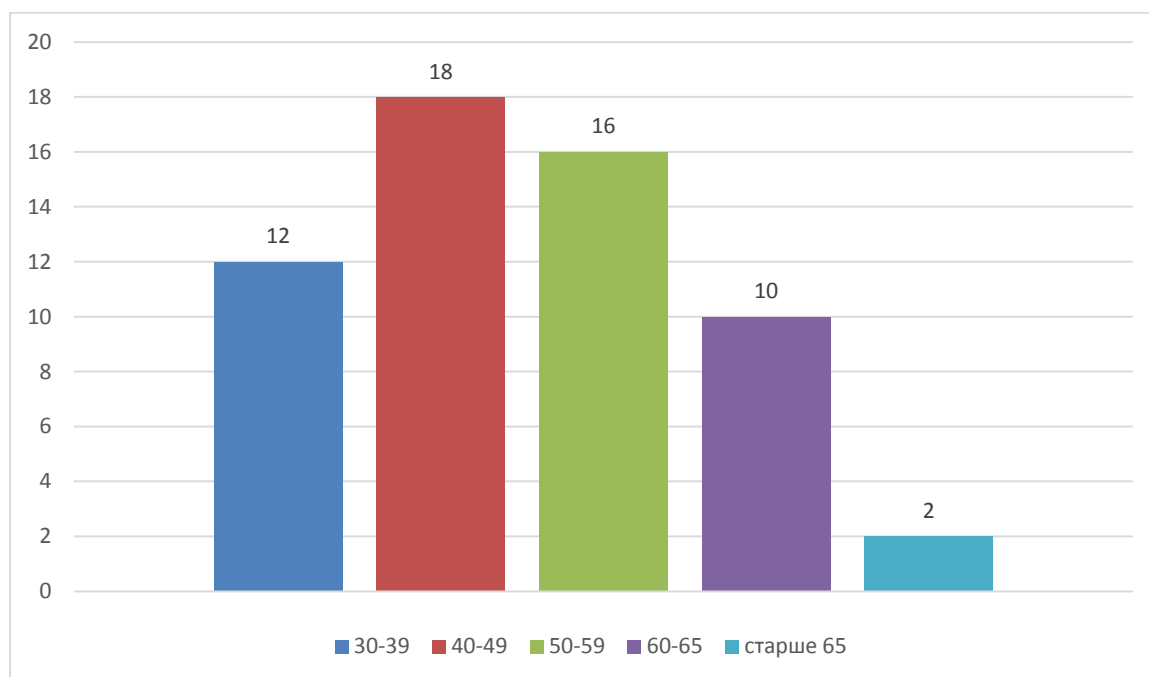


Рис. 2 – Распределение респондентов по возрасту

В опросе приняло участие 58 респондентов. Более половины респондентов (46 чел.) обладают степенью профессора, 4 человека – степенью доктора. 26 академических сотрудников являются «естественниками», 18 – представителями социальных наук, 14 – гуманитарных. В государственных университетах Германии работают 50 респондентов, остальные – в частных.

Прежде всего необходимо отметить, что самой распространенной формой Интернет-коммуникаций являются электронные письма (100%), видео-конференции (51,7%), частные видео-звонки (48,28%), мгновенные сообщения (Skype, ICQ, Telegram, WA, Viber, Facebook messenger и т.д.) (41,38%). Респонденты используют Интернет несколько раз в день для профессиональных коммуникаций с коллегами из своего университета (68,97%) и из других университетов Германии (27,59%), несколько раз в неделю для профессионального общения с коллегами из других стран (24,14%).

Корпоративная социальная сеть не является популярным способом профессиональных коммуникаций – большинство респондентов не используют ее совсем (24,14%) или используют несколько раз в год (13,79%). 34,48% опрошенных указали, что в их университете корпоративной социальной сети нет.

Значительно более популярными среди академических сотрудников являются коммуникации посредством профессиональных социальных сетей. Сеть ResearchGate используют 27,59% респондентов, LinkedIn – 24,14%, Xing – 17,24%, пятая часть опрошенных (20,69%) не используют профессиональные социальные сети. Большинство респондентов обращаются к профессиональным социальным сетям как средству коммуникации только раз в месяц (27,59%) или несколько раз в неделю (24,14%). В ходе интервью было выявлено, что чаще всего эти платформы

используются не для коммуникации (комментариев статей, обсуждений исследований и т.д.), а для актуализации информации своего профиля, поиска публикаций и просмотра информации о посещаемости аккаунта.

