СООТВЕТСТВУЕТ
ГОСТ 7.56-2002

ISSN 2304-2338

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION

DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ» № 12 (132) 2018

2018 № 12(132)

ISSN 2304–2338 (Print)
ISSN 2413–4635 (Online)

PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION

2018. № 12 (132)

DOI: 10.20861/2304-2338-2017-132

EDITOR IN CHIEF
Valtsev S.

EDITORIAL BOARD

Abdullaev K. (PhD in Economics, Azerbaijan), *Alieva V.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Akbulaev N.* (D.Sc. in Economics, Azerbaijan), *Alikulov S.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Anan'eva E.* (D.Sc. in Philosophy, Ukraine), *Asaturova A.* (PhD in Medicine, Russian Federation), *Askarhodzhaev N.* (PhD in Biological Sc., Republic of Uzbekistan), *Bajtasov R.* (PhD in Agricultural Sc., Belarus), *Bakiko I.* (PhD in Physical Education and Sport, Ukraine), *Bahor T.* (PhD in Philology, Russian Federation), *Baulina M.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Blejh N.* (D.Sc. in Historical Sc., PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Bobrova N.A.* (Doctor of Laws, Russian Federation), *Bogomolov A.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Borodaj V.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Volkov A.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Gavrilenkova I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Garagonich V.* (D.Sc. in Historical Sc., Ukraine), *Glushhenko A.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Grinchenko V.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Gubareva T.* (PhD Laws, Russian Federation), *Gutnikova A.* (PhD in Philology, Ukraine), *Datij A.* (Doctor of Medicine, Russian Federation), *Demchuk N.* (PhD in Economics, Ukraine), *Divnenko O.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Dmitrieva O.A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Dolenko G.* (D.Sc. in Chemistry, Russian Federation), *Esenova K.* (D.Sc. in Philology, Kazakhstan), *Zhamuldinov V.* (PhD Laws, Kazakhstan), *Zholdoshev S.* (Doctor of Medicine, Republic of Kyrgyzstan), *Ibadov R.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Republic of Uzbekistan), *Il'inskih N.* (D.Sc. Biological, Russian Federation), *Kajrakbaev A.* (PhD in Physical and Mathematical Sciences, Kazakhstan), *Kaftaeva M.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Klinkov G.T.* (PhD in Pedagogic Sc., Bulgaria), *Koblanov Zh.* (PhD in Philology, Kazakhstan), *Kovaljov M.* (PhD in Economics, Belarus), *Kravcova T.* (PhD in Psychology, Kazakhstan), *Kuz'min S.* (D.Sc. in Geography, Russian Federation), *Kulikova E. (*D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Kurmanbaeva M.* (D.Sc. Biological, Kazakhstan), *Kurpajanidi K.* (PhD in Economics, Republic of Uzbekistan), *Linkova-Daniels N.* (PhD in Pedagogic Sc., Australia), *Lukienko L.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Makarov A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Macarenko T.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Meimanov B.* (D.Sc. in Economics, Republic of Kyrgyzstan), *Muradov Sh.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Nabiev A.* (D.Sc. in Geoinformatics, Azerbaijan), *Nazarov R.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Naumov V.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Ovchinnikov Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Petrov V.* (D.Arts, Russian Federation), *Radkevich M.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Rakhimbekov S.* (D.Sc. in Engineering, Kazakhstan), *Rozyhodzhaeva G.* (Doctor of Medicine, Republic of Uzbekistan), *Romanenkova Yu.* (D.Arts, Ukraine), *Rubcova M. (*Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Rumyantsev D.* (D.Sc. in Biological Sc., Russian Federation), *Samkov A.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *San'kov P.* (PhD in Engineering, Ukraine), *Selitrenikova T.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sibircev V.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Skripko T.* (D.Sc. in Economics, Ukraine), *Sopov A.* (D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Strekalov V.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Stukalenko N.M.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Kazakhstan), *Subachev Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Sulejmanov S.* (PhD in Medicine, Republic of Uzbekistan), *Trequb I.* (D.Sc. in Economics, PhD in Engineering, Russian Federation), *Uporov I.* (PhD Laws, D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Fedos'kina L.* (PhD in Economics, Russian Federation), *Khiltukhina E.* (D.Sc. in Philosophy, Russian Federation), *Cuculjan S.* (PhD in Economics, Republic of Armenia), *Chiladze G.* (Doctor of Laws, Georgia), *Shamshina I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sharipov M.* (PhD in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Shevko D.* (PhD in Engineering, Russian Federation).

Publishing house «PROBLEMS OF SCIENCE»
Frequency: 13 times a year
153008, Russian Federation, Ivanovo, Lezhnevskaya st., h.55, 4th floor. Phone: +7 (910) 690-15-09.
HTTP://WWW.IPI1.RU
E-MAIL: INFO@P8N.RU
DISTRIBUTION: RUSSIAN FEDERATION, FOREIGN COUNTRIES

Moscow
2018

ISSN 2304–2338 (печатная версия)
ISSN 2413–4635 (электронная версия)

Проблемы современной науки и образования 2018. № 12 (132)

Российский импакт-фактор: 1,72
DOI: 10.20861/2304-2338-2017-132

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «Проблемы науки»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) Свидетельство ПИ №ФС77– 47745

Периодичность: 13 раз в год
Издается с 2011 года

Территория распространения: зарубежные страны, Российская Федерация

Подписано в печать: 13.11.2018.
Дата выхода в свет: 15.11.2018

Формат 70х100/16.
Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,01
Тираж 1 000 экз.
Заказ № 2013

Свободная цена

Главный редактор: Вальцев С.В.

Заместитель главного редактора: Ефимова А.В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Абдуллаев К.Н. (д-р филос. по экон., Азербайджанская Республика), *Алиева В.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Акбулаев Н.Н.* (д-р экон. наук, Азербайджанская Республика), *Аликулов С.Р.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Ананьева Е.П.* (д-р филос. наук, Украина), *Асатурова А.В.* (канд. мед. наук, Россия), *Аскарходжаев Н.А.* (канд. биол. наук, Узбекистан), *Байтасов Р.Р.* (канд. с.-х. наук, Белоруссия), *Бакико И.В.* (канд. наук по физ. воспитанию и спорту, Украина), *Бахор Т.А.* (канд. филол. наук, Россия), *Баулина М.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Блейх Н.О.* (д-р ист. наук, канд. пед. наук, Россия), *Боброва Н.А.* (д-р юрид. наук, Россия), *Богомолов А.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Бородай В.А.* (д-р социол. наук, Россия), *Волков А.Ю.* (д-р экон. наук, Россия), *Гавриленкова И.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Гарагонич В.В.* (д-р ист. наук, Украина), *Глущенко А.Г.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Гринченко В.А.* (канд. техн. наук, Россия), *Губарева Т.И.* (канд. юрид. наук, Россия), *Гутникова А.В.* (канд. филол. наук, Украина), *Датий А.В.* (д-р мед. наук, Россия), *Демчук Н.И.* (канд. экон. наук, Украина), *Дивненко О.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Дмитриева О.А.* (д-р филол. наук, Россия), *Доленко Г.Н.* (д-р хим. наук, Россия), *Есенова К.У.* (д-р филол. наук, Казахстан), *Жамулдинов В.Н.* (канд. юрид. наук, Казахстан), *Жолдошев С.Т.* (д-р мед. наук, Кыргызская Республика), *Ибадов Р.М.* (д-р физ.-мат. наук, Узбекистан), *Ильинских Н.Н.* (д-р биол. наук, Россия), *Кайракбаев А.К.* (канд. физ.-мат. наук, Казахстан), *Кафтаева М.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Киквидзе И.Д.* (д-р филол. наук, Грузия), *Клинков Г.Т.* (PhD in Pedagogic Sc., Болгария), *Кобланов Ж.Т.* (канд. филол. наук, Казахстан), *Ковалёв М.Н.* (канд. экон. наук, Белоруссия), *Кравцова Т.М.* (канд. психол. наук, Казахстан), *Кузьмин С.Б.* (д-р геогр. наук, Россия), *Куликова Э.Г.* (д-р филол. наук, Россия), *Курманбаева М.С.* (д-р биол. наук, Казахстан), *Курпаяниди К.И.* (канд. экон. наук, Узбекистан), *Линькова-Даниельс Н.А.* (канд. пед. наук, Австралия), *Лукиенко Л.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Макаров А. Н.* (д-р филол. наук, Россия), *Мацаренко Т.Н.* (канд. пед. наук, Россия), *Мейманов Б.К.* (д-р экон. наук, Кыргызская Республика), *Мурадов Ш.О.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Набиев А.А.* (д-р наук по геоинформ., Азербайджанская Республика), *Назаров Р.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Наумов В. А.* (д-р техн. наук, Россия), *Овчинников Ю.Д.* (канд. техн. наук, Россия), *Петров В.О.* (д-р искусствоведения, Россия), *Радкевич М.В.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Рахимбеков С.М.* (д-р техн. наук, Казахстан), *Розыходжаева Г.А.* (д-р мед. наук, Узбекистан), *Романенкова Ю.В.* (д-р искусствоведения, Украина), *Рубцова М.В.* (д-р. социол. наук, Россия), *Румянцев Д.Е.* (д-р биол. наук, Россия), *Самков А. В.* (д-р техн. наук, Россия), *Саньков П.Н.* (канд. техн. наук, Украина), *Селитреникова Т.А.* (д-р пед. наук, Россия), *Сибирцев В.А.* (д-р экон. наук, Россия), *Скрипко Т.А.* (д-р экон. наук, Украина), *Сопов А.В.* (д-р ист. наук, Россия), *Стрекалов В.Н.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Стукаленко Н.М.* (д-р пед. наук, Казахстан), *Субачев Ю.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Сулейманов С.Ф.* (канд. мед. наук, Узбекистан), *Трегуб И.В.* (д-р экон. наук, канд. техн. наук, Россия), *Упоров И.В.* (канд. юрид. наук, д-р ист. наук, Россия), *Федоськина Л.А.* (канд. экон. наук, Россия), *Хилтухина Е.Г.* (д-р филос. наук, Россия), *Цуцулян С.В.* (канд. экон. наук, Республика Армения), *Чиладзе Г.Б.* (д-р юрид. наук, Грузия), *Шамшина И.Г.* (канд. пед. наук, Россия), *Шарипов М.С.* (канд. техн. наук, Узбекистан), *Шевко Д.Г.* (канд. техн. наук, Россия).

© ЖУРНАЛ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ/PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION»
© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

Содержание

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ 6

Эткин В.А. ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ОСНОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ / *Etkin V.A.* RETHINKING THE BASES OF QUANTUM MECHANICS 6

Оруджев Э.Г., Амирова Л.И. О СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С КРАТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ / *Orudzhev E.G., Amirova L.I.* ON EIGEN VALUES OF A SPECTRAL PROBLEM FOR A FOURTH ORDER EQUATION WITH MULTIPLE CHARACTERISTICS 14

Зульфугарова Р.Т. ОБ ОДНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТНОГО ПОРЯДКА С ОДНИМ КРАТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИМ КОРНЕМ / *Zulfuqarova R.T.* THE DIFFERENTIAL EQUATION OF AN EVEN ORDER WITH ONE MORE THE BRIEF CHARACTERISTIC ROOT 24

Филатов О.В. КЛАСС СЛУЧАЙНЫХ БИНАРНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ, КРИТЕРИЙ «СИММЕТРИЧНОГО ЭНТРОПИЙНОГО (ХАОТИЧНОГО) РЕЗОНАНСА» / *Filatov O.V.* THE CLASS OF RANDOM BINARY SEQUENCES AND ITS FEATURES, THE CRITERION OF "SYMMETRIC ENTROPY (CHAOTIC) RESONANCE" 30

Arzieva S.I., Husenova N.N., Shodieva Z.V. COMPLEX INTERVAL ARITHMETICS / *Арзиева С.И., Хусенова Н.Н., Шодиева З.В.* КОМПЛЕКСНЫЕ ИНТЕРВАЛЬНЫЕ АРИФМЕТИКИ 37

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ 40

Бахвалов А.В. СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ТО-2 И АПК НШГС-0,2 ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В СИСТЕМЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА / *Bahvalov A.V.* COMPARISON OF OPERATIONAL PROPERTIES OF CATALYSTS TO-2 AND APC NSPHS-0,2 WHEN APPLIED IN THE SYSTEM OF CATALYTIC PURIFICATION OF HYDROGEN 40

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ 47

Есаков В.А., Дудко В.Г., Шлопак А.А. СИНТЕЗ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА / *Esakov V.A., Dudko V.G., Shlopak A.A.* SYNTHESIS OF ADAPTIVE SYSTEMS BY METHOD OF FUNCTIONS OF LYAPUNOV 47

Есаков В.А., Дудко В.Г., Шлопак А.А. ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ОСНОВНОГО ТОЖДЕСТВА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ЗАВИСИМОСТИ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОТ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И ПРАВЫХ ЧАСТЕЙ СИСТЕМЫ В СМЫСЛЕ СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧНОГО ОТКЛОНЕНИЯ / *Esakov V.A., Dudko V.G., Shlopak A.A.* ABOUT METHOD OF PROOF OF THE MAIN IDENTITY NEEDED TO DETERMINE THE CONTINUOUS DEPENDENCE OF SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL-FUNCTIONAL EQUATIONS FROM THE INITIAL CONDITIONS AND RIGHT PARTS OF THE SYSTEM IN THE SENSE OF STANDARD DEVIATION 51

Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В., Валенцева А.В., Выгузова К.В. АНАЛИЗ РАБОТЫ ИСПАРИТЕЛЯ ТЕРМОСИФОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА THERMACAM RESEARCHER / *Gadelshin M.Sh., Kibardin A.V., Valentseva A.V., Vyguzova K.V.* ANALYSIS OF OPERATION THE THERMOSYPHON EVAPORATOR USING THERMACAM RESEARCHER SOFTWARE 57

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ 61

Бенда В.Н. ОБЩИЕ РАСХОДЫ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ НА АРМИЮ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО И ИНЖЕНЕРНОГО КОРПУСОВ В ПРАВЛЕНИЕ ЕКАТЕРИНЫ II / *Benda V.N.* THE TOTAL EXPENDITURE OF THE RUSSIAN EMPIRE ON THE ARMY AND THE LOGISTICS OF THE ARTILLERY AND ENGINEERING CORPS IN THE REIGN OF CATHERINE II 61

Иноятова Д.М. МЕЖКОНФЕССИОНАЛЬНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ В УЗБЕКИСТАНЕ / *Inoyatova D.M.* INTERCONFESSIONAL TOLERANCE IN UZBEKISTAN 67

Дусчанов Р.Р. РЕФОРМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЛОГА В СССР В ПОСЛЕВОЕННОЕ ВРЕМЯ: НЕОБХОДИМОСТЬ, ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ / *Duschanov R.R.* REFORM OF AGRICULTURAL TAX IN THE USSR IN POST-WAR MORE: NECESSITY, TASKS AND RESULTS 69

Марозиков А.А. ИЗ ИСТОРИИ ТОРГОВЫХ СВЯЗЕЙ СРЕДНЕАЗИАТСКИХ ХАНСТВ С РОССИЕЙ / *Marozikov A.A.* FROM THE HISTORY OF TRADING RELATIONS OF THE MID-ASIAN KHANATES WITH RUSSIA 73

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ 77

Алиева Ш.Т. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ / *Alieva Sh.T.* FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF WORK OF OIL-PRODUCING ENTERPRISES 77

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ 81

Арутюнов Э.К., Улитин И.Н. ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНСТИТУЦИОННОГО И УГОЛОВНОГО ПРАВА / *Arutyunov E.K., Ulitin I.N.* INTERRELATION OF CONSTITUTIONAL AND CRIMINAL LAW 81

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ 83

Волчо Е.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ / *Volcho E.V.* INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN UNIVERSITIES 83

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ 86

Gafforov S.A., Nurova Sh.N., Nurov N.B. THE PREVALENCE OF PULMONARY ANOMALIES IN CHILDREN OF THE SCHOOL AGE IN THE BUKHARA REGION / *Гаффоров С.А., Нурова Ш.Н., Нуров Н.Б.* РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЛЕГОЧНЫХ АНОМАЛИЙ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ 86

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ 89

Акмалжанова М.В. ПРОИЗВЕДЕНИЯ МОЛОДЫХ КОМПОЗИТОРОВ УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ ОРКЕСТРА НАРОДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ / *Akmaljanova M.V.* WORKS OF YOUNG COMPOSERS OF UZBEKISTAN FOR FOLK INSTRUMENTS ORCHESTRA 89

Дадаев А.Ш. ИЗУЧАЯ БУХАРСКИЙ ШАШМАКОМ / *Dadaev A.Sh.* STUDYING BUKHARA SHASHMAKOM 91

Магай В.В. АСПЕКТЫ ИСПОЛНИТЕЛЬСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЦИКЛА «СТАРЫЕ ВЕНСКИЕ ТАНЦЕВАЛЬНЫЕ МЕЛОДИИ» ДЛЯ СКРИПКИ И ФОРТЕПИАНО Ф. КРЕЙСЛЕРА / *Magay V.V.* ASPECTS OF PERFOMANS TO INTERPRETING THE CYCLE «OLD VIENNESE DANCE TUNES» FOR VIOLIN AND PIANOFORTE F.KREYSLERA 93

Палванов Р.С. ТРЕТИЙ ФОРТЕПИАННЫЙ КОНЦЕРТ ГАИПА ДЕМЕСИНОВА / *Palvanov R.S.* THIRD PIANO CONCERTO BY GAIP DEMESINOV 96

Babanazarova G.Yu. CLOD DEBUSSI AND GEORGIY MUSHEL'S MUSICAL INSTRUMENTS IN FORTEPIANO'S WORKS / *Бабаназарова Г.Ю.* ПРО МУЗЫКАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ФОРТЕПИАННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ КЛОДА ДЕБЮССИ И ГЕОРГИЯ МУШЕЛЯ 99

Исаев У.З. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИГРЫ НА ГИДЖАКЕ / *Isaev U.Z.* ABOUT PARTICULARITY OF THE PLAY ON GIDJAK 102

Шомуротова М. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УРОКАХ ТРАДИЦИОННОЙ МУЗЫКИ НА ОСНОВЕ ВОСТОЧНОЙ ПЕДАГОГИКИ / *Shomurotova M.* APPLICATION INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN INDIVIDUAL LESSONS OF TRADITIONAL MUSIC ON THE BASIS OF EAST PEDAGOGICS 104

АРХИТЕКТУРА 107

Салимов О.М., Журабоев У.А. РОЛЬ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН В ГОРОДСКОЙ СТРУКТУРЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ФЕРГАНЫ) / *Salimov O.M., Zhuraboev U.A.* THE ROLE OF RECREATIONAL ZONES IN THE URBAN STRUCTURE (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF FERGANA) 107

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ОСНОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Эткин В.А. Email: Etkin17132@scientifictext.ru

Эткин Валерий Абрамович – доктор технических наук, профессор,
Научно–исследовательский центр,
Советник проректора по науке,
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

Аннотация: *показано, что в основе квантовой механики лежат классические положения неравновесной термодинамики. Закон излучения Планка получен без привлечения каких-либо постулатов квантово–механического характера. При этом показано, что истинным квантом излучения является волна, дискретная как во времени, так и в пространстве, а ее энергия убывает с частотой. Новое представление о световых квантах позволяет получить закон формирования спектральных серий без привлечения квантовых чисел, исходя из существования гармоник; дополнить уравнение фотоэффекта членом, учитывающим спектральную чувствительность фотокатодов, и дать безгипотезный вывод стационарного уравнения Шредингера. Тем самым показано, что квантовую механику следует рассматривать как следствие классической физики волновых процессов.*

Ключевые слова: *квантовая и волновая механика, неравновесная термодинамика, законы излучения, волна как квант, фотоэффект, спектральные серии, уравнение Шрёдингера.*

RETHINKING THE BASES OF QUANTUM MECHANICS

Etkin V.A.

Etkin Valery Abramovich - Doctor of Technical Sciences, Professor,
SCIENTIFIC RESEARCH CENTER,
Advisor to the vice-rector for science,
TOLYATTI STATE UNIVERSITY, TOGLIATTI

Abstract: *it is shown that the basis of quantum mechanics is based on the classical concepts of nonequilibrium thermodynamics. The Planck radiation law was obtained without invoking any quantum-mechanical postulates. It was shown that a true quantum of radiation is a wave, discrete both in time and in space, and its energy decreases with frequency. A new concept of light quanta allows us to obtain the law of the formation of spectral series without attracting quantum numbers, based on the existence of harmonics; to supplement the photoelectric equation with a term that takes into account the spectral sensitivity of photocathodes, and to give a non-hypothetical conclusion to the stationary Schrödinger equation. It was shown that quantum mechanics should be considered as a consequence of the classical physics of wave processes.*

Keywords: *quantum and wave mechanics, nonequilibrium thermodynamics, radiation laws, wave as a quantum, photo effect, spectral series, Schrödinger equation.*

УДК 53.01; 53.02
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-003

1. Введение

Классическая механика, зародившаяся в XVII веке, достигла к концу XIX века высокого уровня развития. Однако при попытках ее приложения к явлениям в микромире возникли серьезные затруднения, которые в конечном счете привели на рубеже XIX-XX веков к квантово-механической революции. В основном эти затруднения оказались связанными с неудовлетворительностью известных на то время законов излучения тел и с несоответствием поведения объектов микромира законам классической физики [1].

Некоторые из этих трудностей были преодолены с помощью ряда гипотез и постулатов квантово – механического характера. Однако такой подход породил массу новых проблем и привел к «кризису понимания», который охватил сейчас всю теоретическую физику. Стало более предпочтительным, по образному выражению Р. Фейнмана, «угадывать уравнения, не обращая внимания на физические модели или физическое объяснение» того или иного явления» [2]. Ученые перестали тяготиться тем, что их теории не проясняют реальности, они уже не ставят задачей понимание причинно-следственных связей в проявлениях тех или

иных законов. Объяснение явлений перестало быть основной функцией науки. Стиль мышления принял характер, названный Ланжевеном «интеллектуальным развратом».

В этих условиях стали появляться эффектные «теории всего», обещающие возможность двигаться вспять во времени, мгновенно перемещаться в пространстве, использовать энергию нулевых флуктуаций физического вакуума, переходить через «кротовые норы» в «параллельные миры» и т. п. Эти теории богаты на сенсации, однако от них бессмысленно ждать практической отдачи, поскольку объекты их фантазии находятся далеко за пределами современных возможностей их обнаружения и тем более использования.

В этой связи вновь и вновь возникает вопрос, почему «классическая физика оказалась беспомощной перед квантовыми законами действия света» [3]. В этой статье будет показано, что главной причиной возникших трудностей явилась подмена классической термодинамикой стационарного процесса излучения равновесным, что привело к искажению существа многих явлений [4], и будет предложен выход из создавшегося положения.

2. Противоречивость концепции квантов в трактовке М. Планка

В октябре 1900 года М. Планк, получив новейшие данные Ф. Курлбаума и Г. Рубенса о распределении энергии в спектре абсолютно черного тела (АЧТ), в течение нескольких дней нашел «удачную интерполяционную формулу», удовлетворяющую как закону Вина, (1893) так и Рэлея (1900), и в том же месяце доложил об этом Немецкому физическому обществу [5]. В центре внимания Планка как термодинамика было выражение для второй производной энтропии осциллятора по его энергии. В коротковолновой области (где справедлив закон Вина), оно имеет вид $\partial^2S/\partial^2/U$, тогда как в длинноволновой области $\partial^2S/\partial^2/U$. Планк сконструировал величину $\partial^2S/\partial^2= a/U(U + b)$, дающую их простейшее обобщение. При этом он вслед за Больцманом приписывал излучению в полости определенную температуру T, энтропию S и газовую постоянную R, как будто оно представляет собой некую субстанцию. Однако вскоре ему пришлось отказаться от такого представления и прибегнуть к более революционному постулату квантования энергии осцилляторов. Согласно этому постулату, энергия осциллятора ε_n состоит из n равных частей (квантов) $\varepsilon_o = h\nu$, пропорциональных частоте ν, и может отдаваться или приобретаться только дискретными порциями, кратными натуральным числам $n = 1, 2, \ldots, \infty$. При этом коэффициент пропорциональности h является универсальной величиной, не зависящей ни от природы осциллятора, ни от частоты ν и амплитуды его колебания [5].

Далее, во избежание «фиолетовой катастрофы» М. Планк в отличие от Рэлея предположил, что число N_ν осцилляторов в полости АЧТ, излучающих в диапазоне частот $d\nu$, к их общему числу N уменьшается экспоненциально с увеличением n, подчиняясь при этом статистике Больцмана:

$$N_\nu/N = \exp(-\varepsilon_n/kT), \qquad (1)$$

где k – величина, введенная Планком и названная им «постоянной Больцмана».

Оба этих допущения приводят к тому, что вычисление энергии колебаний осциллятора единичного объема E_r (Дж м$^{-3}$) как интеграла от ε_n по всем N осцилляторам требует усреднения как по частоте ν, так и по ряду натуральных чисел n. Планк предположил, что обе эти задачи могут быть решены путем разложения $\exp(-n\varepsilon_o\nu/kT)$ в ряд по n с последующей аппроксимацией этого ряда выражением

$$\langle\varepsilon_n\rangle = h\nu/[\exp(h\nu/kT) - 1]. \qquad (2)$$

Тогда величина E_r может быть найдена интегралом от средней величины $\langle\varepsilon_n\rangle$ во во всем диапазоне частот $0<\nu < \infty$. Подставляя это соотношение в (1) и используя известное выражение для спектральной плотности n_ν осцилляторов $n_\nu = dN/d\nu = 8\pi\nu^2/c^3$, находим:

$$E_r = \int\langle\varepsilon_n\rangle n_\nu d\nu = \int(8\pi h\nu^2/c^3)/[\exp(h\nu/kT) - 1]d\nu \text{ (Дж м}^{-3}\text{)}. \qquad (3)$$

С другой стороны, ту же величину E_r можно выразить интегралом от спектральной плотности излучения $u_\nu = dE_r/d\nu$ (Дж с м$^{-3}$) в том же диапазоне частот:

$$E_r = \int u_\nu d\nu. \qquad (4)$$

Сопоставляя (4) с (3), приходим к закону излучения Планка:

$$u_\nu = (8\pi h\nu^3/c^3)/[\exp(h\nu/kT) - 1], \text{ Дж с м}^{-3} \qquad (5)$$

Нетрудно видеть, что это уравнение отличается от закона Рэлея

$$u_\nu = (8\pi\nu^2/c^3)kT, \text{ Дж с м}^{-3} \qquad (6)$$

тем, что в нем вместо величины kT фигурирует более сложное выражение для средней энергии осциллятора (2).

Обращает на себя внимание размерность величин h (Дж с) и u_ν (Дж с м$^{-3}$), чуждая классической термодинамике. Это уже само по себе свидетельствовало о том, что решение этой

задачи выходит за рамки классической термодинамики. Вместе с тем имелись и более серьезные противоречия, которым ранее не уделили должного внимания.

Во-первых, как отмечали еще современники М. Планка, при разложении ε_n в ряд по n частота ν предполагалась постоянной. Следовательно, его метод усреднения не относился к частоте и не мог предотвратить «ультрафиолетовую катастрофу».

Во-вторых, согласно постулату Планка, энергия кванта $\varepsilon_o = h\nu$ возрастает с частотой. Этот постулат противоречат известному из теории колебаний выражению для плотности энергии волны [7]:

$$\rho_\nu = \rho A_\nu^2 \nu^2/2, \text{ (Дж м}^{-3}\text{)}, \qquad (7)$$

согласно которому ε_o с увеличением частоты уменьшается ввиду более быстрого роста числа осцилляторов N_ν, колеблющихся на этой частоте. В этом можно убедиться, взяв производную от плотности энергии осцилляторов ρ_ν по их числу:

$$\varepsilon_o = (d\rho_\nu/dN_\nu) = \rho A_\nu^2 c^3/4\pi\nu, \text{ Дж}. \qquad (8)$$

Именно это и предотвращает «ультрафиолетовую катастрофу», а не уменьшение числа осцилляторов N_ν с частотой по экспоненциальному закону (1).

Далее, согласно (8) энергия волны ε_o зависит от амплитуды колебаний и плотности колеблющейся среды. Оба этих обстоятельства не учитываются в постулате Планка, предполагавшем коэффициент h единым для любых сред и осцилляторов. Согласно (8), постоянным может быть лишь произведение $\varepsilon_o\nu$ для светоносной среды с неизменной амплитудой A_ν и плотностью ρ.

В-третьих, приписывание излучению в полости параметров хаотической формы энергии (температуры T и постоянной Больцмана k) основывалось на средневековых представлениях о нем как о невесомом флюиде типа теплорода, а не на каких-либо экспериментальных фактах.

В – четвертых, как показал А. Эйнштейн, уже на длине волны 0,5 мкм и $T = 1700K$ энергия кванта ε_o в 6,5 10^7 раз превышает энергию самого осциллятора, найденную по величине внутренней энергии излучателя. Это не только противоречило постулату Планка, но и порождало еще одну проблему избыточной мощности фотонов сверхвысоких частот [8].

Наконец, уже во времена Планка было известно, что излучение тел, в отличие от теплообмена, никогда не прекращается. Это противоречило понятию теплового равновесия в термодинамике, условием которого является прекращение каких-либо макропроцессов, и лишало смысла саму физическую модель излучения» [9].

Не случайно сам М. Планк до конца жизни считал проблему теплового излучения нерешенной и не оставлял попыток усовершенствовать обоснование своего закона [10]. Не его вина, что в то время не существовало другой термодинамики, способной оперировать понятием потока энергии подобно теории теплообмена. Однако этого нельзя сказать о современных физиках, продолжающих твердить о «чернотельном», «равновесном» и «тепловом» излучении применительно к цветным телам в условиях перепада температур в миллионы градусов и в диапазоне частот, далеко выходящем за рамки излучения, поглощаемого телами в форме тепла.

3. Непротиворечивое обоснование закона излучения Планка.

Принципиальным отличием предлагаемого подхода является рассмотрение излучения с позиций волновой концепции излучения и энергодинамики, которая рассматривает его не как некоторую субстанцию, заполняющую полость АЧТ и находящуюся с ним в тепловом равновесии, а как стационарный процесс лучистого энергообмена между ним и окружающей средой [11]. При таком подходе излучателем становится само исследуемое тело, а частота ν его колебаний приобретает смысл спектрального потока волн $J_\nu = \nu$, т.е. числа волн с длиной λ, модулируемых в окружающей среде в единицу времени. Каждая такая волна дискретна как во времени, так и в пространстве, что делает ее энергию ε_ν истинным квантом излучения [12]. При этом учитывается, что каждый атом как осциллятор помимо основной частоты колебания ν_o имеет n гармоник, соответствующих удвоенной, утроенной и т д. частоте $\nu_n = n\nu_o$ (n = 1,2,3 и т. д.). Тогда энергия ε_n, излучаемая одним осциллятором, является суммой энергий, излучаемых на всех его гармониках n:

$$\varepsilon_n = \Sigma_n \varepsilon_\nu n \text{ (Дж)}, \qquad (9)$$

Полагая, что энергия гармоник ε_ν распределена по тому же нормальному закону по отношению к основной частоте ν_o

$$\varepsilon_\nu = \varepsilon_{\nu o} \exp(-\varepsilon_n/kT), \qquad (10)$$

найдем, что для нахождения «среднегармонической» величины энергии осциллятора $\langle\varepsilon_\nu\rangle$ вполне приемлем тот метод усреднения, который применил М. Планк. Этот метод приводит к выражению, аналогичному (2):

$$\langle\varepsilon_\nu\rangle = \varepsilon_\nu/[\exp(\varepsilon_\nu/kT) - 1]. \qquad (11)$$

Если подставить это соотношение в выражение (1), найдем:

$E_r = \int u_\nu d\nu = \int \langle\varepsilon_\nu\rangle n_\nu d\nu = (8\pi/c^3) \int \varepsilon_\nu \nu^2 [\exp(\varepsilon_\nu/kT) - 1]^{-1}\, d\nu$, Дж м$^{-3}$, (12)

Это выражение отличается от (3) только обозначением средней энергии осциллятора $\langle\varepsilon_\nu\rangle$. Из него непосредственно следует закон излучения вида

$$u_\nu = (8\pi\nu^2\varepsilon_\nu/c^3)/[\exp(\varepsilon_\nu/kT) - 1] \text{ (Дж с м}^{-3}) \qquad (13)$$

Несложно видеть, что при подстановке $\varepsilon_\nu = \varepsilon_o = h\nu$ это выражение принимает вид закона излучения Планка (5). Однако, чтобы с самого начала избежать появления отсутствующего в оптике понятия u_ν с размерностью действия, перейдем к описанию излучения через параметры, которыми оперирует неравновесная термодинамика и теория теплообмена. Определим понятие поверхностной плотности лучистой энергии $\mathbf{j}_r = u_\nu \mathbf{c}$ (Дж м$^{-2}$) как произведение плотности энергии u_ν на скорость ее переноса в пространстве $\mathbf{c}$. Тогда полный (интегральный) поток лучистой энергии $\mathbf{J}_r$ получит смысл так называемой «энергетической светимости»:

$$\mathbf{J}_r = \int \mathbf{j}_r d\nu = (8\pi/\mathbf{c}^2) \int \varepsilon_\nu \nu^2 [\exp(\varepsilon_\nu/kT) - 1]^{-1}\, d\nu, \text{ Вт м}^{-2} \qquad (14)$$

В скалярной форме закон излучения имеет тот же вид и ту же размерность, что и закон Стефана-Больцмана $J_r = \sigma_r T^4$ (Вт м$^{-2}$), что позволяет вычислить величину ε_ν без каких-либо постулатов квантово-механического характера. Действительно, принимая во внимание, что $\varepsilon_o = \varepsilon_\nu$ и $\nu = c/\lambda$, в соответствии с (9) можно положить:

$$\varepsilon_o = \rho A_\nu^2 c^3/4\pi\nu = h_o\nu, \qquad (15)$$

где $h_o = \rho A_\nu^2 \lambda^2 c$ – некоторый коэффициент пропорциональности, остающийся а основании экспериментов постоянным. Тогда, обозначая $\exp(\varepsilon_\nu/kT)$ через e^x, где $x = \varepsilon_\nu/kT = h_o\nu/kT$, выражение (14) можно привести к виду

$$J_r = (8\pi k^4/c^2 h_o^3) \int x^3 (e^x - 1)^{-1} dx. \qquad (16)$$

Учитывая, что интеграл $\int x^3(e^x - 1)^{-1}dx$ в интервале $0 < x < 1$, соответствующем диапазону $0 < \nu < \infty$, имеет точное значение $15/\pi^2$, и сопоставляя выражение (17) с известной из эксперимента величиной $\sigma_r = 5{,}67\cdot10^{-8}$ (Вт м$^{-2}$ К$^{-4}$) при $k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ (Дж К$^{-1}$), находим вслед за Планком, что коэффициент h_o численно равен его постоянной $h = 6{,}626\cdot10^{-34}$Дж с.

Это позволяет утверждать тождественность распределения так называемой «энергетической экспозиции» (имеющей смысл спектральной энергетической светимости»

$$j_r = (8\pi\varepsilon_\nu\nu^2/c^2)/[\exp(\varepsilon_\nu/kT) - 1], \text{ Дж м}^{-2} \qquad (17)$$

закону излучения Планка (4).

Остается показать, что процесс излучения подчиняется те же законам, что и процессы теплопроводности, электропроводности, диффузии и т. п. С этой целью представим полную производную $d\rho_\nu/dt$ от плотности энергии волны (7), как обычно, в виде локальной $(\partial\rho_\nu/\partial t)_{\mathbf{r}}$ и конвективной $(\mathbf{c}\cdot\nabla)\rho_\nu$ составляющей:

$$d\rho_\nu/dt = (\partial\rho_\nu/\partial t)_{\mathbf{r}} + (\mathbf{c}\cdot\nabla)\rho_\nu = (\partial\rho_\nu/\partial t)_{\mathbf{r}} + \rho A_в \nu\, \mathbf{c}\, \nabla(A_в\nu), \text{ Вт м}^{-3} \qquad (18)$$

Слагаемому $\rho A_в \nu\, \mathbf{c}\, \nabla(A_в\nu)$ легко придать форму произведения $\mathbf{j}_r\cdot\mathbf{X}_r$ плотности потока носителя лучистой энергии $\mathbf{j}_r = \rho A_в \nu\, \mathbf{c}$ (Дж м$^{-3}$) на движущую силу лучистого энергообмена $\mathbf{X}_r = -\nabla(A_в\nu)$, как это принято в теории тепло-массообмена, энергодинамике [4] и термодинамике необратимых процессов [11]. Тогда закон лучистого энергообмена можно записать в единой с другими процессами переноса векторной форме:

$$\mathbf{J}_r = L_r\, \mathbf{X}_r, \qquad (19)$$

где L_r – так называемый феноменологический коэффициент, аналогичный коэффициентам теплопроводности, электропроводности, диффузии и т. п.

Такое описание стационарных процессов излучения подчеркивает недопустимость отождествления двух принципиально различных процессов: колебательного процесса в системе, соответствующего уравнению (7) и локальной производной $(\partial\rho_\nu/\partial t)_{\mathbf{r}}$, и процесса переноса лучистой энергии в пространстве (19), соответствующего конвективной производной $(\mathbf{c}\cdot\nabla)\rho_\nu$. Понимание этой разницы важно не только потому, что позволило получить закон излучения Планка без использования постулата о квантовании энергии. Становится предельно ясным, что квантуется не энергия осцилляторов, которая в установившемся процессе взаимопревращения кинетической и потенциальной энергии вообще остается неизменной во времени, а поток дискретных материальных носителей лучистой энергии (будь то фотон или волна, обладающая импульсом $\mathbf{j}_r = \rho A_в \nu \mathbf{c}$**).** Никому ведь не придет в голову считать океан состоящим из капель только потому, что так выпадают осадки!

Таким образом, мы приходим к выводу, что квантуется не энергия как функция состояния объекта, а процесс энергообмена между ним и окружающей средой. При таком подходе отпадает необходимость прибегать и к другим постулатам, включая возможность деления энергии осцилляторов на равные доли, которые по непонятным причинам поглощаются или излучаются только «целиком», допущение о существовании некоей воображаемой полости с

абсолютно зеркальными стенками, а также представление об излучении как некоей неизвестной субстанции со свойствами идеального газа, находящейся с ним в тепловом равновесии. Более того, исчезают и основания признавать существование специфической квантовой механики, не подчиняющейся законам классической физики.

Представляет интерес рассмотреть с этих позиций ряд явлений, которые в настоящее время относят к «чисто квантовым».

4. Классическое объяснение фотоэффекта.

В 1887 году немецкий физик Г. Герц при излучении электромагнитных волн в экспериментах с разрядником обнаружил усиление разряда при его освещении. Так был обнаружен внешний фотоэффект [13]. Первые исследования фотоэффекта, проведенные А. Столетовым (1888), установили следующие его закономерности [14]:

1) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от падающего светового потока $J_л'$.

2) Количество электронов, вырываемых с поверхности металла в секунду (фототок I), прямо пропорционален световому потоку J_r.

3) Если частота света меньше некоторой определенной для данного вещества минимальной частоты ν_o («фиолетовой границы») фотоэффект не возникает. При этом величина «запирающего потенциала» (напряжения $\Delta\varphi_o$, задерживающего испускание фотоэлектронов), линейно возрастает с частотой излучения ν и не зависит от его интенсивности J_r. У щелочных металлов эта «красная граница фотоэффекта» лежит в диапазоне видимого света.

Указанные закономерности были подтверждены последующими исследованиями Ленарда (1900), Ричардсона и Комптона (1912), а также Милликена (1916). Однако волновая теория света не могла в то время удовлетворительно объяснить независимость энергии фотоэлектронов от интенсивности светового потока и существование его «фиолетовой границы».

Теоретическое объяснение этих особенностей с позиций квантовой теории дал, как известно, А. Эйнштейн в 1905 году. Он записал баланс энергии при фотоэффекте через энергию кванта излучения $h\nu$, названного впоследствии фотоном:

$$E_k = h\nu - W_e, \qquad (20)$$

где E_k – кинетическая энергия фотоэлектрона; W_e – работа выхода электрона (энергия ионизации атома).

Согласно этому выражению, фотоэффект не возникает, если энергия фотона $h\nu < W_e$, т.е. недостаточна для ионизации атома (совершения работы выхода). Далее, согласно (20), при увеличении частоты ν фотонов их энергия, а, следовательно, и кинетическая энергия E_k испускаемых фотокатодом электронов линейно возрастает, что влечет за собой увеличение запирающего потенциала.

Такое объяснение фотоэффекта выглядело настолько убедительным, что исследователи не обратили внимания на несоответствие размерности слагаемых (20), если в ней учитывать принадлежность входящих в него величин конкретному объекту. Такая размерность была названа нами «адресной» или «субъектной» [15]. Это означает, что величины E_k и W_e, относящиеся к фотоэлектронам, имеют субъектную размерность Дж/электрон, в то время как член $h\nu$ – Дж/фотон. Тем самым становится очевидным, что в уравнении баланса энергии (20) молчаливо постулируется, «однофотонная» фотоэмиссия, когда для «выбивания» одного электрона достаточно одного фотона. Между тем, как стало известно из последующих экспериментов, «квантовый выход» Y_e, т. е. отношение числа поглощенных фотонов к числу эмитированных электронов колеблется в действительности от ~0,5 до ~10^4. К тому же это соотношение зависит не только от энергии фотонов, но и от свойств фотокатода, состояния его поверхности, температуры и т. п. Последнее учитывается величиной «интегральной» и «спектральной» чувствительности фотокатода». Это обстоятельство выражением (20) не учитывается, поскольку в нем

$$\partial E_k/\partial\nu = h = \text{const} \qquad (21)$$

независимо от природы фотокатода. Это означает, что объяснение квантовой природы фотоэффекта, предложенное А. Эйнштейном, является неполным.

Отмеченные противоречия можно устранить, если в уравнение баланса (20) заменить h на h_o (15) и ввести величину квантового выхода Y_e с «адресной» размерностью «электрон/фотон»:

$$E_k = h_o\nu Y_e^{-1} - W_e. \qquad (22)$$

Тем самым учитывается спектральная чувствительность фотокатода:

$$\partial E_k/\partial\nu = h_o Y_e^{-1}. \qquad (23)$$

Как видим, присутствие величины квантового выхода Y_e в уравнении баланса энергии фотоэффекта (20) обязательно. Однако в таком случае особенности фотоэффекта можно объяснить и без привлечения квантовой механики. Действительно, величина Y_e^{-1} имеет смысл отношения потока волн $J_\nu = \nu$ к потоку эмитированных электронов J_e (току). Этот ток представляет собой частное от деления фототока I_e на заряд электрона e. В таком случае выражение (22) может быть записано в виде:

$$E_k = h_o\nu/J_e - W_e. \qquad (24)$$

Отсюда следует, что внешний фотоэффект $I_e = eJ_e$ возникает только тогда, когда $h_o\nu/J_e > W^e$, что указывает на существование его «фиолетовой границы» (3–й закон Столетова).

Далее, учитывая, что в соответствии с (22) $h_o\nu$ представляет собой плотность потока монохроматического излучения J_r, представим его в форме:

$$I_e = eJ_e = (E_k + W_e)J_r. \qquad (25)$$

Из этого выражения при постоянстве E_k и W_e следует пропорциональность фототока I_e световому потоку J_r (2–й закон Столетова).

Наконец, из (22) следует, что для предотвращения фототока I_e к фотокатоду необходимо приложить обратное напряжение $I_eR_e = -\Delta\varphi_o$, где R_e – сопротивление цепи фотокатода. В таком случае

$$-\Delta\varphi_o = [h_o\nu(E_k + W_e) - I_e]R_e. \qquad (26)$$

Нетрудно видеть, что в таком случае «запирающий потенциал» φ_o линейно возрастает с частотой излучения ν (1-й закон Столетова). Таким образом, все законы фотоэффекта могут быть получены без привлечения постулатов квантового характера.

Более того, волновая природа излучения облегчает понимание и других особенностей фотоэффекта: его селективный (резонансный) характер, проявляющийся в резком возрастании фототока на некоторых частотах; отсутствие задержки во времени межу возникновением светового потока и фототока, обусловленное их синхронностью; нелинейность зависимости его от интенсивности света и от угла облучения, и т.п. Становится понятным и разброс значений постоянной Планка при ее определении из уравнения (20) как производной $h = (\partial W_e/\partial\nu)$ при $E_k = 0$, поскольку на ее величину может оказывать влияние квантовый выход Y_e, различный для разных фотокатодов.

Характерно, что при предложенном объяснении нам не понадобились никакие специфически «квантовые» постулаты. При этом сам факт дискретности светового потока как состоящего из волн нисколько не препятствовал использованию законов классической физики. Это вселяет надежду на возвращение последней в лоно «классицизма».

5. Обоснование закона формирования спектральных серий

В 1885 году швейцарский ученый И. Бальмер подобрал эмпирическую формулу, описывающую все известные на то время спектральные линии атома водорода. В 1890 году И. Ридберг обобщил ее на случай водородоподобных атомов, придав ей вид:

$$\nu = R\,(1/m^2 - 1/n^2), \qquad (27)$$

где m =1,2,3 и т. д.; $n = m + 1$, $m + 2$ и т. д. – некоторые целые числа; $\boldsymbol{R} = 3{,}29\cdot10^{15}\ c^{-1}$ – постоянная его имени, которая может быть весьма точно вычислена по данным о спектре водорода.

Попытки дать классическое объяснение дискретности спектральных линий и найти физический смысл величин m и n длительное время не имела успеха. Лишь в 1913 году этот закон был интерпретирован Н. Бором с квантово-механических позиций на основе планетарной модели атома водорода Резерфорда. В теории Бора постулируется, что излучение происходит в момент «перескока» электрона с одной устойчивой круговой орбиты на другую. Это лишало смысла само понятие «процесс», поскольку после обсуждения на Сольвеевском конгрессе (1927) пришлось признать этот «перескок» лишенным длительности (в противном случае длина испускаемого фотона как пакета волн оказывалась недопустимо большой).

Более того, поскольку частота ν фотона зависит от параметров как исходной, так и нижележащей орбиты, пришлось признать, что электрон каким-то непостижимым образом заранее знает, на какую орбиту он «перескочит». Такое «объяснение» нарушало «святая святых» классической механики и науки в целом – причинно-следственную связь явлений. В результате возник острый конфликт между идеалистическими формулировками КМ и естественными материалистическими концепциями, с несомненностью затормозившее развитие науки.

Иным будет результат, если в соответствии с законом сохранения энергии признать, что излучение или поглощение энергии атомами возможно только в случае ускорения или торможения его электронов нецентральными (сторонними) силами F_n, исходящими из внешних

для атома силовых полей [16]. При этом с позиций планетарной модели атома торможение и излучение происходит в тот полупериод вращения электрона вокруг ядра, когда он движется навстречу внешнему полю **F**, т.е. $\mathbf{F}\ \boldsymbol{\upsilon} < 0$. Напротив, в следующем полупериоде $\mathbf{F}\ \boldsymbol{\upsilon}_e > 0$, и происходит ускорение электронов, компенсирующее потерю атомом энергии при излучении. Это и обеспечивает устойчивость орбит электронов, предотвращая падение их на ядро.

В таком случае при действии на электрон каких-либо сторонних сил F_n его траектория изменяется, а условный радиус круговой орбиты r_o, которую он имел при действии, например, центральных кулоновских сил $F_o = -\ e^2/r_o^2$, принимает значение r, соответствующее новой результирующей силе $F = F_n + F_o$. Таким образом, действие сторонних сил $F_n = F - F_o$ определяются выражением:

$$F_n/F_o = (1 - r_o^2/r^2) \qquad (28)$$

Согласно неравновесной термодинамике [17], силы любой природы F_i порождают пропорциональный ей поток соответствующего энергоносителя J_i. Это находит отражение в феноменологические законах теплопроводности, электропроводности, диффузии и т. п., имеющих в случае единственной силы F_i вид, аналогичный (19):

$$J_i = L_i F_i\ , \qquad (29)$$

где L_i – соответствующий коэффициент пропорциональности.

В случае излучения таким потоком J_i является число волн ν_o, исходящих из окружающей излучатель среды и поглощаемых атомом в единицу времени. Поэтому соотношение сил F_n/F_o в (28) можно заменить соотношением частот ν_n/ν_o:

$$\nu_n/\nu_o = (1 - r_o^2/r^2) \qquad (30)$$

То же самое следует и с позиций оболочечной модели атома [12], в которой электроны представляют собой замкнутые сферические волны, колеблющиеся на гармонических частотах $\nu = n\nu_o$ и группирующиеся в виде оболочек вокруг ядра.