Коммуникационный потенциал профессиональных сообществ в общедоступных медиа (Facebook, Twitter, Google+, YouTube) практически не используется респондентами – более половины опрошенных (55,17%) не состоят в таких профессиональных сообществах. Те же, кто являются членами таких групп, используют их несколько раз в год (20, 69%) или раз в месяц (10,34%).

Заключение

Обобщая изложенное, можно сделать вывод по приведенному этапу исследования о том, что академические сотрудники университетов Германии предпочитают личное профессиональное общение общению через Интернет, не слишком активно используют потенциал профессиональных интернет-площадок. Эти данные необходимо учитывать при анализе показателей корпоративности и коллективности в сетевых практиках коммуникаций академических сотрудников и в реальном общении. Таким образом, рекомендуется проведение исследования практик профессиональных коммуникаций вне Интернета.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках государственного задания № 28.12793.2018/12.2 «Проведение научно-исследовательских работ в рамках международного научно-образовательного сотрудничества по программе «Иммануил Кант» по теме: "Корпоративная культура университета и интернет-коммуникации академических сотрудников"».

Конфликт интересов

Не указан.

Funding

The article was prepared within the framework of state assignment No. 28.12793.2018 / 12.2 "Conducting research projects within the framework of international scientific and educational cooperation under the Immanuel Kant program on the topic: "Corporate culture of the university and the Internet communication of academic staff".

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Altbach P.G. and Teichler U. Internationalization and Exchanges in a Globalized University / P.G. Altbach, U. Teichler // Journal of Studies in International Education. – 2001. – Vol. 5. – P. 5-25.
2. Van Noorden R. Online collaboration: Scientists and the social network [Electronic resource] / R. Van Noorden // URL: https://www.nature.com/polopoly_fs/1.15711!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/512126a.pdf. (дата обращения: 22.10.2018).
3. QS World University Rankings [Электронный ресурс] // URL: <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings>. (дата обращения: 22.10.2018).
4. Гапич А. Э. Методологические особенности исследования коммуникативной солидарности в социальных медиа / А.Э. Гапич, А. П. Истомина // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. – 2016. – №4. – С. 185 – 191.
5. Истомина А. П. Интернет-коммуникации академических сотрудников высших учебных заведений / Истомина А.П. // Проблемы развития полиэтнического региона : материалы Всерос. науч. конф. 24 апреля 2018г., Ставрополь / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. автоном. образоват. учреждение высш. образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь, 2018. – С. 66-67.
6. Лежебоков А. А. Модели управления научными коллективами в современном российском обществе: традиции и инновации / А. А. Лежебоков, Е. А. Сергодеева // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2016. – №5 (56). – С. 87-93.
7. Пастухов А. Л. Показатели управления знаниями в системе высшего профессионального образования [электронный ресурс] / А.П. Пастухов // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2012. – №3 (13). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-upravleniya-znaniyami-v-sisteme-vysshego-professionalnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 22.10.2018).
8. Рыков Ю. Г. Интернет-коммуникация: тренд современного развития / Ю. Г. Рыков // Современная социологическая методология - от теории к практике : сборник статей по итогам II Ежегодной Социологической школы, Москва / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации». – М., 2012. – С. 251-260.
9. Сапрыкина Е. В. Интернет-коммуникации как средство интеграции регионального научно-педагогического сообщества в мировое научно-образовательное пространство / Е. В. Сапрыкина, М. Т. Асланова, Д. Т. Асланова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2016. – №5 (56). – С. 177-181.
10. Ханевич А. П. Организационная культура высшего учебного заведения в современной России : дис. ... канд. соц. наук: 22.00.06 : защищена 30.12.2009 : утв. 28.05.2010 / Ханевич Анна Петровна. – Ставрополь, 2009. – 173 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Altbach P. G. and Teichler U. Internationalization and Exchanges in a Globalized University / P. G. Altbach, U. Teichler // Journal of Studies in International Education. – 2001. – Vol. 5. – P. 5-25.
2. Van Noorden R. Online collaboration: Scientists and the social network [Electronic resource] / R. Van Noorden // URL: https://www.nature.com/polopoly_fs/1.15711!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/512126a.pdf. (accessed: 22.10.2018).
3. QS World University Rankings [Electronic resource] // URL: <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings>. (accessed: 22.10.2018).
4. Gapich A. E. Metodologicheskie osobennosti issledovaniya kommunikativnoj solidarnosti v social'nyh media