Тогда электронные оболочки или орбитали как их квантовые аналоги располагаются на определенном расстоянии от ядра $r_o = n_o\lambda_o = n_o c/\nu_o$ и $r = n\lambda_o = nc/\nu_o$. В таком случае соотношение r_o^2/r^2 в (30) или r_m^2/r_n^2 можно заменить соотношением квадратов соответствующих гармоник n_m^2/n_n^2. В результате получим:

$$\nu_m/\nu_n = (1 - n_m^2/n_n^2) \qquad (31)$$

Это выражение соответствует соотношению (27), в котором ν_n выражена отношением R/m^2. В нем частоты спектра излучения дискретны и по мере увеличения номера гармоники сходятся к своему верхнему пределу ν_n. Однако теперь вместо гипотетических квантовых чисел фигурируют известные величины, свойственные любым колебательным системам. Получают объяснение возрастание номера спектральных серии Лаймана ($n_m = 1$), Бальмера ($n_m = 2$), Пашена ($n_m = 3$), Брэкета ($n_m = 4$), Пфунда ($n_m = 5$) и т. д. по мере увеличения атомной массы или зарядового числа ядра атомов Z_e. Дело просто в том, что с «утяжелением» атома усиливаются и центральные силы, вследствие чего в излучении принимают участие лишь более удаленные от ядра орбиты электронов. При этом нам не понадобились таинственные «квантовые числа» как свойства, присущие только микромиру. Признание их реальности возвращало нас к средневековью, где все непонятное приписывали свойствам невесомых «флюидов». Между тем именно это повлекло за собой квантово-механическую революцию [18].

6. Вывод стационарного волнового уравнения Шрёдингера

Стационарное уравнение Шрёдингера [19]

$$\nabla^2\Psi + (8\pi^2 m/h^2)\,(H - U_p)\Psi = 0 \qquad (32)$$

играет в квантовой механике ту же роль, что и закон Ньютона для классической механики. Оно описывает движение квантовых объектов в полях внешних сил. От более общего нестационарного уравнения оно отличается отсутствием члена $i\hbar(\partial\Psi/\partial t)$, имеющего целью отразить эволюцию волновой функции $\Psi(\mathbf{r}, t)$. Наличие в нем мнимой величины $i\hbar$ приводит к тому, что физический смысл мог иметь лишь квадрат волновой функции, который последователи копенгагенской школы трактуют как плотность вероятности нахождения частицы в данной области пространства.

Без этого члена уравнение Шрёдингера представляется не столь уж таинственным и вполне выводимым из обычного уравнения пространственной монохроматической волны [7].

$$\nabla^2\Psi + k^2\Psi = 0, \qquad (33)$$

в котором волновая функция $\Psi(\mathbf{r}, t)$ приобретает смысл некоторой колеблющейся величины, в том числе амплитуды колебаний электронов A_ν, плотности энергии волны ρ_ν и т.д. Необычность уравнения Шрёдингера в этом случае состоит лишь в том, что в нем волновое число k выражено через параметры электронов как осцилляторов. Такое представление

основывалось на идее Луи де Бройля отразить дуализм «волна – частица», сопоставив электрону некую волну с длиной $\lambda = h/p$, где $p = m\upsilon$ – импульс электрона. Присвоение частице свойств волны было настолько необычным, что большинство исследователей до сих пор воспринимают уравнение (32) как плод гениальной интуиции его автора.

Между тем согласно волновой концепции строения материи дуализм выражается в наличии у волны «частицеподобных» свойств, а не наоборот [12]. Это становится особенно очевидным, если осциллирующий электрон рассматривать как солитон. Поэтому возможность представления волнового числа $k = 2\pi/\lambda$ через параметры электрона не вызывает никаких сомнений. В таком случае, умножив и поделив $k^2 = 4\pi^2/h^2$ на квадрат импульса электрона $p^2 = E_k/2m$ и заменив p^2 на основании гипотезы де Бройля на λ^2/h^2, получим:

$$k^2 = 4\pi^2/h^2 = (8\pi^2 m E_k/h^2). \qquad (34)$$

Поскольку же E_k определяется разностью между полной энергии электрона H (его гамильтонианом) и его же потенциальной энергией в поле центральных сил U_p, мы непосредственно приходим к уравнению Шрёдингера (30). Его решения в зависимости от условий однозначности могут давать как непрерывные, так и дискретные значения энергии, т. е. не требуют ее квантования. В этом порядке идей гипотеза де Бройля понадобилась лишь для перехода от классических параметров к квантовым. Однако в свете нового закона излучения (17) этого можно было и не делать - достаточно было открыто перейти на волновую концепцию строения вещества, которой придерживался Шрёдингер. При этом не пришлось бы прибегать к каким-либо гипотезам и постулатам или вступать в противоречие с классической физикой. Такой подход открывает возможность синтеза классической и квантовой (волновой) механики на единой платформе [20] и возвращения физики на классический путь развития.

7. Заключение

1. Квантово-механическая революция на рубеже XIX – XX столетий была обусловлена неготовностью классической физики к исследованию систем с протекающими в них нестатическими и дискретными процессами. Одним из таких процессов явилось тепловое излучение тел, которое требует применения методов неравновесной, а не классической термодинамики.

2. Распределение плотности излучения, аналогичное закону Планка, может быть найдено без привлечения каких-либо постулатов квантово-механического характера, исходя из наличия у осцилляторов гармоник и представления о волне как объекте, дискретном во времени и пространстве.

3. Волновая концепция процесса излучения позволяет не только дать классическое объяснение всем закономерностям фотоэффекта, но и дополнить его уравнение учетом так называемого «квантового выхода», отражающего зависимость спектральной чувствительности фотокатодов от частоты.

4. Законы формирования спектральных серий могут быть обоснованы без предположения о существовании лишенного времени «перескока» электронов с орбиты на орбиту и других постулатов Бора. При этом роль квантовых чисел неизвестной физической природы выплняют гармоники, свойственные любым колебательным системам.

5. Стационарное уравнение Шрёдингера может быть получено без привлечения гипотезы де Бройля как разновидность обычного волнового уравнения 2-го порядка, в котором волновое число выражено через параметры осцилляторов. Оно не требует квантования энергии, а роль волновой функции в нем может выполнять любая колеблющаяся величина как функция пространственных координат.

6. Предложенное классическое обоснование основных положений квантовой механики позволяет преодолеть связанный с ней «кризис непонимания и открывает путь к ее построению как одного из разделов классической физики в ее приложении к волновым процессам.

Список литературы / References

1. *Popper K.R.* Quantum theory and the schism in physics. London; New York, 1982.
2. *Feynman R.*, 1964. The Character of Physical Law. Messenger Lectures, 1964.
3. *Вавилов С.И.* // Собрание сочинений. М.: Наука,1945. Т. III. 529 с.
4. *Эткин В.А.* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). СПб.; «Наука», 2008. 409 с.
5. *Planck M.* Über eine Verbesserung der Wienschen Spektralgleichung. // Verh. andl. Dtsch. Phys. Ges., 1900. 2, 237 45.

6. *Planck M.*, Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspektrum. // Annalen der Physik, 1901. 4, 553.
7. *Крауфорд Ф.* Берклеевский курс физики. Т. 3: Волны. М.: Мир, 1965. 529 с.
8. *Эйнштейн А.* О развитии наших взглядов на сущность и структуру излучения. // Собр. научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966. С. 181-195.
9. *Etkin V.* Rethinking Plank's radiation law. // Global Journal of Physics, 5(2), 2017. 547-553.
10. *Planck M.* Zur Geschichte der Auffindung des physikalischen Wirkungsquantums. // Naturwissenschaften. 31 (14–15), 1943. 153–159.
11. *Эткин В.А.* О потенциале и движущей силе лучистого теплообмена. // Вестник Дома ученых Хайфы, 2010. Т. XX. С. 2-6.
12. *Etkin V.A.* On Wave Nature of Matter. // World scientific news, 69, 2017. 220-225.
13. *Герц Г.Р.* Исследования о распространении электрической силы. М.-Л., 1938.
14. *Столетов А.Г.* Введение в акустику и оптику. М.: Моск. Ун-т, 1895. 325 с.
15. *Etkin V.A.* Improving the efficiency of analysis method of dimensions. // The scientific method. 4, 2017. 32-37.
16. *Ландау Л.Д., Лившиц Е.М.* Теоретическая физика. Т. 1. Механика. М.: Наука, 1973.
17. *Де Гроот С.Р., Мазур П.* Неравновесная термодинамика. М.: «Мир», 1964.
18. *Спасский Б.И.* История физики. Том 2. Часть 2-я. М.: Высшая школа, 1977.
19. *Шрёдингер Э.* Ann. Phys. Bd. 79, 1926, S. 361, 489; Bd. 80, 1926, S. 437; Bd. 81, 1926. S. 109.
20. *Etkin V.A.* To the synthesis of classical and quantum physics. // World scientific news. 102, 2018. 101-115.

О СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С КРАТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Оруджев Э.Г.[1], Амирова Л.И.[2]
Email: Orudzhev17132@scientifictext.ru

[1]Оруджев Эльшар Гурбан оглы - доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой;
[2]Амирова Лейла Икрам кызы - кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра математической экономики,
Бакинский государственный университет,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: *в работе рассматривается пучок дифференциальных операторов 4-го порядка с кратными корнями главного характеристического полинома. Найдены асимптотические представления по спектральному параметру решений исследуемого дифференциального уравнения. Эти решения содержат только положительные степени спектрального параметра в Биркгофском разложении. В общем случае решения разлагаются по дробным степеням параметра. Построена функция Грина краевой задачи, полюсами которой являются собственные значения. Изучены асимптотические расположения этих значений в комплексной плоскости. Получено, что они сконцентрированы вдоль определённых логарифмических кривых, уходящих в бесконечность, выписаны представления асимптотических собственных значений.*
Ключевые слова: *пучок дифференциальных операторов, собственные значения, функция Грина, квазиполиномы, логарифмические кривые.*

ON EIGEN VALUES OF A SPECTRAL PROBLEM FOR A FOURTH ORDER EQUATION WITH MULTIPLE CHARACTERISTICS

Orudzhev E.G.[1], Amirova L.I.[2]

[1]Orudzhev Elshar Gurban - Doctor of mathematical science, Professor, Chief of Department;
[2]Amirova Leyla Ikram - PhD of mathematical science, Associated Professor,
MATHEMATICAL ECONOMY DEPARTMENT,
BAKU STATE UNIVERSITY,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: *the paper deals with a bundle of 4th order differential operators with multiple roots of the main characteristic polynomial. Solutions of the differential equation under investigation contain only positive degrees of the spectral parameter in the Birkhoff expansion. Generally the solution is decomposed in fractional powers of the parameter. Green's function of the boundary value problem is constructed which has its own meaning. Asymptotic disposition of these values in complex plane is considered. Established that they are concentrated along definite logarithmic curves going to infinity which written asymptotic representation of values.*
Keywords: *bundle of differential operators, eigen values, Green function, quasi polynomials, logarithmic curves.*

УДК 517.927

2000 Mathematics Subject Classifications: 35L20, 47F05, 58J50

Рассмотрим спектральную задачу для уравнения

$$\left(\frac{d^2}{dx^2}+\lambda^2\right)^2 y + p(x)\frac{d^2y}{dx^2} + \big(\lambda q(x)+r(x)\big)\frac{dy}{dx} +$$
$$+\big(\lambda^2 a(x)+\lambda b(x)+c(x)\big)y = 0\,, \qquad (1)$$

при краевых условиях

$$y(0)=y'(0)=y(1)=y'(1)=0\,, \qquad (2)$$

где

$$p(x)\in C^2[0,1],\ \ q(x)\in C^2[0,1],\ \ r(x)\in C^1[0,1]\,,\ \ a(x)\in C^2[0,1],$$

$b(x)\in C^1[0,1]$, $c(x)\in C[0,1]$, λ- спектральный параметр.

Подобные задачи были рассмотрены в [1], при условии, что $P(x)=q(x)=a(x)=0$. Там же замечено, что для единственности классического решения начально-краевой задачи $l\left(x,\frac{\partial}{\partial x},i\frac{\partial}{\partial t}\right)u=f$ надо задавать все четыре начальных условия по времени t. Это приводит к изучению четырехкратной разложимости собственных и присоединенных функций задачи (1),(2). Но эти вопросы там не были затронуты. А в работе [2] краевые условия (2) рассмотрены для бигармонического уравнения, где указано, что краевая задача почти регулярна порядка 2 в смысле данной работы, но не были изучены асимптотические расположения собственных значений и не затронуты вопросы четырехкратных разложений. Асимптотика решений подобных к (1) уравнений были изучены в [3], где условия на коэффициенты такие, что обеспечивают асимптотику только для уравнений с главными членами.

В данной работе, следуя работам [4, 5], находятся асимптотические представления по параметру фундаментальных систем решений уравнения (1), изучаются асимптотические распределения собственных значений, а для исследования четырехкратного разложения по собственным и присоединенным функциям будет посвящена отдельная статья авторов.

§1. Асимптотика решений по параметру уравнения (1).

Дифференциальное уравнение (1) с помощью замены $\frac{d^ky}{dx^k}=\lambda^k y_{k+1}$, $k=\overline{0,3}$ можно привести к системе

$$\frac{dY}{dx}=\left[\lambda a^{(1)}(x)+\frac{1}{\lambda}a^{(-1)}(x)+\frac{1}{\lambda^2}a^{(-2)}(x)+\frac{1}{\lambda^3}a^{(-3)}(x)\right]Y, \qquad (3)$$

где

$$a^{(1)}(x)=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\\-1&0&-2&0\end{pmatrix},\quad a^{(-1)}(x)=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\\-a(x)&-q(x)&-p(x)&0\end{pmatrix},$$

$$a^{(-2)}(x)=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\\-b(x)&-r(x)&0&0\end{pmatrix},\ a^{(-3)}(x)=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\\-c(x)&0&0&0\end{pmatrix}.$$

Характеристическое уравнение в смысле Биркгофа-Тамаркина [3] имеет два корня $\theta_1 = i$, $\theta_2 = -i$, кратности каждого из которых равны двум. Пусть T такая матрица, что $T^{-1}a^{(1)}T = \begin{pmatrix} i & 1 & 0 & 0 \\ 0 & i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -i & 0 \\ - & 0 & 0 & -i \end{pmatrix}$.

Из этого условия находим, что $T = \begin{pmatrix} i & 1 & 1 & 1 \\ i & 1+i & -i & 1-i \\ -1 & 2i-1 & -1 & -2i-1 \\ i & -3-i & i & -3+i \end{pmatrix}$.

Производим замену $Y = T \cdot Z(x,\lambda)$. Тогда для $Z(x,\lambda)$ имеем следующую систему:

$$\frac{dZ(x,\lambda)}{dx} = \Big[\lambda T^{-1}a^{(1)}T + \frac{1}{\lambda}T^{-1}a^{(-1)}(x)T + \frac{1}{\lambda^2}T^{-1}a^{(-2)}(x)T + \\ + \frac{1}{\lambda^3}T^{-1}a^{(-3)}(x)T\Big]Z, \qquad (4)$$

где

$T^{-1}a^{(-1)}(x)T = A^{(-1)}(x), T^{-1}a^{(-2)}(x)T = A^{(-2)}(x), T^{-1}a^{(-3)}(x)T = A^{(-3)}(x),$

элементы $A^{(-i)}(x)$, $i = \overline{1,3}$ определяются формулами:

$A_{11}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)a(x) - i(4-4i)q(x) + (4-4i)p(x)];$

$A_{12}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)a(x) - (1+i)(4-4i)q(x) - (2i-1)(4-4i)p(x)];$

$A_{13}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)a(x) + i(4-4i)q(x) + (4-4i)p(x)];$

$A_{14}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)a(x) - (1-i)(4-4i)q(x) - (4-4i)(-2i-1)p(x)];$

$A_{21}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4iq(x) - 4p(x)];$

$A_{22}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4(1+i)q(x) + 4(2i-1)p(x)];$

$A_{23}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) - 4iq(x) - 4p(x)];$

$A_{24}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4(1-i)q(x) + 4(-2i-1)p(x)];$

$A_{31}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)a(x) - i(4i+4)q(x) + (4i+4)p(x)];$

$A_{32}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)a(x) - (1+i)(4i+4)q(x) - (4i+4)(2i-1)p(x)];$

$A_{33}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)a(x) + i(4i+4)q(x) + (4i+4)p(x)];$

$A_{34}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)a(x) - (1-i)(4i+4)q(x) - (4i+4)(-2i-1)p(x)];$

$A_{41}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4iq(x) - 4p(x)];$

$A_{42}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4(1+i)q(x) + 4(2i-1)p(x)];$

$A_{43}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) - 4iq(x) - 4p(x)];$

$A_{44}^{(-1)}(x) = \frac{1}{16}[4a(x) + 4(1-i)q(x) + 4(-2i-1)p(x)];$

$A_{11}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)b(x) - i(4-4i)r(x)];$

$A_{12}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)b(x) - (1+i)(4-4i)r(x)];$

$A_{13}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)b(x) + i(4-4i)r(x)];$

$A_{14}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)b(x) - (1-i)(4-4i)r(x)];$

$A_{21}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4ir(x)];$

$A_{22}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4(1+i)r(x)];$

$A_{23}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) - 4ir(x)];$

$A_{24}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4(1-i)r(x)];$

$A_{31}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)b(x) - i(4i+4)r(x)];$

$A_{32}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)b(x) - (1+i)(4i+4)r(x)];$

$A_{33}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)b(x) + i(4i+4)r(x)];$

$A_{34}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[-(4i+4)b(x) - (1-i)(4i+4)r(x)];$

$A_{41}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4ir(x)]$;
$A_{42}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4(1+i)r(x)]$;
$A_{43}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) - 4ir(x)]$;
$A_{44}^{(-2)}(x) = \frac{1}{16}[4b(x) + 4(1-i)r(x)]$;
$A_{11}^{(-3)}(x) = \frac{1}{16}[-(4-4i)c(x)]$; $A_{12}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{16}(4-4i)c(x)$;
$A_{13}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{16}(4-4i)c(x)$; $A_{14}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{16}(4-4i)c(x)$;
$A_{21}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{22}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{23}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{24}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$;
$A_{31}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{4}(i+1)c(x)$; $A_{32}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{4}(i+1)c(x)$;
$A_{33}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{4}(i+1)c(x)$; $A_{34}^{(-3)}(x) = -\frac{1}{4}(i+1)c(x)$;
$A_{41}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{42}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{43}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$; $A_{44}^{(-3)}(x) = \frac{1}{4}c(x)$.

Отыскивая формальные решения системы (4) в виде

$$Z(x,\lambda) = \begin{pmatrix} \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{11}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{12}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{13}^{(\nu)}(x) e^{-i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{14}^{(\nu)}(x) e^{-i\lambda x} \\ \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{21}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{22}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{23}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{24}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} \\ \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{31}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{32}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{33}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{34}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} \\ \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{41}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{42}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{43}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} & \sum_{\nu=0}^{\infty} \lambda^{-\nu} g_{44}^{(\nu)}(x) e^{i\lambda x} \end{pmatrix} \quad (5)$$

после подстановки в (4), сокращая на $e^{\pm i\lambda x}$ и сравнивая одинаковые степени λ, получим следующие группы уравнений относительно неизвестных коэффициентов $g_{ij}^{(\nu)}$, $\nu = \overline{0,\infty}$, $i,j = \overline{0,4}$.

Уравнения первой группы получаются сравнением коэффициентов λ^1:

$g_{11}^{(0)} i - g_{11}^{(0)} i - g_{21}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{21}^{(0)} = 0$, $\quad g_{21}^{(0)} i - g_{21}^{(0)} i = 0$,
$g_{12}^{(0)} i - g_{12}^{(0)} i - g_{22}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{22}^{(0)} = 0$, $\quad g_{22}^{(0)} i - g_{22}^{(0)} i = 0$,
$g_{23}^{(0)}(-i) - g_{23}^{(0)} i = 0 \Rightarrow g_{23}^{(0)} = 0$, $\quad g_{13}^{(0)}(-i) - g_{13}^{(0)} i - g_{23}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{13}^{(0)} = 0$,
$g_{24}^{(0)}(-i) - g_{24}^{(0)} i = 0 \Rightarrow g_{24}^{(0)} = 0$, $\quad g_{14}^{(0)}(-i) - g_{14}^{(0)} i - g_{24}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{14}^{(0)} = 0$,
$g_{31}^{(0)} i - g_{31}^{(0)}(-i) - g_{41}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{31}^{(0)} = 0$, $\quad g_{41}^{(0)} i - g_{41}^{(0)}(-i) = 0 \Rightarrow g_{41}^{(0)} = 0$,
$g_{32}^{(0)} i - g_{32}^{(0)}(-i) - g_{42}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{32}^{(0)} = 0$, $\quad g_{42}^{(0)} i - g_{42}^{(0)}(-i) = 0 \Rightarrow g_{42}^{(0)} = 0$,
$g_{33}^{(0)}(-i) - g_{33}^{(0)}(-i) - g_{43}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{43}^{(0)} = 0$, $\quad g_{43}^{(0)}(-i) - g_{43}^{(0)}(-i) = 0$,
$g_{34}^{(0)}(-i) - g_{34}^{(0)}(-i) - g_{44}^{(0)} = 0 \Rightarrow g_{44}^{(0)} = 0$, $\quad g_{44}^{(0)}(-i) - g_{44}^{(0)}(-i) = 0$.

$$g^{(0)} = \begin{pmatrix} g_{11}^{(0)} & g_{12}^{(0)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{33}^{(0)} & g_{34}^{(0)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Уравнения второй группы получаются сравнением коэффициентов λ^0:

$\frac{d}{dx} g_{11}^{(0)} + g_{11}^{(1)} i - g_{11}^{(1)} i - g_{21}^{(1)} = 0$, $\quad g_{21}^{(1)} i - g_{21}^{(1)} i = 0$,
$\frac{d}{dx} g_{12}^{(0)} + g_{12}^{(1)} i - g_{12}^{(1)} i - g_{22}^{(1)} = 0$, $\quad g_{22}^{(1)} i - g_{22}^{(1)} i = 0$,
$g_{13}^{(1)}(-i) - g_{13}^{(1)} i - g_{23}^{(1)} = 0 \Rightarrow g_{13}^{(1)} = 0$, $\quad g_{23}^{(1)}(-i) - g_{23}^{(1)} i = 0 \Rightarrow g_{23}^{(1)} = 0$,
$g_{14}^{(1)}(-i) - g_{14}^{(1)} i - g_{24}^{(1)} = 0 \Rightarrow g_{14}^{(1)} = 0$, $\quad g_{24}^{(1)}(-i) - g_{24}^{(1)} i = 0 \Rightarrow g_{24}^{(1)} = 0$;
$g_{31}^{(1)} i - g_{31}^{(1)}(-i) - g_{41}^{(1)} = 0 \Rightarrow g_{31}^{(1)} = 0$, $\quad g_{41}^{(1)} i - g_{41}^{(1)}(-i) = 0 \Rightarrow g_{41}^{(1)} = 0$,
$g_{32}^{(1)} i - g_{32}^{(1)}(-i) - g_{42}^{(1)} = 0 \Rightarrow g_{32}^{(1)} = 0$, $\quad g_{42}^{(1)} i - g_{42}^{(1)}(-i) = 0 \Rightarrow g_{42}^{(1)} = 0$,

$$\frac{d}{dx}g_{33}^{(0)} + g_{33}^{(1)}(-i) - g_{33}^{(1)}(-i) - g_{43}^{(1)} = 0, \qquad g_{43}^{(1)}(-i) - g_{43}^{(1)}(-i) = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{34}^{(0)} + g_{34}^{(1)}(-i) - g_{34}^{(1)}(-i) - g_{44}^{(1)} = 0, \qquad g_{44}^{(1)}(-i) - g_{44}^{(1)}(-i) = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{11}^{(0)} = g_{21}^{(1)}, \quad \frac{d}{dx}g_{12}^{(0)} = g_{22}^{(1)}, \quad \frac{d}{dx}g_{33}^{(0)} = g_{43}^{(1)}, \quad \frac{d}{dx}g_{34}^{(0)} = g_{44}^{(1)}.$$
$$g^{(1)} = \begin{pmatrix} g_{11}^{(1)} & g_{12}^{(1)} & 0 & 0 \\ g_{21}^{(1)} & g_{22}^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{33}^{(0)} & g_{34}^{(0)} \\ 0 & 0 & g_{43}^{(1)} & g_{44}^{(1)} \end{pmatrix}.$$

Группируя коэффициенты при λ^{-1}, получаем следующую систему группы уравнений:

$$\frac{d}{dx}g_{11}^{(1)} + g_{11}^{(2)}i - g_{11}^{(2)}i - g_{21}^{(2)} - g_{11}^{(0)}A_{11}^{(-1)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{12}^{(1)} + g_{12}^{(2)}i - g_{12}^{(2)}i - g_{22}^{(1)} - A_{11}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$g_{13}^{(2)}(-i) - g_{13}^{(2)}i - g_{23}^{(2)} - A_{13}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$g_{14}^{(2)}(-i) - g_{14}^{(2)}i - g_{24}^{(2)} - A_{13}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = 0;$$
$$\frac{d}{dx}g_{21}^{(1)} + g_{21}^{(2)}i - g_{21}^{(2)}i - A_{21}^{(-1)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{22}^{(1)} + g_{22}^{(2)}i - g_{22}^{(2)}i - A_{21}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$g_{23}^{(2)}(-i) - g_{23}^{(2)}i - A_{23}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$g_{24}^{(2)}(-i) - g_{24}^{(2)}i - A_{23}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = 0;$$

$$g_{31}^{(2)}i - g_{31}^{(2)}(-i) - g_{41}^{(2)} - A_{31}^{(-1)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$g_{32}^{(2)}i - g_{32}^{(2)}(-i) - g_{42}^{(2)} - A_{31}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{33}^{(1)} + g_{33}^{(2)}(-i) - g_{33}^{(2)}(-i) - g_{43}^{(2)} - A_{33}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{34}^{(1)} + g_{34}^{(2)}(-i) - g_{34}^{(2)}(-i) - g_{44}^{(2)} - A_{33}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = 0;$$

$$g_{41}^{(2)}i - g_{41}^{(2)}(-i) - A_{41}^{(-1)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$g_{42}^{(2)}i - g_{42}^{(2)}(-i) - A_{41}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{43}^{(1)} + g_{43}^{(2)}(-i) - g_{43}^{(2)}(-i) - A_{43}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{44}^{(1)} + g_{44}^{(2)}(-i) - g_{44}^{(2)}(-i) - A_{43}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = 0.$$

Из этих уравнений имеем:

$$g_{23}^{(2)} = -\frac{A_{23}^{(-1)}}{2i}g_{33}^{(0)}, \quad g_{24}^{(2)} = -\frac{A_{23}^{(-1)}}{2i}g_{34}^{(0)}, \quad g_{13}^{(2)} = \frac{\left[2iA_{13}^{(-1)} - A_{23}^{(-1)}\right]g_{33}^{(0)}}{4};$$
$$g_{14}^{(2)} = \frac{1}{4}\left[2iA_{13}^{(-1)} - A_{23}^{(-1)}\right]g_{34}^{(0)}, \quad g_{41}^{(2)} = \frac{1}{2i}A_{41}^{(-1)}g_{11}^{(0)}, \qquad g_{42}^{(2)} = \frac{1}{2i}A_{41}^{(-1)}g_{12}^{(0)},$$
$$g_{31}^{(2)} = -\frac{1}{4}\left[2iA_{31}^{(-1)} + A_{41}^{(-1)}\right]g_{11}^{(0)}, \quad g_{32}^{(2)} = -\frac{1}{4}\left[2iA_{31}^{(-1)} + A_{41}^{(-1)}\right]g_{12}^{(0)};$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{11}^{(0)} - A_{21}^{(-1)}g_{11}^{(0)} = 0, \qquad \frac{d}{dx}g_{11}^{(1)} - A_{11}^{(-1)}g_{11}^{(0)} = g_{21}^{(2)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{12}^{(0)} - A_{21}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = 0, \qquad \frac{d}{dx}g_{12}^{(1)} - A_{11}^{(-1)}g_{12}^{(0)} = g_{22}^{(2)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{33}^{(0)} - A_{43}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = 0, \qquad \frac{d}{dx}g_{33}^{(1)} - A_{33}^{(-1)}g_{33}^{(0)} = g_{43}^{(2)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{34}^{(0)} - A_{43}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = 0, \qquad \frac{d}{dx}g_{34}^{(-1)} - A_{33}^{(-1)}g_{34}^{(0)} = g_{44}^{(2)}.$$

Сравнение коэффициентов при λ^{-2} нам дает следующие системы групп уравнений:

$$\frac{d}{dx}g_{11}^{(2)}+g_{11}^{(3)}i-g_{11}^{(3)}i-g_{21}^{(3)}-A_{11}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{12}^{(-1)}g_{21}^{(1)}-A_{11}^{(-2)}g_{11}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{12}^{(2)}+g_{12}^{(3)}i-g_{12}^{(3)}i-g_{22}^{(3)}-A_{11}^{(-1)}g_{12}^{(1)}-A_{12}^{(-1)}g_{22}^{(1)}-A_{11}^{(-2)}g_{12}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{13}^{(2)}+g_{13}^{(3)}(-i)-g_{13}^{(3)}i-g_{23}^{(3)}-A_{13}^{(-1)}g_{33}^{(1)}-A_{14}^{(-1)}g_{43}^{(1)}-A_{13}^{(-2)}g_{33}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{14}^{(2)}+g_{14}^{(3)}(-i)-g_{14}^{(3)}i-g_{24}^{(3)}-A_{13}^{(-1)}g_{34}^{(1)}-A_{14}^{(-1)}g_{44}^{(1)}-A_{13}^{(-2)}g_{34}^{(0)}=0;$$

$$\frac{d}{dx}g_{21}^{(2)}+g_{21}^{(3)}i-g_{21}^{(3)}i-A_{21}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{22}^{(-1)}g_{21}^{(1)}-A_{21}^{(-2)}g_{11}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{22}^{(2)}+g_{22}^{(3)}i-g_{22}^{(3)}i-A_{21}^{(-1)}g_{12}^{(1)}-A_{22}^{(-1)}g_{22}^{(1)}-A_{21}^{(-2)}g_{12}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{23}^{(2)}+g_{23}^{(3)}(-i)-g_{23}^{(3)}i-A_{23}^{(-1)}g_{33}^{(1)}-A_{24}^{(-1)}g_{43}^{(1)}-A_{23}^{(-2)}g_{33}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{24}^{(2)}+g_{24}^{(3)}(-i)-g_{24}^{(3)}i-A_{23}^{(-1)}g_{34}^{(1)}-A_{24}^{(-1)}g_{44}^{(1)}-A_{23}^{(-2)}g_{34}^{(0)}=0;$$

$$\frac{d}{dx}g_{31}^{(2)}+g_{31}^{(3)}i-g_{31}^{(3)}(-i)-g_{41}^{(3)}-A_{31}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{32}^{(-1)}g_{21}^{(1)}-A_{31}^{(-2)}g_{11}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{32}^{(2)}+g_{32}^{(3)}i-g_{32}^{(3)}(-i)-A_{31}^{(-1)}g_{12}^{(1)}-A_{32}^{(-1)}g_{22}^{(1)}-A_{31}^{(-2)}g_{12}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{33}^{(2)}+g_{33}^{(3)}(-i)-g_{33}^{(3)}(-i)-g_{43}^{(3)}-A_{33}^{(-1)}g_{33}^{(1)}-A_{34}^{(-1)}g_{43}^{(1)}-A_{33}^{(-2)}g_{33}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{34}^{(2)}+g_{34}^{(3)}(-i)-g_{34}^{(3)}(-i)-g_{44}^{(3)}-A_{33}^{(-1)}g_{34}^{(1)}-A_{34}^{(-1)}g_{44}^{(1)}-A_{33}^{(-2)}g_{34}^{(0)}=0,$$

$$\frac{d}{dx}g_{41}^{(2)}+g_{41}^{(3)}i-g_{41}^{(3)}(-i)-A_{41}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{42}^{(-1)}g_{21}^{(1)}-A_{41}^{(-2)}g_{11}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{42}^{(2)}+g_{42}^{(3)}i-g_{42}^{(3)}(-i)-A_{41}^{(-1)}g_{12}^{(1)}-A_{42}^{(-1)}g_{22}^{(1)}-A_{41}^{(-2)}g_{12}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{43}^{(2)}+g_{43}^{(3)}(-i)-g_{43}^{(3)}(-i)-A_{43}^{(-1)}g_{33}^{(1)}-A_{44}^{(-1)}g_{43}^{(1)}-A_{43}^{(-2)}g_{33}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{44}^{(2)}+g_{44}^{(3)}(-i)-g_{44}^{(3)}(-i)-A_{43}^{(-1)}g_{34}^{(1)}-A_{44}^{(-1)}g_{44}^{(1)}-A_{43}^{(-2)}g_{34}^{(0)}=0.$$

Эти группы уравнений в свою очередь дают следующие системы уравнений и представлений:

$$\frac{d^2}{dx^2}g_{11}^{(1)}-A_{21}^{(-1)}g_{11}^{(1)}=\left[A_{11}^{(-1)}+A_{22}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}g_{11}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{11}^{(-1)}+A_{21}^{(-2)}\right]g_{11}^{(0)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{12}^{(1)}-A_{21}^{(-1)}g_{12}^{(1)}=\left[A_{11}^{(-1)}+A_{22}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}g_{12}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{11}^{(-1)}+A_{21}^{(-2)}\right]g_{12}^{(0)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{33}^{(1)}-A_{43}^{(-1)}g_{33}^{(1)}=\left[A_{33}^{(-1)}+A_{44}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}g_{33}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{33}^{(-1)}+A_{43}^{(-2)}\right]g_{33}^{(0)},$$
$$\frac{d^2}{dx^2}g_{34}^{(1)}-A_{43}^{(-1)}g_{34}^{(1)}=\left[A_{33}^{(-1)}+A_{44}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}g_{34}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{33}^{(-1)}+A_{43}^{(-2)}\right]g_{34}^{(0)};$$

$$\frac{d}{dx}g_{11}^{(2)}-A_{11}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{12}^{(-1)}\frac{d}{dx}g_{11}^{(0)}-A_{11}^{(-2)}g_{11}^{(0)}=g_{21}^{(3)},$$
$$\frac{d}{dx}g_{12}^{(2)}-A_{11}^{(-1)}g_{12}^{(1)}-A_{12}^{(-1)}\frac{d}{dx}g_{12}^{(0)}-A_{11}^{(-2)}g_{12}^{(0)}=g_{22}^{(3)},$$
$$\frac{d}{dx}g_{33}^{(2)}-A_{33}^{(-1)}g_{33}^{(1)}-A_{34}^{(-1)}\frac{d}{dx}g_{33}^{(0)}-A_{33}^{(-2)}g_{33}^{(0)}=g_{43}^{(3)},$$
$$\frac{d}{dx}g_{34}^{(2)}-A_{33}^{(-1)}g_{34}^{(1)}-A_{34}^{(-1)}\frac{d}{dx}g_{34}^{(0)}-A_{33}^{(-2)}g_{34}^{(0)}=g_{44}^{(3)};$$

$$g_{43}^{(1)}=-\frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{41}^{(2)}-A_{41}^{(-1)}g_{11}^{(1)}-A_{42}^{(-1)}g_{21}^{(1)}-A_{41}^{(-2)}g_{11}^{(0)}\right],$$

$$g_{42}^{(3)} = -\frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{42}^{(2)} - A_{41}^{(-1)}g_{12}^{(1)} - A_{42}^{(-1)}g_{22}^{(1)} - A_{41}^{(-2)}g_{12}^{(0)}\right],$$
$$g_{31}^{(3)} = -\frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{31}^{(2)} + g_{41}^{(3)} - A_{31}^{(-1)}g_{11}^{(1)} - A_{32}^{(-1)}g_{21}^{(1)} - A_{31}^{(-2)}g_{11}^{(0)}\right],$$
$$g_{32}^{(3)} = -\frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{32}^{(2)} + g_{42}^{(3)} - A_{31}^{(-1)}g_{12}^{(1)} - A_{32}^{(-1)}g_{22}^{(1)} - A_{31}^{(-2)}g_{12}^{(0)}\right];$$
$$g_{23}^{(3)} = \frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{23}^{(2)} - A_{23}^{(-1)}g_{33}^{(1)} - A_{24}^{(-1)}g_{43}^{(1)} - A_{23}^{(-2)}g_{33}^{(0)}\right],$$
$$g_{24}^{(3)} = \frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{24}^{(2)} - A_{23}^{(-1)}g_{34}^{(1)} - A_{24}^{(-1)}g_{44}^{(1)} - A_{23}^{(-2)}g_{34}^{(0)}\right],$$
$$g_{13}^{(3)} = \frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{13}^{(2)} + g_{23}^{(3)} - A_{13}^{(-1)}g_{33}^{(1)} - A_{14}^{(-1)}g_{43}^{(1)} - A_{13}^{(-2)}g_{33}^{(0)}\right],$$
$$g_{14}^{(3)} = \frac{1}{2i}\left[\frac{d}{dx}g_{14}^{(2)} + g_{24}^{(3)} - A_{13}^{(-1)}g_{34}^{(1)} - A_{14}^{(-1)}g_{44}^{(1)} - A_{13}^{(-2)}g_{34}^{(0)}\right].$$

После сравнения коэффициентов при λ^{-3} находим группы уравнений:

$$\frac{d}{dx}g_{11}^{(3)} - g_{21}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{1i}^{(-1)}g_{i1}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{1i}^{(-2)}g_{i1}^{(1)} - A_{11}^{(-3)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{12}^{(3)} - g_{22}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{1i}^{(-1)}g_{i2}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{1i}^{(-2)}g_{i2}^{(2)} - A_{11}^{(-3)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{13}^{(3)} - 2ig_{13}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{1i}^{(-1)}g_{i3}^{(2)} - \sum_{i=3}^{4}A_{1i}^{(-2)}g_{i3}^{(1)} - A_{13}^{(-3)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{14}^{(3)} - 2ig_{14}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{1i}^{(-1)}g_{i4}^{(3)} - \sum_{i=3}^{4}A_{1i}^{(-2)}g_{i4}^{(1)} - A_{13}^{(-3)}g_{34}^{(0)} = 0;$$

$$\frac{d}{dx}g_{21}^{(3)} - \sum_{i=1}^{4}A_{2i}^{(-1)}g_{i1}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{2i}^{(-2)}g_{i1}^{(1)} - A_{21}^{(-3)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{22}^{(3)} - \sum_{i=1}^{4}A_{2i}^{(-1)}g_{i2}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{2i}^{(-2)}g_{i2}^{(1)} - A_{21}^{(-3)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{23}^{(3)} - 2ig_{23}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{2i}^{(-1)}g_{i3}^{(1)} - \sum_{i=3}^{4}A_{2i}^{(-2)}g_{i3}^{(1)} - A_{23}^{(-3)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{24}^{(3)} - 2ig_{24}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{2i}^{(-1)}g_{i4}^{(2)} - \sum_{i=3}^{4}A_{2i}^{(-2)}g_{i4}^{(1)} - A_{23}^{(-3)}g_{34}^{(0)} = 0;$$

$$\frac{d}{dx}g_{31}^{(3)} - 2ig_{31}^{(4)} - g_{41}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{3i}^{(-1)}g_{i1}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{3i}^{(-2)}g_{i1}^{(1)} - A_{31}^{(-3)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{32}^{(3)} - 2ig_{32}^{(4)} - g_{42}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{3i}^{(-1)}g_{i2}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{3i}^{(-2)}g_{i2}^{(1)} - A_{31}^{(-3)}g_{12}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{33}^{(0)} - g_{43}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{3i}^{(-1)}g_{i3}^{(2)} - \sum_{i=3}^{4}A_{3i}^{(-2)}g_{i3}^{(1)} - A_{33}^{(-3)}g_{33}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{34}^{(0)} - g_{44}^{(0)} - \sum_{i=1}^{4}A_{3i}^{(-1)}g_{i4}^{(2)} - \sum_{i=3}^{4}A_{3i}^{(-2)}g_{i4}^{(1)} - A_{33}^{(-3)}g_{34}^{(0)} = 0;$$
$$\frac{d}{dx}g_{41}^{(3)} + 2ig_{41}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{4i}^{(-1)}g_{i1}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{4i}^{(-2)}g_{i1}^{(1)} - A_{41}^{(-3)}g_{11}^{(0)} = 0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{42}^{(3)} + 2ig_{42}^{(4)} - \sum_{i=1}^{4}A_{4i}^{(-1)}g_{i2}^{(2)} - \sum_{i=1}^{2}A_{4i}^{(-2)}g_{i2}^{(1)} - A_{41}^{(-3)}g_{12}^{(0)} = 0,$$

$$\frac{d}{dx}g_{43}^{(3)}-\sum_{i=1}^{4}A_{4i}^{(-1)}g_{i3}^{(2)}-\sum_{i=3}^{4}A_{4i}^{(-2)}g_{i3}^{(1)}-A_{43}^{(-3)}g_{33}^{(0)}=0,$$
$$\frac{d}{dx}g_{44}^{(3)}-\sum_{i=1}^{4}A_{4i}^{(-1)}g_{i4}^{(2)}-\sum_{i=3}^{4}A_{4i}^{(-2)}g_{i4}^{(1)}-A_{43}^{(-3)}g_{34}^{(0)}=0.$$

Из этих и предыдущих групп уравнений находим следующие неоднородные уравнения 2-го порядка относительно $g_{11}^{(2)},g_{12}^{(2)},g_{33}^{(2)},g_{34}^{(2)}$ и представления функций $g_{21}^{(4)},g_{22}^{(2)}$:

$$\frac{d^2}{dx^2}g_{1i}^{(2)}-A_{21}^{(-1)}g_{1i}^{(2)}=\left[A_{11}^{(-1)}+A_{22}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}\,g_{1i}^{(1)}+A_{12}^{(-1)}\frac{d^2}{dx^2}g_{1i}^{(0)}+$$
$$+\left[\frac{d}{dx}A_{12}^{(-1)}+A_{11}^{(-2)}+A_{22}^{(-2)}\right]\frac{d}{dx}g_{1i}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{11}^{(-1)}+A_{21}^{(-2)}\right]g_{1i}^{(1)}+$$
$$+\left[\frac{d}{dx}A_{11}^{(-2)}-A_{22}^{(-1)}A_{11}^{(-1)}-\frac{1}{4}A_{23}^{(-1)}\left(2iA_{31}^{(-1)}+A_{31}^{(-1)}\right)+\right.$$
$$\left.+\frac{1}{2i}A_{24}^{(-1)}A_{41}^{(-1)}+A_{21}^{(-3)}\right]g_{1i}^{(0)},\quad i=\overline{1,2}.$$

$$\frac{d^2}{dx^2}g_{3i}^{(2)}-A_{43}^{(-1)}g_{32}^{(2)}=\left[A_{33}^{(-1)}+A_{44}^{(-1)}\right]\frac{d}{dx}\,g_{3i}^{(1)}+A_{31}^{(-1)}\frac{d^2}{dx^2}g_{3i}^{(0)}+$$
$$+\left[\frac{d}{dx}A_{34}^{(-1)}+A_{33}^{(-2)}+A_{44}^{(-2)}\right]\frac{d}{dx}g_{3i}^{(0)}+\left[\frac{d}{dx}A_{33}^{(-1)}+A_{43}^{(-2)}\right]g_{3i}^{(1)}+$$
$$+\left[\frac{d}{dx}A_{33}^{(-1)}+\frac{1}{4}A_{41}^{(-1)}\left(2iA_{13}^{(-1)}-A_{23}^{(-1)}\right)-\frac{1}{2i}A_{42}^{(-1)}A_{23}^{(-1)}-\right.$$
$$\left.-A_{33}^{(-1)}A_{44}^{(-1)}+A_{43}^{(-1)}\right]g_{3i}^{(0)},\quad i=\overline{3,4}.$$

$$g_{2i}^{(4)}=\frac{d}{dx}\,g_{1i}^{(3)}-A_{11}^{(-1)}g_{1i}^{(2)}-A_{12}^{(-1)}\frac{d}{dx}g_{1i}^{(1)}-A_{11}^{(-2)}g_{1i}^{(1)}-A_{12}^{(-2)}\frac{d}{dx}g_{1i}^{(0)}+$$
$$+\left[A_{12}^{(-1)}A_{11}^{(-1)}+\frac{1}{4}A_{13}^{(-1)}\left(2iA_{31}^{(-1)}+A_{41}^{(-1)}\right)-\frac{1}{2i}A_{14}^{(-1)}A_{41}^{(-1)}-A_{11}^{(-3)}\right]g_{1i}^{(0)},i=\overline{1,2}.$$

Аналогичным образом находятся остальные коэффициенты $g_{ij}^{(4)}$.

Продолжая процесс, приравнивая коэффициенты при одинаковых степенях $\lambda^{-\nu},\nu\geq 4$, можно определить все коэффициенты матрицы (5).

Из (5) можно написать следующие представления решений системы уравнений (3):

$$y_{1l}(x,\lambda)=\left[g_{1l}^{(0)}(x)+\tfrac{1}{\lambda}\textstyle\sum_{k=1}^{2}g_{kl}^{(1)}(x)+\tfrac{1}{\lambda^2}\sum_{k=1}^{4}g_{kl}^{(2)}(x)+\tfrac{E_l(x,\lambda)}{\lambda^3}\right]e^{i\lambda x},l=\overline{1,2} \qquad (6)$$
$$y_{1j}(x,\lambda)=\left[g_{3j}^{(0)}(x)+\frac{1}{\lambda}\sum_{k=3}^{4}g_{kj}^{(1)}(x)+\frac{1}{\lambda}\sum_{k=}^{4}g_{kj}^{(2)}(x)+\frac{E_j(x,\lambda)}{\lambda^3}\right]e^{-i\lambda x},l=\overline{3,4}$$

Здесь функции $E_l(x,\lambda)$, $E_j(x,\lambda)$, $l=\overline{1,2}$, $l=\overline{3,4}$ ограничены при достаточно больших значениях $|\lambda|$ и непрерывны по $x\in[0,1]$.

Покажем, что представления (6) составляют фундаментальную систему частных решений уравнения (1). Из замены $\frac{dy_{11}}{dx}=\lambda y_{21}$ имеем, что

$y_{21}=\lambda^{-1}\frac{dy_{11}}{dx}$, а из $\frac{dy_{21}}{dx}=\lambda y_{31}$ имеем $y_{31}=\lambda^{-2}\frac{d^2y_{11}}{dx^2}$. Далее из $\frac{dy_{31}}{dx}=\lambda y_{41}$ находим $y_{41}=\lambda^{-3}\frac{d^3y_{11}}{dx^3}$. Непосредственной подстановкой в (1) убеждаемся, что y_{11} является решением. Аналогично проверяется, что остальные функции также являются решением уравнения (1). Для проверки независимости этих решений заметим, что если $y(x,\lambda)$ фундаментальная матрица системы (3), то

должно быть $dety(x,\lambda)\neq 0$ и этот детерминант для нашего уравнения отличен от нуля.

$$dety(x,\lambda)=\begin{pmatrix} y_{11}(x,\lambda) & y(x,\lambda) & y_{13}(x,\lambda) & y_{14}(x,\lambda)\\ \lambda^{-1}\frac{dy_{11}(x,\lambda)}{dx} & \lambda^{-1}\frac{dy_{12}(x,\lambda)}{dx} & \lambda^{-1}\frac{dy_{13}(x,\lambda)}{dx} & \lambda^{-1}\frac{dy_{14}(x,\lambda)}{dx}\\ \lambda^{-2}\frac{d^2y_{11}(x,\lambda)}{dx^2} & \lambda^{-2}\frac{d^2y_{12}(x,\lambda)}{dx^2} & \lambda^{-2}\frac{d^2y_{13}(x,\lambda)}{dx^2} & \lambda^{-2}\frac{d^2y_{14}(x,\lambda)}{dx^2}\\ \lambda^{-3}\frac{d^3y_{11}(x,\lambda)}{dx^3} & \lambda^{-3}\frac{d^3y_{12}(x,\lambda)}{dx^3} & \lambda^{-3}\frac{d^3y_{13}(x,\lambda)}{dx^3} & \lambda^{-3}\frac{d^3y_{14}(x,\lambda)}{dx^3}\end{pmatrix}\neq 0.$$

Таким образом, мы доказали следующую теорему.