[Methodological features of the study of communicative solidarity in social media]/ A. E. Gapich, A. P. Istomina // Vestnik Kalmyckogo instituta gumanitarnykh issledovaniy RAN [Bulletin of the Kalmyk Institute for Humanitarian Studies of the Russian Academy of Sciences]. – 2016. – №4. – P. 185 – 191. [in Russian]

5. Istomina A. P. Internet-kommunikacii akademicheskikh sotrudnikov vysshix uchebnykh zavedenij [Internet communications of academic staff of higher educational institutions] / Istomina A. P. // Problemy razvitiya poliehtnichnogo regiona : materialy Vseros. nauch. konf. 24 aprelya 2018g. [Problems of development of a polyethnic region: materials Vseros. scientific conf. April 24, 2018] Stavropol' / M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federacii, Feder. gos. avtonom. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. obrazovaniya «Severo-Kavkazskij federal'nyj universitet». [Ministry of Education and Science of Russian Federation, Feder. state autonomous. educate institution of higher. education "North Caucasus Federal University"] – Stavropol', 2018. – pp. 66-67. [in Russian]

6. Lezhebokov A. A. Modeli upravleniya nauchnymi kolektivami v sovremennom rossijskom obshchestve: tradicii i innovacii [Management models of research teams in modern Russian society: traditions and innovations] / A. A. Lezhebokov, E. A. Sergodeeva // Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta [Bulletin of the North Caucasus Federal University] – 2016. – №5 (56). – P. 87-93. [in Russian]

7. Pastuhov A. L. Pokazateli upravleniya znaniyami v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya [Indicators of knowledge management in the system of higher vocational education] [electronic resource] / A. P. Pastuhov // Teoriya i praktika servisa: ehkonomika, social'naya sfera, tekhnologii [Theory and practice of service: economics, social sphere, technology] – 2012. – №3 (13). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-upravleniya-znaniyami-v-sisteme-vysshego-professionalnogo-obrazovaniya> (accessed: 22.10.2018). [in Russian]

8. Rykov Yu. G. Internet-kommunikaciya: trend sovremennogo razvitiya [Internet communication: the trend of modern development]/ Yu. G. Rykov // Sovremennaya sociologicheskaya metodologiya – ot teorii k praktike : sbornik statej po itogam II Ezhegodnoj Sociologicheskoy shkoly [Modern sociological methodology - from theory to practice: a collection of articles on the results of the II Annual Sociological School], Moskva / M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federacii, Feder. gos. byudzh. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. obrazovaniya «Rossijskaya akademiya narodnogo hozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federacii». [Ministry of Education and Science of Russian Federation, Feder. state budget. educate institution of higher. education "Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation"] – Moskva, 2012. – pp. 251-260. [in Russian]

9. Saprykina E. V. Internet-kommunikacii kak sredstvo integracii regional'nogo nauchno-pedagogicheskogo soobshchestva v mirovye nauchno-obrazovatel'noe prostranstvo [Internet communications as a means of integrating the regional scientific and pedagogical community into the global scientific and educational space] / E. V. Saprykina, M. T. Aslanova, D. T. Aslanova // Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta [Bulletin of the North Caucasus Federal University] – 2016. – №5 (56). – P. 177-181. [in Russian]

10. Hanevich A. P. Organizacionnaya kul'tura vysshego uchebnogo zavedeniya v sovremennoj Rossii [Organizational culture of higher education in modern Russia]: dis. ... PhD in Sociology: 22.00.06 : defense of the thesis 30.12.2009 : approved 28.05.2010 / Hanevich Anna Petrovna. – Stavropol', 2009. – 173 p. [in Russian]