Теорема 1. Дифференциальное уравнение (1) в каждой из полуплоскостей $\Pi_{\pm}=\{\pm\lambda\,,Im\,\lambda\geq 0\ \}$ имеет фундаментальную систему частных решений, допускающих асимптотические представления (6).

2. Собственные значения задачи (1)-(2).

Решение неоднородного уравнения (1) с правой частью $f(x)$, удовлетворяющее краевым условиям (2) записывается в виде:

$$y(x,\lambda) = \int_0^1 \frac{\Delta(x,\xi,\lambda)}{\Delta(\lambda)} f(\xi)d\xi\,, \qquad (7)$$

где

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} U_1(y_1) & U_1(y_2) & U_1(y_3) & U_1(y_4) \\ U_2(y_1) & U_2(y_2) & U_2(y_3) & U_2(y_4) \\ U_3(y_1) & U_3(y_2) & U_3(y_3) & U_3(y_4) \\ U_4(y_1) & U_4(y_2) & U_4(y_3) & U_4(y_4) \end{vmatrix}, \qquad (8)$$

$$\Delta(x,\xi,\lambda) = \begin{vmatrix} g(x,\xi,\lambda) & y_1(x,\lambda) & y_2(x,\lambda) & y_3(x,\lambda) & y_4(x,\lambda) \\ U_1(g)_x & & & & \\ U_2(g)_x & & & & \\ U_3(g)_x & & & \Delta(\lambda) & \\ U_4(g)_x & & & & \end{vmatrix}, \qquad (9)$$

$U_1(y) = y(0),\ \ U_2(y) = y'(0),\ \ U_3(y) = y(1),\ \ U_4(y) = y'(1)$

$$g(x,\xi,\lambda) = \pm \sum_{k=1}^{4} y_k(x,\lambda) W_{4k}(\xi,\lambda)/2W(\xi,\lambda), \qquad (10)$$

$+$если $\xi \le x$, $\ -$ если $\xi > x$

$W(x,\xi)$- определитель Вронского от фундаментальных систем решений,

$W_{4k}(x,\lambda)$- алгебраическое дополнение элементов $(4,k)$ в $W(x,\lambda)$.

Непосредственный подсчет показывает, что $\Delta(\lambda)$ имеет вид:

$\Delta(\lambda) = e^{-2i\lambda}\left[(4\lambda^2 - 2)e^{2i\lambda} + e^{4i\lambda} + 1\right]$ (11)

Производим замену $i\lambda = z$ и рассмотрим выражение

$\Delta\left(\frac{z}{i}\right) = e^{-2z}[(-4z^2 - 2)e^{2z} + e^{4z} + 1]$. (12)

Построим на плоскости z две криволинейные полосы V_1, V_2, определенные неравенством

V_1: $|Re(z + lnz)| \le C_1$,

V_2: $|Re(z - lnz)| \le C_1$.

В полосе V_1 имеет место $Re(z + lnz) = C_1,\ -C_1 \le C \le C_1$.

$|-4z^2 e^{2z}| = \left|4e^{2lnz}e^{1z}\right| = \left|e^{2(z+lnz)}\right| = e^{2Re(z+lnz)}$,

$|e^{4z}| = \left|e^{4z+4lnz-4lnz}\right| = \left|e^{4Re(z+lnz)}\right| \cdot \left|e^{-4lnz}\right| = e^{4Re(z+lnz)} \cdot \frac{1}{z^4}$

В полосах V_1, V_2 соответственно имеет место $Re\ z \to -\infty$, $Re\ z \to +\infty$.

Геометрическое изображение точек z, расположенных в V_i определяются так:

$Re(z + lnz) = C,\ \ z = x + iy,\ \ Re[x + iy + ln(x + iy)] + i\big(arg(x + iy)\big) = C,$

$x + ln\sqrt{x^2 + y^2} = C\ ,\ \ \sqrt{x^2 + y^2} = e^{C-x}$

$y^2 = e^{\frac{C-x}{2}} - x^2,\ y = \pm\left[e^{\frac{C-x}{2}} - x^2\right]^{\frac{1}{2}} = \pm e^{\frac{C-x}{m}}[1 + o(1)],\ m = 1.$

А теперь обозначим область между полосами V_1, V_2 через U_1, область слева от полосы V_1 через U_0 и область справа от полосы V_2 через U_2 , определенных неравенствами:

U_1: $Re(z + lnz) > C_1,\quad Re(z - lnz) < -C_1$,

U_0: $Re(z + lnz) < -C_1,\ \ U_2$: $Re(z - lnz) > C_1$

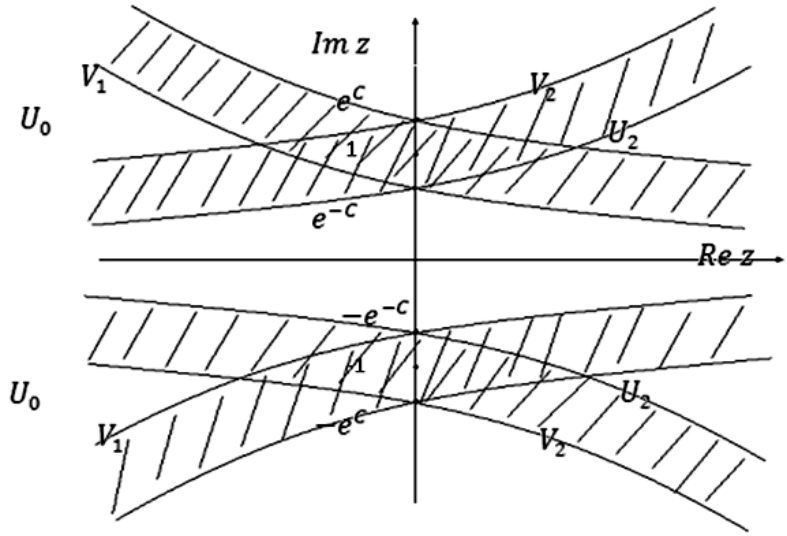

Рис. 1. Геометрическое изображение

Существуют положительные постоянные C_1, C_2, такие, что ни один нуль, для которых $|z| \geq C_2$ не лежит в областях U_k $(k = 0,1,2)$.

В полосе V_2 справедливо: $-C_1 \leq Re(z - lnz) \leq C_1$,

$|-4z^2e^{2z}| = \left|z^2e^{2z+2lnz-2lnz}\right| = e^{2C} \cdot \mathrm{O}(z^4)$,

$|e^{2z}| = e^{4z+4lnz-4lnz} = e^{4C} \cdot \mathrm{O}(z^4)$.

В секторе $-C_1 \leq Re(z - lnz) \leq C_1$ нули $\Delta\left(\frac{z}{i}\right)$ асимптотически совпадают с корнями уравнения $-4z^2e^{2z} + e^{4z} = 0$.

Отсюда

$e^{4z}(1 - 4z^2e^{-2z}) = 0 \;\Rightarrow\; 1 - 4e^{2lnz-2lnz} = 0 \;\Rightarrow$

$\Rightarrow\; 1 - 4e^{-2(z-lnz)} = 0\,,\; z - lnz = t,\; 1 - 4e^{-2t} = 0 \;\Rightarrow$

$\Rightarrow\; t = -ln\frac{1}{2} - k\pi i \;\Rightarrow\; z - lnz = -ln\frac{1}{2} - k\pi i\,,$

$z_1 + iz_2 - lnz_2 - iargz = -ln\frac{1}{2} - k\pi i \;\Rightarrow\; argz \to \pm\frac{\pi}{2},$

$z_1 - lnz_2 = -ln\frac{1}{2},\; z_2 - argz = -k\pi \;\Rightarrow\; z_2 = -k\pi \pm \frac{\pi}{2},$

$z_1 = -ln\frac{1}{2} + ln\left[-k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right],$

$z_k^{(1)} = -ln\frac{1}{2} + ln\left[-k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right] + i\left[-k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right].$

Точно таким же образом получим, что нули $z_k^{(2)}$, расположенные в полосе V_2, являются

$z_k^{(2)} = ln2 + ln\left[-k\pi \mp \frac{\pi}{2}\right] + i\left[-k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right]\,,\quad k = \pm1, \pm2, \ldots,$

значит имеются две серии собственных значений:

$$\lambda_k^{(1)} = \left[-k\pi \mp \frac{\pi}{2}\right] - i\left[ln\left[k\pi \mp \frac{\pi}{2}\right] - ln\frac{1}{2}\right] + O(1),\;\; k = \pm1, \pm2, \ldots$$

(13)

$$\lambda_k^{(2)} = \left[-k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right] - i\left[ln2 + ln\left[k\pi \mp \frac{\pi}{2}\right]\right] + O(1),\;\; k = \pm1, \pm2, \ldots$$

Теорема 2. Краевая задача (1)-(2) имеет бесконечное число собственных значений, описывающихся асимптотическими формулами (13).

Список литературы / References

1. *Гасымов М.Г., Магеррамов А.М.* Прямые и обратные спектральные задачи для одного класса обыкновенных дифференциальных пучков на конечном отрезке. // Дифференциальные уравнения, 1987. № 6. Стр. 960-971.

2. *Шкаликов А.А.* Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений с параметром в граничных условиях. // Труды семинара им. И.Г. Петровского, 1983. Вып. 9. Стр. 190-229.
3. *Вагабов А.И.* Асимптотика решений дифференциальных уравнений с кратными характеристиками по параметру. // ДАН СССР, 1985. Т. 283. № 5. Стр. 1047-1050.
4. *Оруджев Э.Г.* О краевых задачах для дифференциального уравнения четвертого порядка, полиномиально зависящего от спектрального параметра. // Доклады АН ССР, 1989. T.XLV. № 10. Стр. 7-11.
5. *Оруджев Э.Г.* Краевые задачи для дифференциальных уравнений четного порядка с кратными характеристиками. // Доклады Академии наук России, 1999. Т. 368. № 1. С. 14-17.

ОБ ОДНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТНОГО ПОРЯДКА С ОДНИМ КРАТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИМ КОРНЕМ

Зульфугарова Р.Т. Email: Zulfuqarova17132@scientifictext.ru

Зулфугарова Рена Тахир - кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра математической экономики,
Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: *в работе рассмотрена краевая задача для произвольного уравнения четного порядка со спектральным параметром, полиноминально входящим и в уравнение, и в краевые условия. Особенностью данной задачи является то, что характеристические уравнение в смысле Биркгофа-Тамаркина имеет единственный кратный корень. Здесь найдены достаточные алгебраические условия на коэффициенты уравнения, при выполнении которых дифференциальное уравнение имеет Биркгофскую асимптотику решений. Выделен класс регулярных краевых условий. Для них получена оценка функции Грина вне малой окрестности собственных значений при больших по модулю значениях спектрального параметра. Для достаточного порядка гладких функций, обращающихся в нуль на концах рассматриваемого интервала вместе с производными определенного порядка, найдена формула 2n–кратного разложения по собственным и присоединенным функциям.*
Ключевые слова: *спектральная задача, функция Грина, собственные значения, характеристический корень, формула кратного разложения.*

THE DIFFERENTIAL EQUATION OF AN EVEN ORDER WITH ONE MORE THE BRIEF CHARACTERISTIC ROOT

Zulfuqarova R.T.

Zulfugarova Rana Tahir - PhD of mathematical science, Associated Professor,
MATHEMATICAL ECONOMY DEPARTMENT,
BAKU STATE UNIVERSITY, BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: *the article is considered that a boundary value problem for an arbitrary equation of even order with a spectral parameter which included polynomials in both the equation and the boundary conditions. The main of this problem is that the characteristic equation in the sense of Birkhoff - Tamarkin has a single multiple root. We have found sufficient algebraic conditions for the coefficients of the equation under which the differential equation has the Birkhoff asymptotic of solutions. Selected the class of regular boundary conditions. Obtained estimation for the Green function outside a small neighborhood of eigenvalues for large modulo values of the spectral parameter. For sufficiently smooth functions that vanish at the ends of the interval under consideration, together with derivatives of a certain order, a formula second is found - a multiple expansion in associated functions.*
Keywords: *spectral problem, Green function, eigenvalues, characteristic root, multiple decomposition formula.*

УДК 517.927

Рассмотрим краевую задачу на отрезке $[0,1]$

$$y^{(2n)} + P_1(x,\lambda)y^{(2n-1)} + \ldots + P_{2n}(x,\lambda)y = 0, \qquad (1)$$

$$U_i(y) = \sum_{j=0}^{2n-1} \alpha_{ij}(\lambda)y^{(j)}(0) + \beta_{ij}(\lambda)y^{(j)}(1) = 0, \quad i = \overline{1,2n} \qquad (2)$$

где $P_i(x,\lambda) = \sum_{l=0}^{i} P_{il}\lambda^l, \quad i = \overline{1,2n}, \quad P_{il}(x),\ l < i$ достаточно гладкие функции, $P_{ii} = const,\ \alpha_{ij}(\lambda),\ \beta_{ij}(\lambda)$ полиномы от спектрального параметра, $\lambda \in C$ и для всех $\lambda \quad rang(\alpha_{ij}(\lambda),\ \beta_{ij}(\lambda))_{i,j=1}^{2n} = 2n.$

Предположим, что характеристическое уравнение смысле Биркгофа-Тамаркина.

$$\theta^{2n} + P_{11}\theta^{2n-1} + \ldots + P_{2n-1,2n-1}\theta + P_{2n,2n} = 0 \qquad (3)$$

имеет единственный корень θ с кратностью *2n.*

Различные вопросы, связанные спектральной теорией обыкновенных дифференциальных уравнений на конечном отрезке, интенсивно изучались впоследствии до настоящего времени. Однако, исключая очень малое число опубликованных работ, которые носят не общий характер, всегда предполагалось, что характеристическое уравнение (3) имеет различные корни. Дело в том, что в случае кратных корней характеристического уравнения (3), проблема существования фундаментальных решений для уравнений высокого порядка с полиномиальными вхождениями спектрального параметра, полностью не изучена. Некоторые прямые спектральные аспекты краевых задач в случае двух различных корней уравнения (3) при общих нормированных краевых условий изучены в [2]. Здесь мы находим решения уравнении (1) при специальных алгебраических предположениях на коэффициенты уравнения. Далее, следуя методами работ [3-5] получаем формулу о кратном разложении по собственным и присоединенным функциям задачи (1)-(2).

Дифференциальное уравнение (1) с помощью замены

$$\frac{d^k y}{dx^k} = \lambda^k y_{k+1}, \qquad k = \overline{0,2n-1} \qquad (4)$$

можно привести к виду

$$\frac{dy}{dx} = A(x,\lambda)y, \qquad (5)$$

где матрица $A(x,\lambda)$ имеет вид $A(x,\lambda) = \sum_{i=-1}^{2n-1} a^{(-i)} / \lambda^i$,

$$a^{(i)} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \ldots & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & \ldots & 1 \\ -P_{2n,2n} & -P_{2n-1,2n-1} & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & -P_n \end{pmatrix}$$

$$a^{(-i)} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 0 \\ -P_{2n,2n-1-i} & -P_{2n,2n-2-i} & \ldots & \ldots & \ldots & -P_{1,-i} \end{pmatrix}$$

$$i = \overline{0,2n-1}, P_{lk}(x) \equiv 0 \quad при \quad k < 0, \quad l = \overline{1,2n}.$$

Сделаем замену

$$Y(x,\lambda)=\widetilde{m}Z(x,\lambda). \qquad (6)$$

Пусть $\widetilde{m}$ -такая, что $\widetilde{m}^{-1}a^{(1)}\widetilde{m}=J$, где J -жордановая матрица для *2n* –кратного отличного от нуля корня $\theta=\theta_1$. Тогда непосредственным вычислением находим, что

$$\widetilde{m}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \theta_1 & 1 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \theta_1^{\,2} & 2\theta_1 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \theta_1^{\,3} & 3\theta_1^{\,2} & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \theta_1^{\,2n-1} & (2n-1)\theta_1^{\,2n-2} & \dots & \dots & (2n-1)\theta_1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Подставляя (6) в (5), для $Z(x,\lambda)$ получим:

$$\frac{dZ}{dx}=\left[\lambda J+\sum_{i=0}^{n-1}\widetilde{m}^{-1}a^{(-i)}(x)\widetilde{m}\right]Z(x,\lambda). \qquad (7)$$

Ищем решение $Z(x,\lambda)$ в виде

$$Z(x,\lambda)=\left[\sum_{V=0}^{\infty}\lambda^{-V}g_{ij}^{(V)}(x)e^{\theta_1\lambda x}\right]_{i,\,j=1}^{2n}. \qquad (8)$$

Подставляя (8) в (7), допуская возможность по членам дифференцирования ряда и приравнивая между собой коэффициенты при одинаковых степенях λ , используя формулы (7) из [6, стр. 6] и предполагая выполнения следующих условий

$$\sum_{i=-1}^{2n}P_{i,i-1}(x)\theta_1^{2n-i}=0,\ \sum_{i=-2}^{2n}P_{i,i-2}(x)\theta_1^{2n-i}=0,\ \sum_{i=-3}^{2n}P_{i,i-3}(x)\theta_1^{2n-i}=0,\ \dots\ \forall x\in[0,1], \qquad (9)$$

получим без труда группы бесконечных уравнений, которые, и дают алгоритм для нахождения $g_{ij}^{(V)}(x),\ \ i,j=\overline{1,2n}$. Переходя от $Z(x,\lambda)$ к $Y(x,\lambda)$ получим формальные решения.

Заметим, что в работе [6] главная матрица системы (5) предполагается “уже” приведенный к каноническому виду. Мы здесь избавимся от условий бесконечный дифференцируемости коэффициентов уравнения (1) для получения асимптотики формального решения, заменив его условиями типа Тамаркина.

Итак, используя метод, изложенный в работе [1] Тамаркина получим:

Теорема 1. *Пусть* $P_{il}(x)\in C^{2n+2-i+l}[0,1],\ \ l<i$ *и выполняются условия (9). Тогда дифференциальное уравнение (1) в каждой из полуплоскостей* $\Phi_{\pm}=\{\lambda:\operatorname{Re}\theta_1\lambda\geq 0\ \ (+),\quad \operatorname{Re}\theta_1\lambda\leq 0\ \ (-)\}$ *имеет фундаментальную систему решений, допускающих при* $|\lambda|\to\infty$ *асимптотические представления*

$$Y_i(x,\lambda)=\left[g_{i0}^{(0)}(x)+\frac{1}{\lambda}g_{i0}^{(1)}(x)+\frac{1}{\lambda^2}g_{i0}^{(2)}(x)+\dots+\frac{1}{\lambda^{2n-1}}g_{i0}^{(2n-1)}(x)+O\left(\frac{1}{\lambda^{2n}}\right)\right]e^{\theta_1\lambda x}, \qquad (10)$$

где $g_{i0}^{(0)}(x)$ *и* $g_{i0}^{(j)}(x),\quad j=\overline{1,2n-1}$ *соответственно, фундаментальные решения однородных и частные решения неоднородных дифференциальных уравнений четвертого порядка, с коэффициентами, выраженными через* $P_{il}^{\mu}(x),\ \ \mu<2n$.

Следует заметит, что в случае простых корней характеристического уравнения (3) коэффициенты разложений решений по параметру уравнения (1) являются решениями дифференциальных уравнений первого порядка.

В теореме 1 сведено до возможного минимума предложения $P_{i,i-k}(x)=0$, $0<k<i,\ \ i=\overline{1,2n},\ \ k=\overline{1,2\sigma_1-1},$ σ_1-максимальная кратность из корней $\theta_1,\theta_2,\dots,\theta_k$,

как достаточные условия существования фундаментальной системы решений уравнения(1), имеющие обычную экспоненциальную асимптотику, указанные в работе [7].

Согласно работы [8,стр.259] единственное решение уравнения (1) с неоднородной правой частью $f(x)$, удовлетворяющее этим краевым условиям представляется в виде

$$Y(x,\lambda,f)=\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)f(\xi)d\xi, \qquad (11)$$

где

$$G(x,\xi,\lambda)=\frac{\Delta(x,\xi,\lambda)}{\Delta(\lambda)}, \qquad (12)$$

$$\Delta(\lambda)=\begin{vmatrix} U_1(Y_1) & U_1(Y_2) & \dots & U_1(Y_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{2n}(Y_1) & U_{2n}(Y_2) & \dots & U_{2n}(Y_{2n}) \end{vmatrix}.$$

$Y_k(x,\lambda),\ \ k=\overline{1,2n}$ являются фундаментальными системами решений однородного уравнения (1),

$$\Delta(x,\xi,\lambda)=\begin{vmatrix} g(x,\xi,\lambda) & Y_1(x,\lambda) & \dots & Y_{2n}(x,\lambda) \\ U_1(g)_x & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & & \\ \vdots & \vdots & \Delta(\lambda) & \\ U_{2n}(g)_x & \vdots & & \end{vmatrix}, \qquad (13)$$

$$g(x,\xi,\lambda)=\pm\frac{\sum_{k=1}^{2n-1}W_{2nk}(\xi,\lambda)Y_k(x,\lambda)}{2W(\xi,\lambda)}, \qquad \begin{cases} + \ \ если & 0\le\xi\le x \\ - \ \ если & 0\le x\le\xi \end{cases}.$$

$W(\xi,\lambda)$ -определитель Вронского от $Y_k(x,\lambda),\ \ k=\overline{1,2n}$; $W_{2n,k}(\xi,\lambda)$- алгебраическое дополнение элемента *(2n,к)* определителя $W(\xi,\lambda)$.

Собственные значения задачи (1)-(2) являются корнями определителя $\Delta(\lambda)$. Представим $\Delta(\lambda)$ в виде:

$$\Delta(\lambda)=\begin{vmatrix} A_{11}+B_{11}e^{\theta_1\lambda} & A_{12}+B_{12}e^{\theta_1\lambda} & \dots & A_{12n}+B_{12n}e^{\theta_1\lambda} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{2n1}+B_{2n1}e^{\theta_1\lambda} & A_{2n2}+B_{2n2}e^{\theta_1\lambda} & \dots & A_{2n2n}+B_{2n2n}e^{\theta_1\lambda} \end{vmatrix}, \qquad (14)$$

Здесь $A_{ij}(\lambda),\ B_{ij}(\lambda),\ \ i,j=\overline{1,2n}$ являются многочленами от λ.

Теорема 2. *Предположим, что* $\Delta(\lambda)$ *представляется в виде*

$$\Delta(\lambda)=\sum_{k=0}^{2n}\lambda^{H_k}\left[A_k+O\left(\frac{1}{\lambda}\right)\right]e^{\theta_2 k\lambda}$$ *и*

$H_0=H_1=H_2=\ldots=H_{2n-1}=H_{2n},\ \ A_k\ne 0,\ k=\overline{0,2n}$. *Тогда задача (1)-(2) имеет бесконечное число собственных значений, образующие конечное число цепей, каждая цепь*

состоит из счетного бесконечного множества нулей, лежащих на линии $\theta_1^{-1}\ln(z_k)$ *и удаленных друг от друга* $2\pi/\theta_1^{-1}$ *единиц длины,* $z_k,\ k=\overline{1,2n}$ *являются корнями многочлена 2n-й степени. Для них справедливы следующие асимптотические разложения*

$$\lambda_l=\theta_1^{-1}\left[\ln|z_k|+i(2l\pi+\arg z_k)\right]+O\left(\frac{1}{l}\right),\ |l|\to\infty,\ k=\overline{1,2n} \qquad (15)$$

Используя [2-5], для нормированных краевых условий

$$U_i(Y)=\alpha_i Y^{(k_i)}(0)+\beta_i Y^{(k_i)}(1)+\sum_{j=0}^{k_i-1}\alpha_{ij}Y^{(j)}(0)+\beta_{ij}Y^{(j)}(1)=0, \qquad (16)$$

$$2n-1\ge k_1\ge k_2\ge\ldots\ge k_{2n}\ge 0,\ k_1>k_3,\ k_{2n-2}>k_{2n}$$

получаются следующие условия регулярности

$$\begin{vmatrix} \alpha_1\theta_1^{k_1} & \alpha_1\dfrac{d\theta_1^{k_1}}{d\theta_1} & \alpha_1\dfrac{d^2\theta_1^{k_1}}{d\theta_1^{\,2}} & \ldots & \alpha_1\dfrac{d^{2n-1}\theta_1^{k_1}}{d\theta_1^{\,2n-1}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \alpha_{2n}\theta_1^{k_{2n}} & \alpha_{2n}\dfrac{d\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1} & \alpha_{2n}\dfrac{d^2\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1^{\,2}} & \ldots & \alpha_{2n}\dfrac{d^{2n-1}\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1^{\,2n-1}} \end{vmatrix}\ne 0$$

$$\begin{vmatrix} \beta_1\theta_1^{k_1} & \beta_1\dfrac{d\theta_1^{k_1}}{d\theta_1} & \beta_1\dfrac{d^2\theta_1^{k_1}}{d\theta_1^{\,2}} & \ldots & \beta_1\dfrac{d^{2n-1}\theta_1^{k_1}}{d\theta_1^{\,2n-1}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \beta_{2n}\theta_1^{k_{2n}} & \beta_{2n}\dfrac{d\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1} & \beta_{2n}\dfrac{d^2\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1^{\,2}} & \ldots & \beta_{2n}\dfrac{d^{2n-1}\theta_1^{k_{2n}}}{d\theta_1^{\,2n-1}} \end{vmatrix}\ne 0 \qquad (17)$$

Примерами регулярных краевых условий могут быть условия периодического типа $Y^{(j)}(0)-Y^{(j)}(1)=0,\ \ j=\overline{0,2n-1}$.

А в общем случае уравнение для определения собственных значений краевой задачи (1)-(2) имеем вид

$$\Delta(\lambda)=\sum_{k=1}^{N}P_k(\lambda)e^{\theta_1 k\lambda},\quad N\le 2n \qquad (18)$$

Здесь коэффициенты полиномов определяются через коэффициенты уравнения (1) и коэффициентов $\alpha_{ij}(\lambda),\ \beta_{ij}(\lambda)$.

Теорема 3. *Предположим, что для задачи(1)-(2) выполняются условия регулярности (17). Тогда вне* δ *-окрестности собственных значений при любых* $x,\xi\in[0,1]$ *функция Грина имеет оценку*

$$G(x,\xi,\lambda)=O(1),\ |\lambda|\to\infty. \qquad (19)$$

Введем систему функций $\left\{\varphi_i(x),\ i=\overline{0,2n-1}\right\}$ и составим выражение

$$F(x,\lambda)=\sum_{i=0}^{2n-1}\lambda^{2n-1-i}\varphi_i(x)+\sum_{i=1}^{2n}\sum_{l=1}^{i-1}P_{il}(x)\frac{d^{2n-i}}{dx^{2n-i}},\ \left(\lambda^{l-1}\varphi_0(x)+\ldots+\varphi_{2n-1}(x)\right).$$

Из оценки (19) функции Грина методом контурного интеграла [8] получается следующая теорема о *2n*-кратного разложения по собственным и присоединенным функциям.

Теорема 4. *Пусть функции* $\varphi_i(x),\ i=\overline{0,2n-1}$ *имеет непрерывные производные до порядка 4n-i,* $\varphi_i^{(k)}(0)=\varphi_i^{(k)}(1)=0,\ k=\overline{0,4n-1-i}$ *и выполняются условии теоремы 3. Тогда имеет место формула 2n-кратного разложения*

$$\frac{\theta_1^{2n}}{2\pi\sqrt{-1}}\sum_m\int_{C_m}\lambda^S d\lambda\int_0^1 G(x,\xi,\lambda)F(\xi,\lambda)d\xi=\varphi_S(x),\ \ S=\overline{0,2n-1},$$

которая равномерно сходится по $x\in[0,1]$. *Здесь* c_m *- простой замкнутый контур, окружающий только один полюс* λ_m *подынтегральной функции.*

Список литературы / References

1. *Тамаркин Я.Д.* О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Петроград, 1917. 308 стр.
2. *Оруджев Э.Г.* Краевые задачи для дифференциальных уравнений четного порядка с кратными характеристиками. // Доклады РАН, 1999. Т. 368. № 1. Стр. 14-17.
3. *Оруджев Э.Г.* О краевых задачах для дифференциального уравнения 4-го порядка, полиномиального зависящего от спектральных параметра. // ДАН Азерб. ССР, 1989. Т. XLV. № 10. Стр. 7-12.
4. *Оруджев Э.Г.* Прямые спектральные задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 4-го порядка, полиноминально зависящего от спектральных параметров. // ДАН Азерб.ССР, 1998. Т. LIV. Стр. 9-15.
5. *Namazova N.M.* On some boundary value problems for a four in order differential equations with multiple characteristing. // Transactions of NAS of Azerbaijan, 2012. Vol. XXXII. № 4. Pp. 79-86.
6. *Алиев Н.А.* Асимптотические представления фундаментальных решений системы уравнений первого порядка. // Ученые Записи Азерб. гос. университета, серия физ-мат, 1966. № 5. Стр. 3-13.
7. *Вагабов А.И.* Асимптотика решений дифференциальных уравнений с кратными характеристиками по параметру. // Доклады АН СССР, 1985. Т. 283. № 5. Стр. 1047-1050.
8. *Расулов М.Л.* Применение вычетного метода к решению задач дифференциальных уравнений. Баку. Элм, 1989. 328 стр.

КЛАСС СЛУЧАЙНЫХ БИНАРНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ, КРИТЕРИЙ «СИММЕТРИЧНОГО ЭНТРОПИЙНОГО (ХАОТИЧНОГО) РЕЗОНАНСА»

Филатов О.В. Email: Filatov17132@scientifictext.ru

Филатов Олег Владимирович - инженер-программист,
ЗАО «Научно технический центр «Модуль», г. Москва

Аннотация: *учёные считают, что ключ к пониманию мира случайностей лежит в простейшей из возможных случайных последовательностей – бинарной последовательности. Открыв её тайны и экстраполировав найденные законы на более сложные задачи, учёные рассчитывают понять все возможные другие случайные последовательности. За несколько прошедших лет инженерные школы России и США (С. Голомб) разработали практическую прикладную теорию и инструментальную базу для создания, а также оценки качества случайных бинарных последовательностей (СБП). Созданная теория обслуживает информационные разработки и закрывает все фундаментальные вопросы по случайным бинарным последовательностям, которые давно изучает, без всяких ощутимых успехов, российское академическое сообщество. В этой статье дан ещё один, улучшенный критерий (инструмент) определения принадлежности исследуемой последовательности к классу СБП на основе теории: «Комбинаторика длинных последовательностей» (КДП).*
Ключевые слова: *КДП, СБП, цуга, цуг.*

THE CLASS OF RANDOM BINARY SEQUENCES AND ITS FEATURES, THE CRITERION OF "SYMMETRIC ENTROPY (CHAOTIC) RESONANCE"

Filatov O.V.

Filatov Oleg Vladimirovich - Software Engineer,
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CENTER «МОДУЛЬ», MOSCOW

Abstract: *scientists believe that the key to understanding the world of accidents lies in the simplest possible random sequence - the binary sequence. Having discovered its secrets and extrapolating the found laws to more complex problems, scientists expect to understand all possible other random sequences. Over the past few years, engineering schools in Russia and the United States (S. Golomb) have developed practical applied theory and instrumental base for creating, as well as, assessing the quality of random binary sequences (SBPs). The created theory serves information development and closes all fundamental questions on random binary sequences that have long been studied, without any tangible success, by the Russian academic community. This article provides another, improved criterion (tool) for determining whether a sequence under study is classified as an SBP based on the theory: "Combinatorics of long sequences" (CDR).*
Keywords: *KDP, SBP, Zug.*

УДК: «51»
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-006

Введение

Академик А.Н. Ширяев, в работе [1] пишет: «В настоящее время известны следующие четыре основных подхода к определению понятия ‘бесконечная случайная последовательность’, основанные на выполнении одного из четырёх требований, интуитивно предъявляемых к тому, что мы называем ‘случайностью’»: «Частотоустойчивость = стохостичность», «Типичность» (принадлежность к множеству эффективной меры единица), «Сложноустроенность = хаотичность», «Непредсказуемость».

У этих определений Случайной Бинарной Последовательности (СБП) отсутствуют компактные формульные описания, по которым можно оценить степень случайности исследуемой пос-ти, и все они не применимы на практике. Все эти определения старые, принадлежат прошлому веку, современная отечественная инженерная школа выработала в рамках «Комбинаторики Длинных Последовательностей» (КДП) собственное определение СБП. Случайная бинарная пос-ть (СБП) – это множество цуг $^{n}C_{w}$, число которых считается по ф. 1 [2, 3, 4, 5, 6], на любом достаточно длинном участке СБП число цуг так же считается по ф. 1:

$$ {}^{n}C_{w} = \frac{(2^{n}-1)^{2}}{2^{n(w+2)+1}} N \qquad \text{Ф. 1} $$

Где: N – число элементарных событий в случайной бинарной пос-ти (длина случайной пос-ти N или её участка); n - число элементарных событий образующих данные составные события (длина моды) [2, 3, 4]; w – число составных событий в цуге (число колен цуги, число полуволн) [2, 3, 4].

При значительном росте отклонений Δ обнаруженных цуг ${}^{n}C'_{wN}$: $\Delta = \left| {}^{n}C'_{wN} - {}^{n}C_{wN} \right|$ в исследуемой пос-ти, от значений ${}^{n}C_{wN}$ (рассчитанных по ф. 1), падает вероятность того, что эта пос-ть случайна.

Любую бинарную пос-ть достаточной длины можно проанализировать на выполнение условий ф.1. Если любой достаточно длинный фрагмент пос-ти соответствует условиям ф.1 и вся пос-ть в целом соответствует условиям ф.1 (с оговоренными уровнями погрешностей Δ), то частоты встреч цуг в пос-ти постоянны [7], пос-ть частотоустойчива и принадлежит классу СБП.

На практике, при анализе различных СБП был выработан более простой критерий определения принадлежности пос-ти СБП классу, чем анализ частот цуг по ф. 1. Упрощение заключается в том, что отпадает необходимость разбивать исследуемую пос-ть на подпоследовательности, с последующим анализом числа вхождений цуг в каждую из подпос-тей. Принадлежность исследуемой пос-ти к классу СБП по предлагаемому критерию определяется за один её просмотр программой.

В работе [2], в разделе «Приложение А», введены формулы расчёта среднего расстояния между цугами СБП. Очевидно, что цуги СБП не могут быть собраны в каком-то одном небольшом месте СБП, что они равномерно рассеяны по всей длине СБП (что не исключает их локальных случайных флуктуаций по плотности). Это свойство СБП (равномерное распределение цуг по всей длине) предлагается взять в качестве программного критерия определения принадлежности пос-ти к классу СБП. То есть, программа должна анализировать цуги в пос-ти на предмет их равномерного распределения по всей длине пос-ти.

Предлагаемый критерий, которому дадим название «Критерий энтропийного (хаотичного) резонанса» - кЭР, то же базируется на ф. 1. В нём применено скользящее окно и свойство равновероятной встречи цуг слева и справа от расчётных узлов (позиций) цуг. Расстояние между виртуальными узлами цуг есть среднее расстояние между цугами (свойство равномерной плотности цуг в пос-ти), т.е. используем свойство усреднённой частоты встреч цуг в пос-ти.

Для описания работы кЭР критерия создадим с помощью компьютера случайную бинарную пос-ть из $N = 2 \cdot 10^{7}$ событий, и проанализируем её для пояснения работы кЭР критерия.

Основная часть

Описание работы «Критерия энтропийного (хаотичного) резонанса» (кЭР).

Рассмотрим работу программы[1] кЭР на примере поиска цуг [2, 3, 4, 5, 6]: ${}^{n=2}C_{w=2}$. Программа кЭР просматривает все элементарные события («0», «1») бинарной пос-ти[2], распознавая образуемые ими цуги, рис. 1. При обнаружении очередной цуги ${}^{2}C_{2}$ определяется номер i (позиция) элементарного (эл-го) события от начала бинарной пос-ти с которого начинается эта цуга. На рис.1 изображены две цуги ${}^{2}C_{2}$. Первая цуга начинается с эл-го события «1». Номер этой «1» от начала бинарной пос-ти равен двум

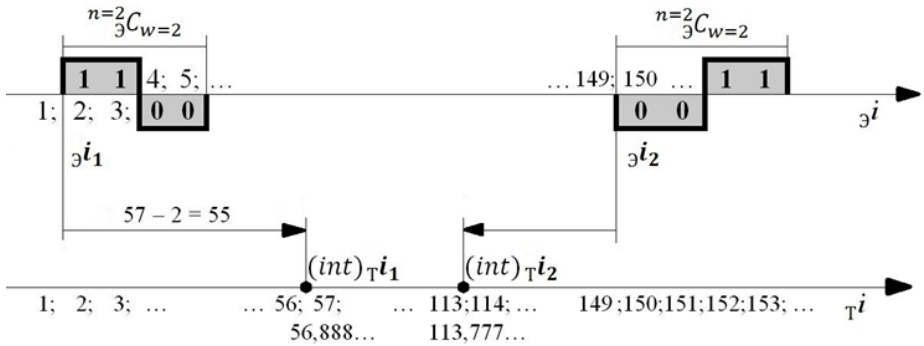

Рис. 1. От начала цуг определяют расстояния до узлов

[1] Graph2 \ TabSheet9 (ГЕНЕРАЦИЯ ПП) \Button69.

($\boldsymbol{i}$ =2). Вторая цуга начинается с нулевого события «0», его номер от начала пос-ти: $\boldsymbol{i}$ =150. Программа обнаружила в пос-ти[1]: ${}^{2}_{Э}C_2$=350933 цуг.

По ф. 1 число цуг ${}^{2}C_2$ в СБП состоящей из N элементарных событий: ${}^{n=2}C_{w=2}(N = 2 \cdot 10^7)$ = 3515623, оно хорошо совпадает с найденным числом цуг: ${}^{2}_{Э}C_2$=350933 (разность 0,18%). Рассчитаем среднее расстояние ${}^{n}_{C}El$ между цугами ${}^{n}C_{wN}$ случайной бинарной пос-ти (ф. 1), оно зависит от длины n базового составного события цуги, и числа колен w цуги, ф. 2:

$$ {}^{n}_{Т}El_w = \frac{N}{{}^{n}C_{wN}} = \frac{2^{n(w+2)+1}}{(2^n-1)^2} \qquad \text{Ф. 2} $$

Для цуги ${}^{n=2}C_{w=2}$ среднее расстояние между цугами равно: ${}^{2}_{Т}El_2 = \frac{2^{2(2+2)+1}}{(2^2-1)^2} = \frac{2^9}{3^2}$ = 56,888.. .

Число найденных в пос-ти[2] цуг отличается от рассчитанного по ф. 1. Рассчитаем по ф. 2, для найденного в пос-ти[2] числа цуг ${}^{2}_{Э}C_2$, среднее расстояние ${}^{2}_{Э}El_2$ между цугами, разделив число событий пос-ти N на ${}^{2}_{Э}C_2$ - число обнаруженных в ней цуг: ${}^{2}_{Э}El_2 = \frac{N}{{}^{2}_{Э}C_2} = \frac{2 \cdot 10^7}{350933} \cong 56{,}991$, число ${}^{2}_{Э}El_2$ отличается на 0,18% от теоретической рассчитанной величины ${}^{2}_{Т}El_2$.

Для выявления равномерности распределения цуг ${}^{2}_{Э}C_2$ в исследуемой пос-ти кЭР программа содержит две ветви: <u>*экспериментальную*</u> (**Э**) и <u>*теоретическую*</u> (**Т**). На рис. 1, ось с номерами ${}_{Э}i_k$, которые отображают эл-ые события **Э** ветки, изображена сверху, на ней показаны две <u>*цуги*</u> найденные в тестируемой пос-ти. На рис. 1 ось с номерами ${}_{Т}i_k$, которые отображают эл-ые события **Т** ветки, изображена снизу, на ней даны два <u>*узла*</u> (в виде вертикальных линий пересекающих ось ${}_{Т}i$), рассчитанные по ф.3.

Сравнение **Э**-распределения с **Т**-распределением выявит степень случайности исследуемой бинарной пос-ти. Программная **Э** ветка ищет в пос-ти очередную k – ю цугу ${}^{2}_{Э}C_2$, а **Т** ветка считает по ф.3 координату k – го узла цуги ${}^{2}_{Т}C_2$, k –тые координаты (найденные ${}^{2}_{Э}C_2$ и рассчитанные ${}^{2}_{Т}C_2$) сравнивают, результат сравнения заносят в статистику.

*Шаг 1 (**Э** ветка, рис. 1)*. Программа[1] ищет в тестируемой пос-ти[2] цугу ${}^{2}_{Э}C_2$. Найдя цугу ${}^{2}_{Э}C_2$ программа[1] фиксирует номер ${}_{Э}i$ - первого эл-го события цуги от начала пос-ти: ${}_{Э}i_1$ = 2.

*Шаг 2 (**Т** ветка, рис. 1)*. Расчёт по ф.3 теоретического номера эл-го события ${}_{Т}i_{k=1}$, с которого начинается k –й узел (шаг) решётки, от начала пос-ти:

$$ {}^{n;\,w}_{Т}i_k = int(k \cdot {}^{n}_{C}El_w) = int\left(k \cdot \frac{2^{n(w+2)+1}}{(2^n-1)^2}\right) \qquad \text{Ф. 3} $$

Где: k = 1, 2, 3, … – порядковый номер искомой цуги; ${}^{n}_{C}El_w$ - среднее расстояние между цугами рассчитывается по ф. 2; int – символ операции округления до ближайшего целого. Для первого узла цуговой решётки расчётный номер её первого эл-го события: ${}_{Т}i_{k=1} = int(1 \cdot {}^{2}_{C}El_2)$ = 57.

Шаг 3 (Сравнение и учёт, рис. 1). Первая цуга ${}^{2}_{Э}C_2$ в анализируемой пос-ти имеет координату ${}_{Э}i_1$ = 2 (PoziciaCugi =2)[3], а её мат-ое ожидание (узел) ${}_{Т}i_1$= 57 (iSteps_Sum=57)[3], программа сравнивает между собой ${}_{Э}i_1$ и ${}_{Т}i_1$. Если ${}_{Э}i_1 < {}_{Т}i_1$, то растёт на один программный счётчик «Mas_Plus», таких ситуаций[2]: «if(iSteps_Sum > PoziciaCugi) Mas_Plus[iSteps_Sum - PoziciaCugi]++;», таблица 1. Далее переход на шаг 4 (возврат к «*Э ветка*»).

*Шаг 4 (**Э** ветка, рис. 1)*. Программа[3] ищет в исследуемой пос-ти следующую цугу ${}^{2}_{Э}C_2$, эта цуга имеет координату: ${}_{Э}i_2$ = 150 (PoziciaCugi =150).

*Шаг 5 (**Т** ветка, рис. 1)*. Расчёт по ф.3 теоретического номера ${}_{Т}i_{k=2}$, с которого начинается вторая цуга ${}_{T=2}{}^{2}C_2$, от начала пос-ти: ${}_{Т}\,i_{k=2} = int(k \cdot {}^{n}_{C}El_w) = int(2 \cdot 56{,}991)$ = 114, где: ${}^{n}_{C}El_w$ - рассчитывается по ф.2.

Шаг 6 (Сравнение и учёт, рис. 1). Вторая цуга ${}^{2}_{Э}C_2$ анализируемой пос-ти имеет координату ${}_{Э}i_2$ = 150 (PoziciaCugi =150), а её мат-ое ожидание ${}_{Т}i_2$= 114 (iSteps_Sum=114): ${}_{Т}i_2 < {}_{Э}i_2$,

---

[1]Prg: Graph2_ Button69 D:\BUILDER ROGRAMS\Graph1\Dat\20_000_000\20mln1.dat.

[2] if(iSteps_Sum > PoziciaCugi) Mas_Plus[iSteps_Sum - PoziciaCugi]++;
if(iSteps_Sum < PoziciaCugi) Mas_Minus[PoziciaCugi - iSteps_Sum]++;
if(iSteps_Sum == PoziciaCugi) Mas_Plus[0]++.

поэтому растёт на один счётчик «Mas_ Minus», таблица 1, учитывающий такие ситуации[3]: «if(iSteps_Sum < PoziciaCugi) Mas_Minus[PoziciaCugi - iSteps_Sum]++;». Далее программа переходит на шаг 7 (возврат к функции «***Э** ветка*») и т.д.

В сноске три[3] есть строка: «if(iSteps_Sum == PoziciaCugi) Mas_Plus[0]++;», которая не описана в вышеприведённом алгоритме, в ней учитывают ситуации совпадения позиций ${}_{\boldsymbol{T}}i_k = {}_{Э}i_k$. Результат исследования программой[1] файла[2] по описанному выше алгоритму[3] приведён в таблице 1.

Таблица 1. Влияние шага ${}^{n}_{C}El_w$ цуговой решётки на обнаружение цуг ${}^{2}_{Э}C_2$

Шаг цуговой решётки: ${}^{n}_{C}El_w$	$\frac{N}{{}^{2}_{T}C_2}$ =56,88…	${}_{\text{Подбор}}{}^{2}El_2$ =56,86	$\frac{N}{{}^{2}_{Э}C_2}$ ≅56,85	Шаг = 52,88…
Mas_Plus = ${}^{n}_{L}C_{wN}$	281549	175310	144684	12
Mas_ Minus = ${}^{n}_{R}C_{wN}$	70244	176474	207085	351798
Posicia_0	5	14	29	0
Δ = [2999]	238633; 27531	116770; 112877	94273; 148695	0; 351395
Область	Симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса			Асимметрии
Button69; СБП: “20mln2.dat” (N=2 · 10^7); число цуг ${}^{2}_{Э}C_2$ = 351798.				

В строке «Шаг цуговой решётки: ${}^{n}_{C}El_w$» в названии столбца «$\frac{N}{{}^{2}_{T}C_2}$ = 56,88…» дана рассчитанная по ф.2 величина шага для ${}^{2}C_2$ цуг. Число 281549 (строка Mas_Plus) - количество найденных в пос-ти цуг ${}^{2}_{Э}C_2$, их $\boldsymbol{k}$ - номера равны $\boldsymbol{k}$ - номерам решётки, а координаты ${}_{Э}\boldsymbol{i_k}$ (найденные программой) <u>*больше*</u> координат ${}_{T}\boldsymbol{i_k}$ (рассчитанных по ф. 3): ${}_{Э}\boldsymbol{i_k} > {}_{T}\boldsymbol{i_k}$. Число 70244 (строка Mas_Minus) - количество найденных в пос-ти цуг ${}^{2}_{Э}C_2$, $\boldsymbol{k}$ - номера которых равны $\boldsymbol{k}$ - номерам решётки, а координаты ${}_{Э}\boldsymbol{i_k}$ <u>*меньше*</u> координат ${}_{T}\boldsymbol{i_k}$ (рассчитанных по ф. 3): ${}_{Э}\boldsymbol{i_k} < {}_{T}\boldsymbol{i_k}$. Видно четырёх кратное превышение Mas_Plus (281549) над Mas_Minus (70244), что объясняется недостаточной сбалансированностью исследуемой пос-ти, что привело к уменьшению её случайных качеств, смотри ф. 5. Ручной поиск шага ${}^{2}_{Э}C_2$ (столбец: «${}_{\text{Подбор}}{}^{2}El_2$ =56,86») выявил: шаг 56,86, при котором восстановилось равенство цуг до и после узлов решётки ${}_{T}\boldsymbol{i_k}$: Mas_Plus (175310) ≅ Mas_Minus (176474).

В столбце: «$\frac{N}{{}^{2}_{Э}C_2}$ ≅56,85» шаг цуг рассчитан из их фактического числа: ${}^{2}_{Э}C_2$= 351798, в исследуемой пос-ти[2], но баланс цуг: Mas_Plus (144684); Mas_Minus (207085) оказался хуже, чем в столбце «${}_{\text{Подбор}}{}^{2}El_2$ =56,86».

Продемонстрированная выше зависимость цугового баланса от незначительных изменений среднего шага решётки очень похожа на зависимость качества приёма радиосигнала от резонансной настройки радиоприёмника на частоту передачи сигнала. Любой произвольный шаг приводит к полной ликвидации баланса цуг до и после узлов решётки ${}_{T}\boldsymbol{i_k}$. В столбце «Шаг = 52,88…» показана полная разбалансировка пос-ти по цугам до и после узлов решётки: Mas_Plus (12) ≠ Mas_Minus (351798).

В строке Posicia_0, таблицы 1, показаны численности случаев, в которых i - ые координаты расчётных k - ых положений (узлов) цуг ${}^{2}_{T}C_2$ и фактические координаты цуг ${}^{2}_{Э}C_2$ совпали: ${}_{\boldsymbol{T}}i_k = {}_{Э}i_k$.

Выше были рассмотрены счётчики, которые учитывали число следующих условий: Mas_Plus((int) ${}_{T}i_k > {}_{Э}i_k$); Mas_Plus[0]((int) ${}_{T}i_k = {}_{Э}i_k$); Mas_Minus(${}_{Э}i_k >$ (int) ${}_{T}i_k$). В строке «Δ = [2999]», таблицы 1, отражены значения пар счётчиков: Mas_Plus; Mas_Minus при учёте накопления «хвостов», то есть всех событий с координатой ${}_{Э}i_k$, которые были удалены на величину Δ от рассчитанной по ф.3 координаты (int) ${}_{T}i_k$: ${}_{Э}i_k \geq$ (int) ${}_{T}i_k + \Delta$. В строке «Δ = [2999]» Δ = 2999. Очевидно, в таблице 1 можно выделить три столбца: «$\frac{N}{{}^{2}_{T}C_2}$ = 56,88…», «${}_{\text{Подбор}}{}^{2}El_2$ =56,86», «$\frac{N}{{}^{2}_{Э}C_2}$ ≅56,85», в которых небольшие изменения в значении шага цуги ${}^{2}C_2$ приводят к взаимным изменениям числа цуг обнаруженных справа и слева от координат ${}_{T}\boldsymbol{i_k}$. В строке «Область», таблицы 1, эти три столбца объединены названием: «Симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса».

Область «Асимметрии» окружает «Область симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса» слева и справа, но в таблице 1 (из-за ограничения её размеров) дан только один пример из области «Асимметрии». В столбце «Шаг = 52,88…», таблица 1, приведён пример, из которого видно, что значения шага цуговой решётки, которые не принадлежат «Области симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса», характеризуются тем, что отношение наименьших величин к большим стремятся к нулю во всём Δ - диапазоне: $\frac{12}{351798}(\Delta = 0) \to 0$; $\frac{0}{351395}(\Delta = 2999) = 0$. Так при шаге 52,88 счётчик Mas_Plus = 12 (практически пуст), а счётчик Mas_ Minus = 351798 (содержит практически численность всех обнаруженных цуг). Но если взять шаг равным 60 (другая сторона области «Асимметрии»), то содержание счётчиков «перевернётся»: Mas_Plus = 351305 (содержит практически численность всех обнаруженных цуг), Mas_ Minus = 492 (практически пуст), Posicia_0 = 1.

Очевидно, что вышеприведённые рассуждения о «Области симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса» с охватывающей её областью «Асимметрии» относятся к любым цугам ${}^{n}C_{wN}$ случайной бинарной пос-ти (СБП), которые описываются по ф.1, а не только взятым для пояснительного примера цугам ${}^{2}C_{2}$.

Критерий принадлежности пос-ти к СБП классу.

Если число экспериментально найденных цуг ${}^{n}_{\text{Э}}C_{wN}$ исследуемой пос-ти с заданной степенью точности равно рассчитанному по ф.1 числу ${}^{n}C_{wN}$, а сумма левых и правых ${}^{n}_{\text{L}}C_{wN} + {}^{n}_{\text{R}}C_{wN}$ цуг, равна числу всех узлов ${}_{\text{T}}i_{k}$ (ф.3), с точностью до случайной флуктуации, то такая бинарная пос-ть является членом СБП класса.

$$ {}^{n}_{\text{L}}C_{wN} + {}^{n}_{\text{R}}C_{wN} \cong \frac{N}{{}^{n}_{\text{T}}El_{w}} \qquad \text{Ф. 4} $$

Следствие 1. Численности цуг в СБП, как в левой ${}_{L(eft)}{}^{n}C_{wN}$, так и в правой ${}_{\text{R(ight)}}{}^{n}C_{wN}$ области «Симметричного энтропийного резонанса» равны и рассчитываются по ф.5:

$$ {}^{n}_{\text{L}}C_{wN} \cong {}^{n}_{\text{R}}C_{wN} \cong \frac{{}^{n}C_{wN}}{2} \qquad \text{Ф. 5} $$

Следствие 2. Если частные от делений N - числа элементарных событий пос-ти на среднее экспериментальные значения расстояний ${}^{n}_{\text{Э}}El_{w}$, с допустимой степенью точности, равны частным от деления N на теоретически рассчитанное по ф.2 среднее значение ${}^{n}_{\text{T}}El_{w}$, для всех комбинаций n и w, то исследуемая пос-ть с большой долей вероятности принадлежит классу СБП, ф.6:

$$ \frac{{}^{n}_{\text{Э}}C_{(wN)} \cdot N}{\sum_{k=1}^{k={}^{n}_{\text{Э}}C_{(wN)}} ({}^{n}_{\text{Э}}El_{w})_{k}} = \frac{N}{{}^{n}_{\text{Э}}El_{w}} \cong \frac{N}{{}^{n}_{\text{T}}El_{w}} \qquad \text{Ф. 6} $$

Действительно: $\sum_{k=1}^{k={}^{n}_{\text{Э}}C_{(wN)}} ({}^{n}_{\text{Э}}El_{w})_{k} \cong N$, а отношение: $\frac{{}^{n}_{\text{Э}}C_{(wN)}}{N} = \frac{1}{{}^{n}_{\text{Э}}El_{w}}$, где: ${}^{n}_{\text{Э}}El_{w}$ – экспериментально найденное среднее расстояние между цугами.

В таблице 2 даны результаты тестирования десяти компьютерных СБП. Как видно в столбцах 3 и 4 число цуг сильно различаются, что говорит о больших локальных флуктуациях. То есть, псевдослучайные бинарные пос-ти выдаваемые компьютером плохо соответствуют ф.5, но, при хорошем соответствии численности столбцов 2 и 7 значениям получаемой по базовой цуговой формуле ф.1. Наибольшей разбалансировке подвержена пос-ть «A2general.dat», расстояния между цугами ${}^{2}_{\text{Э}}C_{2}$ которой имеют наиболее выраженную аномалию из имеющихся в таблице 2. Эта аномалия говорит о том, что малых расстояний между цугами ${}^{2}_{\text{Э}}C_{2}$ меньше, чем больших расстояний, что можно использовать в предсказаниях при их выпадениях.

Таблица 2. Компьютерные псевдослучайные бинарные пос-ти

	${}^{2}_{3}C_2$	${}^{n=2}_{L}C_{w=2}$	${}^{n=2}_{R}C_{w=2}$	Posicia_0	Δ = [2999]	$\sum {}^{n}C_w$
1	2	3	4	5	6	7
A1general.dat	351572	327718	23848	6	306883: 9695	6665837
A2general.dat	351226	5456 (1,55 %)	345767 (98,45 %)	3	0: 325142	6666378
A3general.dat	351515	179077	172414	24	139698: 115607	6666719
A4general.dat	351204	10372	340829	3	845: 323080	6661930
A5general.dat	351734	50842	300886	6	25172: 283711	6668830
A6general.dat	351634	309167	42455	12	263241: 23926	6664713
A7general.dat	351239	67380	283845	14	47095: 262698	6666721
A8general.dat	352162	343376	8782	4	335196: 2905	6666973
A9general.dat	351367	40315	311051	1	19735: 305257	6667126
A10general.dat	351375	142567	208799	9	82450: 176881	6667013
Button69; n = 2; w = 2; ${}^{n}_{T}El_w$ = 56,88… ; N=2 · 10^7						

На рис. 2 даны графики наиболее разбалансированной пос-ти «A2general.dat», которая претендует на членство в классе СБП. Вместо ожидаемых примерно одинакового вида двух распределений, на рис.2 мы видим, что 98,45% цуг имеют средний шаг больше теоретически ожидаемого шага 56,888.., который рассчитывается по ф. 2. То есть, данная пос-ть не обладает областью симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса, так как два графика не симметричны относительно горизонтальной оси, и по этому критерию «A2general.dat» не является членом класса СБП.

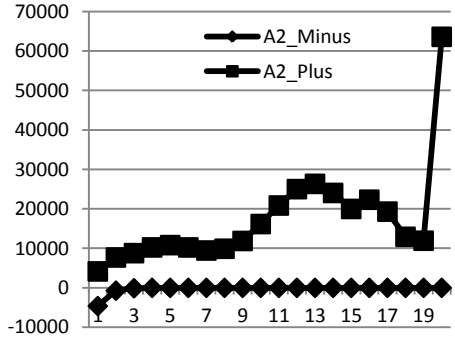

Рис. 2. Область Асимметрии

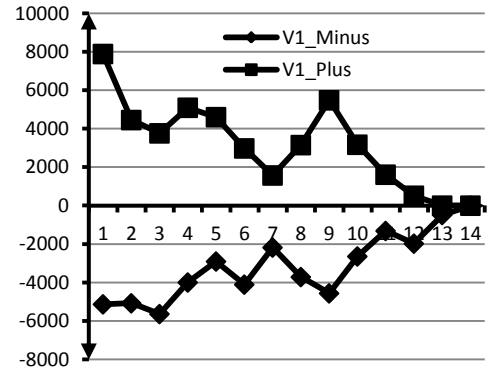

Рис. 3. Область симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса

Для сравнения, на рис. 3 приведены графики для сбалансированной по цугам ${}^{2}_{3}C_2$ СБП и которая обладает областью симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса. Это выражается в том, что при наложении двух графиков друг на друга относительно горизонтальной оси их значения имеют соизмеримые величины и практически одну область определения: 1 – 14. Поэтому, пос-ть, графики которой даны на рис.3, является членом класса СБП по критерию симметричного энтропийного резонанса. На рис. 2 и 3 горизонтальная ось сжата в 100 раз (1 деление оси X содержит 100 позиций пос-ти, значения 100 позиций пос-ти суммировались в 1 значение по оси Y).

Обсуждение

Года два назад в национальный стандарт США была включена формула из «Комбинаторики длинных пос-тей» - КДП [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Включённая в стандарт США формула служит для расчёта числа составных событий [2, 3, 7] в зависимости от числа N событий СБП. Факт включения формулы КДП в стандарт США служит бесспорным утверждением КДП как научной теории, которая закрыла вопрос: «Что такое случайная пос-ть?», который продолжают задавать российские математики (в частности в институте РАН им. Стеклова), не обращая

внимания на научные труды, ни отечественных исследователей, ни на американские инженерные стандарты (в которых расписано по полочкам, что такое СБП). Такая закрытость РАН и института им. Стеклова приводит к плохим результатам во многих вопросах.

За время существования РАН инженеры привыкли к тому, что РАН является руководящей и направляющей организацией для прикладных направлений. Но, к сожалению, приходится констатировать на примере российской и американской инженерных школ, РАН осталась в вопросах изучения СБП далеко в прошлом (где-то в середине прошлого века). Драматизм ситуации для РАН и института им. Стеклова заключается в том, что в отличие от учёных и исследователей США, отечественные математики не в состоянии воспринимать новые идеи, которые поступают в мир из независимых от них источников.

Выводы

СБП полностью характеризуется формулой 1, которая справедлива как для всей последовательности в целом, так и для любой отдельной её достаточно длинной подпоследовательности.

Отдельное рассмотрение множества подпоследовательностей может быть заменено на тестирование по критерию «Симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса». И если в исследуемой последовательности существует область симметричного энтропийного (хаотичного) резонанса, то эта пос-ть является членом СБП класса.

Список литературы / References

1. *Ширяев А.Н.* Лекция «Вероятность и концепция случайности: к 75-летию выхода в свет монографии А.Н. Колмогорова «Основные понятия теории вероятностей», 26 ноября 2009 г. 16:00, г. Москва, конференц-зал МИАН (ул. Губкина, 8). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mi-ras.ru/media/590_doc.pdf/ (дата обращения: 15.11.2018).
2. *Филатов О.В., Филатов И.О., Макеева Л.Л. и др*. Потоковая теория: из сайта в книгу. Москва. Век информации», 2014. С. 200.
3. *Филатов О.В., Филатов И.О.* «Закономерность в выпадении монет – закон потоковой последовательности». Германия. Издательский Дом: LAPLAMBERT Academic Publishing, 2015. С. 268.
4. *Филатов О.В., Филатов И.О.* Статья «О закономерностях структуры бинарной последовательности (продолжение)». «Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов», 2014. № 6 (96), С. 236-245.
5. *Филатов О.В.* Статья «Доказательство теоремы: «Формула для цуг из составных событий, образующих случайную бинарную последовательность». Журнал «Проблемы современной науки и образования / Problems of modern science and education», 2017. № 20 (102). С. 6-12, DOI: 10.20861/2304-2338-2017-102-003.
6. *Филатов О.В*. Статья «Derivation of formulas for Golomb postulates. A method for creating pseudo-random sequence of frequencies Mises. Basics "Combinatorics of long sequences." / Вывод формул для постулатов Голомба. Способ создания псевдослучайной последовательности из частот Мизеса. Основы "Комбинаторики длинных последовательностей"». журнал «Проблемы современной науки и образования / Problems of modern science and education». № 17 (59), 2016. DOI: 10.20861/2304-2338-2016-59-003.
7. *Филатов О.В*. Статья «Описание распределения составных событий и их мизесовских частот через число возможных исходов. Механизм сжатия некоторых «не сжимаемых на один» последовательностей». Журнал «Проблемы современной науки и образования». № 9 (39), С. 27-36, 2015. DOI: 10.20861/2304-2338-2015-39-001.

COMPLEX INTERVAL ARITHMETICS

Arzieva S.I.[1], Husenova N.N.[2], Shodieva Z.V.[3]
Email: Arzieva17132@scientifictext.ru

[1]Arzieva Surayyo Ismatullayevna – Assistant,
DEPARTMENT OF HIGHER MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES,
NAVOI STATE MINING INSTITUTE;
[2]Husenova Nazira Norkulovna - Teacher of general professional subjects,
NAVOI PEDAGOGICAL AND SERVICE PROFESSIONAL COLLEGE;
[3]Shodieva Zulayho Vafokulovna - Teacher of information,
SECONDARY SCHOOL № 2, KARMANA REGION,
NAVOI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the interval we call a closed segment of the real axis, and interval uncertainty is a state of incomplete knowledge about the value of interest to us, when only its belonging to a certain interval is known, when we can indicate only the limits of possible values of this quantity. Accordingly, interval analysis is a branch of mathematical knowledge that investigates problems with interval uncertainties and methods for solving them. It is possible to give a more detailed definition. Each scientific discipline is characterized, as is well known, by its individual subject and its own specific method. Interval analysis is a branch of mathematics.*
Keywords: *interval, interval analysis, complex number, resistance.*

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНТЕРВАЛЬНЫЕ АРИФМЕТИКИ

Арзиева С.И.[1], Хусенова Н.Н.[2], Шодиева З.В.[3]

[1]Арзиева Сурайё Исматуллаевна - ассистент,
кафедра высшей математики и информационных технологий,
Навоийский государственный горный институт;
[2]Хусенова Назира Норкуловна - учитель общепрофессиональных дисциплин,
Навоийский педагогический и сервисный профессиональный колледж;
[3]Шодиева Зулайхо Вафокуловна - учитель информатики,
школа № 2, Карманинский район,
г. Навои, Республика Узбекистан

Аннотация: *интервалом мы называем замкнутый отрезок вещественной оси, а интервальная неопределённость - это состояние неполного знания об интересующей нас величине, когда известна лишь её принадлежность некоторому интервалу, когда мы можем указать лишь границы возможных значений этой величины. Соответственно, интервальный анализ - это отрасль математического знания, исследующая задачи с интервальными неопределённостями и методы их решения. Можно дать и более развёрнутое определение. Каждая научная дисциплина характеризуется, как известно, своим отдельным предметом и собственным специфическим методом. Интервальный анализ - это раздел математики.*
Ключевые слова: *интервал, интервальный анализ, комплексное число, сопротивление.*

УДК 511.147

Interval analysis and its specific methods are therefore of the highest value in problems where uncertainties and ambiguities arise from the very beginning and are an integral part of the formulation of the problem. Although this in no way excludes other fruitful applications of interval analysis, in particular, in problems that are formulated in general without invoking the concept of an interval. The interval $[a,b]$ of the real axis R we call the set of all numbers located between a и b given numbers and, including themselves,

$$[a,b]:=\{x\in R|a\le x\le b\}.$$

In this case, a and b they are called the ends of the interval $[a,b]$, left and right, respectively, and the set of all intervals is denoted by the symbol IR. In contrast to intervals and interval values, we will call point values quantities whose values are individual points — the real axis, plane, or, more generally, of some space. The basic idea of interval analysis is to construct a calculus of intervals, learn how to operate with it in the same way as with ordinary numbers, and then use the constructed technique to solve various problems, where the intervals are found in the form of data. The important

tools of interval analysis are the so-called interval arithmetic - algebraic systems, which formalize operations on intervals as integral objects. In contrast to the one-dimensional R real axis, the set of complex numbers C is already “two-dimensional”: each element of it needs to describe two numbers, which can be real and imaginary parts, or a module and argument of a complex number. Accordingly, the intervals on the complex plane can be determined in several ways [1].

The most popular complex intervals are rectangles and circles of the complex plane . For intervals $a, b \in IR$, rectangles and circles $a + ib$ are called a complex interval set complex

$$\{z = a + ib \in C | a \in a, b \in b\}.$$

Circular complex interval $\langle c, r \rangle$, where $c \in C$ и $r \in R_+$, called the complex plane set

$$\{z \in C \| z - c| \le r\}.$$

The set of all rectangular complex intervals will be denoted IC_{rect}, by the set of circular complex intervals $- IC_{circ}$. If a particular type of arithmetic is unimportant or it is clear from the context of what exactly we are talking about, then for complex interval arithmetic the general designation will be used IC.

For a rectangular complex interval $z = a + ib$

$$|z| = \sqrt{|a|^2 + |b|^2},$$

and for a circular complex interval $z = \langle c, r \rangle$

$$|z| = |c| + r.$$

We agree for the interval $a \in IR$ to mean a^2 the interval extension of the squaring function $x \to x^2$, $a^2 = \{a^2 | a \in a\}$. The constructive definition of this operation is

$$a^2 = \begin{cases} \left[\underline{a}^2, \overline{a}^2\right], если \quad a \ge 0 \\ \left[0, \max\left\{\underline{a}^2, \overline{a}^2\right\}\right], если \quad 0 \in a \\ \left[\underline{a}^2, \overline{a}^2\right], если \quad a \le 0. \end{cases}$$

Then the arithmetic operations over rectangular complex intervals are defined as follows:

$$(a_1 + ib_1) + (a_2 + ib_2) = (a_1 + a_2) + i(b_1 + b_2),$$

$$(a_1 + ib_1) - (a_2 + ib_2) = (a_1 - a_2) + i(b_1 - b_2),$$

$$(a_1 + ib_1) \cdot (a_2 + ib_2) = (a_1 a_2 - b_1 b_2) + i(a_1 b_2 + a_2 b_1),$$

$$(a_1 + ib_1)/(a_2 + ib_2) = \frac{1}{a_2^2 + b_2^2}((a_1 a_2 + b_1 b_2) + i(a_2 b_1 - a_1 b_2)),$$

moreover, the division is feasible with $0 \notin (a_2 + ib_2)$. The division generally requires special precautions, because by virtue of the repeated entry a_2 and b_2 into the above formula, the rectangular complex interval obtained with its help is in the general case much wider than the exact range of values of the quotient $\{z_1/z_2 | z_1 \in (a_1 + ib_1), z_2 \in (a_2 + ib_2)\}$. For example, if the intervals $(a_1 + ib_1)$ and $(a_2 + ib_2)$ turn out to be real when $b_1 = b_2 = 0$, the result of performing a complex rectangular division $(a_1 + ib_1)/(a_2 + ib_2)$ interval arithmetic IR, a_1/a_2. Often in practice, the definition of division is more preferable. Arithmetic operations on circular complex intervals are defined as follows:

$$\langle c_1, r_1\rangle + 2\langle c_2, r_2\rangle = \langle c_1 + c_2, r_1 + r_2\rangle,$$
$$\langle c_1, r_1\rangle - \langle c_2, r_2\rangle = \langle c_1 - c_2, r_1 + r_2\rangle,$$
$$\langle c_1, r_1\rangle \cdot \langle c_2, r_2\rangle = \langle c_1 c_2, |c_1| r_2 + |c_2| r_1 + r_1 r_2\rangle,$$
$$\frac{1}{\langle c_1, r_1\rangle} = \left\langle \frac{c^*}{|c|^2 - r^2}, \frac{r}{|c|^2 - r^2} \right\rangle,$$
$$\langle c_1, r_1\rangle / \langle c_2, r_2\rangle = \langle c_1, r_1\rangle \cdot \frac{1}{\langle c_2, r_2\rangle},$$

Where $c^* = \operatorname{Re} c - \operatorname{Im} c$ -complex number, c.

Show that

$$\{z_1 z_2 | z_1 \in \langle c_1, r_1\rangle, z_2 \in \langle c_2, r_2\rangle\} \subseteq \langle c_1, r_1\rangle \cdot \langle c_2, r_2\rangle.$$

Really,

$$|z_1 z_2 - c_1 c_2| = |c_1(z_2 - c_2) + c_2(z_1 - c_1) + (z_1 - c_1)(z_2 - c_2)|$$
$$\le |c_1||z_2 - c_2| + |c_2||z_1 - c_1| + |z_1 - c_1||z_2 - c_2| \le |c_1| r_2 + |c_2| r_1 + r_1 r_2.$$

But how much the left and right parts of the inclusion differ from each other. The interval product $\langle 1,1\rangle \cdot \langle -1+i, 1\rangle$ - circle of the complex plane centered in $(-1+i)$ - in comparison with the multitude of multiplication results. Algebraic properties of complex interval arithmetic:

$u + v = v + u,$ -commutativity of addition,

$(u+v) + w = u + (v+w),$ - associativity of addition,

$u \cdot v = v \cdot u,$ - commutativity of multiplication,

$u(v+w) \subseteq uv + uw,$ - sudistributiveness.

In this case, as in the real case, $u(v+w) = uv + uw$ for any $u \in C$ and $v, w \in IC.$

Note that multiplication in rectangular complex interval arithmetic IC_{rect} does not possess associativity. For example, for $u = ([1,2] + i),$ $v = (1+i)$ and $w = (1+i)$ we have

$$(uv)w = ([0,1] + i[2,3]) \cdot (1+i) = [-3,-1] + i[2,4],$$
$$u(vw) = ([1,2] + i) \cdot 2i = -2 + i[2,4].$$

The reason for this loss lies in the absence of the distributivity of multiplication by addition in real interval arithmetic IR. But in circular complex interval arithmetic, the associativity of multiplication is performed:

$(uv)w = u(vw)$ for any $u, v, w \in IC_{circ}.$

Nowadays, complex numbers make it easier to solve physical, chemical, technical, and other issues.

References / Список литературы

1. *Shary S.P.* Finite Interval Analysis, 2018. 57–59 pages.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ТО-2 И АПК НШГС-0,2 ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В СИСТЕМЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА

Бахвалов А.В. Email: Bahvalov17132@scientifictext.ru

Бахвалов Александр Владимирович – кандидат биологических наук, начальник группы, центральная химическая лаборатория, Федеральное казённое предприятие Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности, г. Пересвет

Аннотация: *одним из способов получения водорода в промышленности является метод электролиза воды с применением электролизёров различной мощности. Получаемый таким способом водород содержит примесь кислорода. Это связано с диффузией кислорода через мембраны электролитических ячеек. При большой мощности электролизёра содержание кислорода в водороде может достигать 0,3 – 0,5%об. Для удаления кислорода применяются различные катализаторы. Катализатор способствует реакции между кислородом и водородом с образованием воды, в результате получается водород, свободный от примеси кислорода. В настоящее время выпускается много марок катализаторов, пригодных для очистки водорода от кислорода. Их можно разделить на две категории: на основе оксидов хрома и никеля, а также на основе металлов платиновой группы. На нашем предприятии применяются катализаторы обеих групп: марки ТО-2, на основе оксидов хрома и никеля, и марки АПК НШГС-0,2, на основе металлического палладия. Сравнение их эксплуатационных свойств приведено в данной статье.*

Ключевые слова: *водород, кислород, очистка, катализатор, никель, хром, палладий.*

COMPARISON OF OPERATIONAL PROPERTIES OF CATALYSTS TO-2 AND APC NSPHS-0,2 WHEN APPLIED IN THE SYSTEM OF CATALYTIC PURIFICATION OF HYDROGEN

Bahvalov A.V.

Bahvalov Alexander Vladimirovich – PhD in biology, Head of the Group, CENTRAL CHEMICAL LABORATORY, FEDERAL GOVERNMENT ENTERPRISE THE SCIENTIFIC AND TESTING CENTER OF THE ROCKET AND SPACE INDUSTRY, PERESVET

Abstract: *one method of producing hydrogen in industry is the method of electrolysis of water using electrolyzers of various capacities. The hydrogen produced in this way contains an admixture of oxygen. This is due to the diffusion of oxygen through the membranes of electrolytic cells. With a large electrolyzer capacity, the oxygen content in hydrogen can reach 0,3–0,5% by volume. Various catalysts are used to remove oxygen. The catalyst promotes the reaction between oxygen and hydrogen with the formation of water, the result is hydrogen, free from oxygen impurities. Currently, many brands of catalysts are available that are suitable for purifying hydrogen from oxygen. They can be divided into two categories: based on chromium and nickel oxides, and based on platinum group metals. In our enterprise, catalysts of both groups are used: mark TO-2, based on chromium and nickel oxides, and mark APK NSHGS-0,2, based on metallic palladium. Comparison of their operational properties is given in this article.*

Keywords: *hydrogen, oxygen, purification, catalyst, nickel, chromium, palladium.*

УДК 54.052

Введение

С химической точки зрения, реакция кислорода с водородом является одной из разновидностей реакций гидрирования, то есть, присоединения атомов водорода к какому-либо веществу (в данном случае – к кислороду):

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O \qquad (1)$$

Реакции гидрирования чрезвычайно широко применяются в химической, нефтехимической и пищевой промышленности, поэтому выбор катализаторов гидрирования также весьма велик.

Различные марки катализаторов отличаются по составу и форме (в зависимости от условий применения), но действующим веществом в них чаще всего является либо смесь оксидов никеля и хрома, либо металл платиновой группы в мелкодисперсном состоянии, нанесённый на инертную матрицу [2]. Так как реакция кислорода с водородом является самой простой разновидностью реакции гидрирования, то для её осуществления может быть использован практически любой катализатор из обеих групп.

Задача выбора катализатора облегчается ещё и тем, что в электролизном водороде отсутствуют серосодержащие газы, вызывающие отравление катализатора и его быстрый выход из строя. Срок эксплуатации катализатора в таких условиях существенно превышает гарантию изготовителя и решение о замене катализатора принимается исходя из его фактического состояния по результатам анализа.

Таким образом, при выборе конкретной марки катализатора стоит обращать внимание в первую очередь на удобство его эксплуатации в условиях электролизного производства.

Требования к качеству очистки водорода

Водородное производство ФКП «НИЦ РКП» производит газообразный водород по ГОСТ 3022-80 и жидкий водород по ГОСТ Р 56248-2014. Содержание кислорода в газообразном водороде не должно превышать 0,01%об, а в жидком – $2*10^{-7}$%об [4,5]. Имеется два реактора: низкого давления - для очистки газообразного водорода, и высокого давления – для дополнительной очистки водорода, поступающего на ожижение. Ранее в обоих реакторах использовался катализатор ТО-2. С 2015 года в реакторе низкого давления используется катализатор АПК НШГС-0,2.

Особенности эксплуатации катализаторов на водородном производстве ФКП «НИЦ РКП»

Водородное производство ФКП «НИЦ РКП» работает периодически, вырабатывая водород для нужд предприятия по мере необходимости. Для оптимизации работы производства катализатор должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать требуемую степень очистки водорода.
2. Обеспечивать быстрый выход на номинальный режим работы.
3. Обеспечивать возможность быстрого останова производства.
4. Обеспечивать требуемую чистоту водорода при рабочей температуре до 150^0С.
5. Обеспечивать возможность длительного безопасного хранения без потери активности.

Описание свойств катализатора ТО-2

Катализатор ТО-2 используется на нашем предприятии ещё со времён СССР. Он производится на предприятии «АО Максам-Чирчик» (ранее – завод «Электрохимпром») в городе Чирчик, республика Узбекистан. Применяется как катализатор метанирования в азотной промышленности для очистки азотоводородной смеси от оксидов углерода. Представляет собой цилиндрические гранулы диаметром и высотой около 5 мм. Состоит из смеси оксидов никеля (около 40%), алюминия (около 45%) и хрома (около 15%). Данные взяты с веб-сайта предприятия-изготовителя (Рис. 1).

Рис. 1. Внешний вид катализатора ТО-2

Похожие катализаторы производятся предприятием ООО «НИАП-Катализатор» (г. Новомосковск, Тульская область) под марками НИАП-12-05, НИАП-07.

Никель-хромовые катализаторы выпускаются в двух видах: восстановленном и невосстановленном. Процесс восстановления катализатора проводится в потоке водорода при температуре не ниже 450^0С, в результате происходит восстановление оксида никеля до металла:

$$NiO + H_2 = Ni + H_2O \qquad (2)$$

Строго говоря, действующим началом такого катализатора является мелкодисперсный никель, который образуются в гранулах катализатора при его восстановлении [7]. Восстановленный катализатор обладает свойством пирофорности, т.е., самовоспламеняется при контакте с воздухом. Чтобы его можно было хранить и транспортировать, проводят его пассивацию. Для этого через слой остывшего катализатора пропускают азот, постепенно увеличивая в нём содержание кислорода до атмосферного (21%). На поверхности частиц никеля образуется тонкая оксидная плёнка, препятствующая пирофорности.

После загрузки нового катализатора в реактор очистки водорода, требуется провести его активацию. Для этого через слой катализатора при температуре 150^0С пропускают слабый поток водорода в течение 4 часов. При этом очень важно соблюдать технологию активации, так как итоговая активность катализатора сильно зависит от условий проведения процедуры [1].

Во время остановки производства, активированный катализатор следует сохранять в реакторе при избыточном давлении водорода, не допуская попадания даже небольших количеств воздуха. Необходимость постоянного поддерживания избыточного давления водорода в системе затрудняет проведение ремонтных работ.

Отработавший срок службы катализатор заливается водой и отправляется на утилизацию.

Многолетний опыт использования катализатора ТО-2 на водородном производстве ФКП «НИЦ РКП» показал его высокую эффективность и долговечность: срок службы составляет (в наших условиях) в среднем 20 лет при гарантии изготовителя 3 года. Исходя из опыта эксплуатации, выход катализатора из строя связан скорее с механическим разрушением гранул, чем с необратимой потерей активности.

Необходимость проведения процедур активации (пассивации) катализатора при пуске (останове) производства существенно увеличивает накладные расходы, а хранение активированного катализатора, обладающего пирофорными свойствами, под избыточным давлением водорода потенциально опасно. Поэтому, при очередной замене катализатора в реакторе низкого давления, было принято решение о применении катализатора АПК НШГС-0,2, лишённого этих недостатков.

<u>Описание свойств катализатора АПК НШГС-0,2</u>

Катализатор АПК НШГС-0,2 производится предприятием ООО «НИАП-Катализатор» (г. Новомосковск Тульской области) и представляет собой мелкодисперсный металлический палладий, нанесённый на сферические гранулы оксида алюминия. Диаметр гранул - 3÷6 мм. Содержание палладия составляет 0,2%. Катализатор предназначен для селективного гидрирования ацетиленовых и диеновых компонентов в жидких и газообразных фракциях пиролиза нефтепродуктов в промышленных установках и успешно применяются для очистки газовых выбросов. Данные взяты с веб-сайта предприятия-изготовителя (Рис. 2).

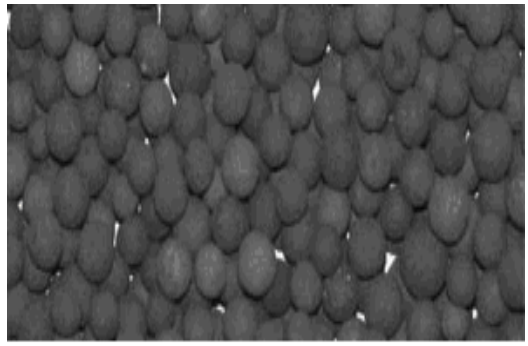

Рис. 2. Внешний вид катализатора АПК НШГС-0,2

Похожие катализаторы производит предприятие ЗАО «Редкинский катализаторный завод» (г. Редкино, Тверская область), линейка продукции РК-400.

Металлический палладий, также как и платина, являются наиболее активным катализаторами гидрирования широкого спектра действия. По своей каталитической активности палладий превосходит такие металлы, как никель, хром, кобальт. Применение таких

катализаторов ограничивается их высокой стоимостью [3]. Исходя из этого факта, замена катализатора ТО-2 на АПК НШГС-0,2 без изменения конструкции реактора гарантированно не приведёт к ухудшению качества очистки водорода.

Так как палладий в катализаторе АПК НШГС-0,2 представлен в виде металла, он не требует восстановления и активации перед началом работы, в отличие от катализатора ТО-2. Палладий не обладает пирофорными свойствами, поэтому хранить катализатор можно при обычных условиях.

Подготовка реактора с катализатором данного типа к работе заключается в его продувке азотом от воздуха, до содержания кислорода в выходящем азоте не более 2%об, после чего в реактор можно подавать очищаемый водород. Эта процедура необходима, так как если в реактор сразу подать водород, то при высоком содержании кислорода произойдёт сильный разогрев слоя катализатора и он может быть повреждён. Продувка занимает около 20-30 минут.

Очистка водорода начинается уже при температуре 20^0С, однако температуру реактора желательно поддерживать на уровне 80-90^0С, для предотвращения возможной конденсации воды, образующейся в виде пара в результате реакции водорода с кислородом.

При необходимости, реактор может быть быстро переведён под воздух, для этого его надо предварительно продуть азотом от водорода при обычных условиях до содержания водорода в выходящем азоте не более 0,4%об. Такая продувка также занимает около 20-30 минут и необходима для предотвращения сильного разогрева катализатора при попадании воздуха в среду с высоким содержанием водорода.

Таким образом, применение палладиевого катализатора АПК НШГС-0,2 позволяет быстро (в течение 20-30 минут) подготовить реактор к работе или вывести его из эксплуатации. Отсутствие пирофорных свойств не создаёт дополнительных рисков при эксплуатации и хранении катализатора.

Сравнение механической прочности гранул катализаторов ТО-2 и АПК НШГС-0,2

Как уже упоминалось, исходя из опыта эксплуатации катализатора ТО-2, выход катализатора из строя связан скорее с механическим разрушением его гранул, а не с необратимой потерей активности. Логично предположить, что срок службы катализатора АПК НШГС-0,2 также будет определяться прежде всего прочностью его гранул.

Было принято решение провести сравнительную оценку механической прочности гранул катализаторов обоих типов. Для этого эксперимента был взят образец катализатора ТО-2, не бывшего в эксплуатации, который сохранился на учебном стенде в цехе (вместо него на стенд поместили образец б/у катализатора). Объём образца оказался небольшой, всего 30 гранул. Такой же по объёму образец (30 гранул) катализатора АПК НШГС-0,2 отобрали при загрузке его в реактор.

Сравнение прочности гранул проводилось методом раздавливания на лабораторном гидравлическом прессе ПГПР-4 (рис.3) (производство – завод «Физприбор», г. Киров). В гидравлической системе пресса был заменён манометр: снят штатный, с диапазоном измерений 0-250 кгс/см^2, и установлен другой, с диапазоном измерений 0-1,0 кгс/см^2. Такая замена позволила производить точный замер раздавливающего усилия пресса в интервале 0-25 кгс.

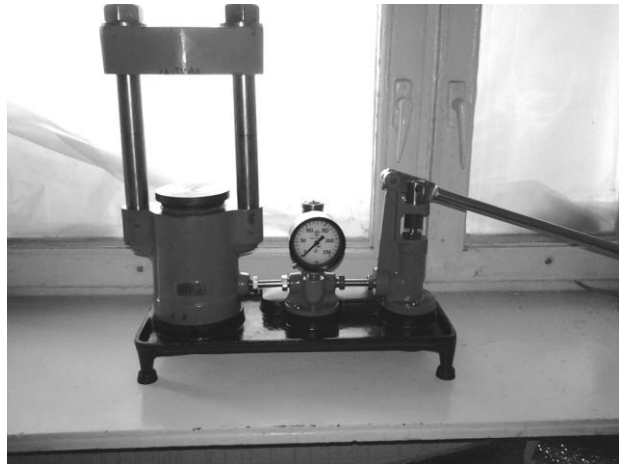

Рис. 3. Лабораторный пресс ПГПР-4. Производство – завод «Физприбор», г. Киров

Гранула катализатора помещалась на рабочую поверхность пресса и начиналось медленное повышение давления масла в гидравлической системе пресса. По наблюдениям за показанием манометра фиксировался момент разрушения гранулы: давление в этот момент резко падало. Для расчёта разрушающего усилия бралось максимальное давление масла в системе, после которого происходило его резкое падение (и соответственно, разрушение гранулы). Расчёт разрушающего усилия проводился по формуле:

$$F = (P - 0{,}04) \cdot S \qquad (3)$$

F – разрушающее усилие, кгс;
P – максимальное давление масла в прессе перед моментом разрушения гранулы, кгс/см^2;
0,04 кгс/см^2 – давление масла в прессе, создаваемое массой большого поршня пресса.
S – площадь большого поршня пресса, равная 26,4 см^2.

Гранулы катализатора ТО-2 имеют форму цилиндра, разрушающее усилие прикладывалось к ним по образующей (рис. 4), чтобы сравнение их прочности с прочностью сферических гранул катализатора АПК НШГС-0,2 было корректным. Все гранулы имеют разные линейные размеры, поэтому для получения пригодных для сопоставления величин для каждой гранулы было рассчитано разрушающее давление: *Pp*, как отношение разрушающего усилия *F* к площади поверхности гранулы *Sг*:

$$P_p = \frac{F}{S_г} \qquad (4)$$

Pp – разрушающее давление, кгс/см^2;
F – разрушающее усилие, кгс;
Sг – площадь поверхности гранулы, см^2.

Площадь поверхности каждой гранулы рассчитывалась перед её помещением на рабочую поверхность пресса. Для расчёта площади поверхности гранул использовались их линейные размеры, полученные с помощью микрометра МК25-1 с точностью до 0,01 мм. Исходя из линейных размеров, площадь рассчитывалась по геометрическим формулам: для катализатора ТО-2 – как площадь поверхности цилиндра, для катализатора АПК НШГС-0,2 – как площадь поверхности сферы.

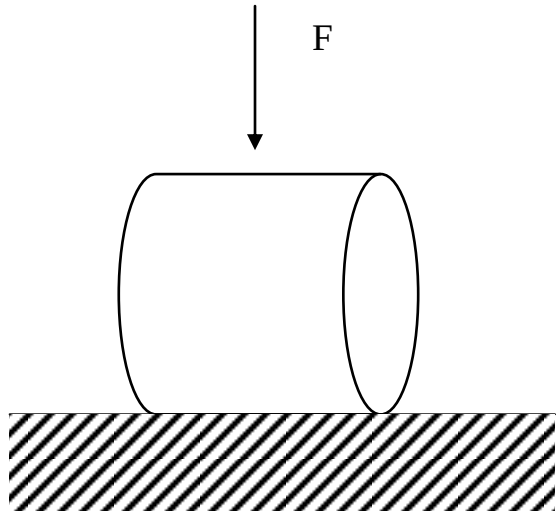

Рис. 4. Приложение разрушающего усилия (F) к гранулам катализатора ТО-2

Для удобства анализа полученных результатов была проведена группировка количества разрушенных гранул по диапазонам разрушающего давления (табл. 1).

Для катализатора ТО-2 наблюдается широкий разброс прочности гранул. Во взятом образце присутствуют как очень мягкие, так и очень прочные гранулы. Но всё же основное количество гранул (24 штуки) приходится на диапазон разрушающего давления до 11,99 кгс/см^2. Однако, треть от этого числа (7 штук) представлены очень мягкими гранулами, разрушающимися при давлении до 5,99 кгс/см^2. Такое распределение гранул катализатора по прочности объясняет большое количество пыли и разрушенных гранул, обнаруженных визуально при выгрузке отработавшего катализатора: мягкие гранулы разрушились от частых перепадов давления в системе при пусках и остановах производства.

Распределение прочности гранул катализатора АПК НШГС-0,2 по группам разрушающего давления выражено чётче. Так, на диапазоны разрушающего давления до 11,99 кгс/см^2 приходится также 24 гранулы, но нет ни одной, разрушенной давлением до 5,99 кгс/см^2. Очень прочных гранул, разрушаемых давлением выше 16 кгс/см^2 в представленном образце не отмечено. По нижнему порогу разрушающего давления можно предположить, что катализатор АПК НШГС-0,2 более устойчив к перепадам давления в системе (по сравнению с катализатором ТО-2).

Таблица 1. Количество разрушенных гранул по диапазонам разрушающего давления

Диапазон разрушающего давления, кгс/см^2	Количество разрушенных гранул катализатора, шт	
	ТО-2	АПК НШГС-0,2
<5,99	7	0
6,00 – 7,99	9	11
8,00 – 9,99	4	10
10,00 – 11,99	4	3
12,00 – 13,99	2	5
14,00 – 15,99	1	1
16,00 – 17,99	3	0
Общее количество гранул	30	30

Усреднённые значения прочности гранул катализаторов представлены в таблице 2 (табл.2).

Таблица 2. Минимальное, максимальное и среднее разрушающее давление для гранул катализаторов

Разрушающее давление, кгс/см^2	Марка катализатора	
	ТО-2	АПК НШГС-0,2
Минимальное	1,93	6,02
Максимальное	17,94	15,14
Среднее	8,87	9,41

Средние значения разрушающего давления для обеих марок катализаторов примерно равны, на этом основании можно сделать вывод о пригодности катализатора АПК НШГС-0,2 для работы в реакторах той же конструкции, что использовалась для работы с катализатором ТО-2. Минимальное разрушающее давление для гранул катализатора АПК НШГС-0,2 существенно выше, чем для гранул катализатора ТО-2. Это даёт основания предполагать, что работа катализатора АПК НШГС-0,2 при частых перепадах давления будет более стабильной, так как пыли и частей разрушенных гранул в слое катализатора будет меньше.

Наличие в образце катализатора ТО-2 очень прочных гранул не имеет существенного значения для его эксплуатационных свойств, так как их количество невелико. При резком перепаде давления в системе произойдёт разрушение основной массы гранул и весь слой катализатора выйдет из строя, не смотря на наличие некоторого числа уцелевших гранул.

В целом, прочностные характеристики гранул катализатора АПК НШГС-0,2 сопоставимы и даже несколько превосходят таковые для гранул катализатора ТО-2.

Заключение

Проведённое сравнение эксплуатационных свойств катализаторов ТО-2 и АПК НШГС-0,2 показало, что для водородного производства, работающего в периодическом режиме, предпочтительно использование палладиевого катализатора АПК НШГС-0,2. Применение катализатора данной марки позволяет обеспечить быстрый выход производства на

номинальный режим, быстрый останов производства и, при необходимости, длительное безопасное хранение катализатора.

Применение никель-хромовых катализаторов скорее оправдано на производствах непрерывного цикла, о чём свидетельствуют работы, направленные на их дальнейшее улучшение [6].

Список литературы / References

1. *Боброва Л.И., Власов И.М., Долгов С.Н., Филиппенко Л.К.* Влияние условий активации на активность никель-хромового катализатора // Труды Ивановского химико-технологического института. Иваново, 1972. Выпуск 14. С. 7-11.
2. *Веселов В.В., Галенко Н.П.* Катализаторы конверсии углеводородов. Киев. Наукова Думка, 1979. 192 с.
3. *Галимов Ж.Ф., Дубинина Г.Г., Масагутов Р.М.* Методы анализа катализаторов нефтепереработки. М.: Химия, 1973. 192 с.
4. ГОСТ 3022-80. Водород технический. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1990. 26 с.
5. ГОСТ Р 56248-2014. Водород жидкий. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 23 с.
6. *Козлов И.Л., Павелко В.З., Фирсов О.П., Кузнецов А.С*. Способ очистки водорода от кислородсодержащих примесей и способ приготовления катализатора для его осуществления. Патент Российской Федерации № 2055016. НПО «Эмекат». Королёв, 1996.
7. *Марч Д*. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура. М.: Мир, 1988. 468 с.

СИНТЕЗ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА

Есаков В.А.[1], Дудко В.Г.[2], Шлопак А.А.[3]
Email: Esakov17132@scientifictext.ru

[1]Есаков Виталий Анатольевич – академик,
Российская академия космонавтики,
кандидат технических наук, профессор,
[2]Дудко Владимир Григорьевич - кандидат технических наук, доцент;
[3]Шлопак Александр Анфирович - кандидат технических наук, доцент,
кафедра К-1 систем автоматического управления,
Мытищинский филиал
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет),
г. Мытищи

Аннотация: *в статье рассматривается матричный синтез адаптивной системы управления с эталонной моделью. Рассматривается построение основного контура адаптивной системы управления с прямой адаптацией на основе теории инвариантности. Приведен синтез алгоритма адаптации основной системы к своей эталонной модели матричным методом с использованием прямого метода Ляпунова. Показана возможность обеспечения асимптотической устойчивости в нулевой точке полного фазового пространства при достаточно богатом спектре входных сигналов.*
Ключевые слова: *адаптивная, система, метод, Ляпунов.*

SYNTHESIS OF ADAPTIVE SYSTEMS BY METHOD OF FUNCTIONS OF LYAPUNOV

Esakov V.A.[1], Dudko V.G.[2], Shlopak A.A.[3]

[1]Esakov Vitaly Anatolyevich – Academician,
RUSSIAN ACADEMY OF ASTRONAUTICS,
PhD in Engineering Sciences, Professor;
[2]Dudko Vladimir Grigoryevich - PhD in Engineering Sciences, Associate Professor;
[3]Shlopak Alexander Anfirovich – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT K-1 AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS,
MYTISHCHI BRANCH
BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY),
MYTISHCHI

Abstract: *in article matrix synthesis of an adaptive control system with reference model is considered. Creation of the main contour of an adaptive control system with direct adaptation on the basis of the theory of an invariance is considered. Synthesis of an algorithm of adaptation of the main system to the reference model by a matrix method with use of a direct method of Lyapunov is given. The possibility of ensuring asimptotical stability in an origin of the complete phase space at rather rich range of entrance signals is shown.*
Keywords: *adaptive, system, method, Lyapunov.*

УДК 681.51

Адаптивными системами управления называют системы, которые определяют нужный закон управления на основе анализа поведения объекта при изменении его характеристик и действующих на него возмущениях [6]. Существует целый ряд методов синтеза алгоритмов адаптации параметров [4], [5], [7] - [10]. Некоторые из них просты при реализации, но при этом могут быть устойчивыми только в малом. Более того, поскольку при построении адаптивных систем ее структура получается нелинейной, решать задачу устойчивости [1], [2] довольно сложно. Рассматриваемый метод синтеза адаптивной системы с прямой адаптацией методом функций Ляпунова позволяет получить условия устойчивости системы в большом, поэтому проблемы устойчивости не возникает.

Пусть задан объект управления, описываемый следующим уравнением состояния

$$\dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + B\mathbf{u}, \qquad (1)$$

где $\mathbf{x} \in R^n$ - вектор состояния объекта,

$\mathbf{u} \in R^m$ - вектор управления,

A, B - (n x n) и (n x m) – матрицы параметров объекта управления.

Необходимо обеспечить объект управления желаемой динамики. Эту динамику зададим с помощью эталонной модели

$$\dot{\mathbf{y}} = A_M\mathbf{y} + B_M\mathbf{g}, \qquad (2)$$

где $\mathbf{y} \in R^n$ - вектор состояния эталонной модели,

$\mathbf{g} \in R^m$ - задающее воздействие,

A_M, B_M - (n x n) и (n x m) – заданные постоянные матрицы.

Вопрос выбора эталонной модели здесь не рассматривается. Предполагается, что она устойчивая, т.е. матрица A_M - гурвицева.

Будем считать, что вектор параметров $\boldsymbol{\alpha} \in \Omega_\alpha$ объекта управления, состоящий из коэффициентов матриц A, B заранее не определен. Пространство Ω_α можно задать, например, с помощью максимальных и минимальных значений, которые могут принимать параметры объекта управления. Положим далее для эталонной модели n = m. Сигнальная ошибка рассогласования

$$\mathbf{e} = \mathbf{x} - \mathbf{y}. \qquad (3)$$

Задачу решаем в два этапа: на первом этапе строим основной контур, а на втором этапе контур адаптации.

Объект управляется с использованием векторного сигнала $\mathbf{x}_k$, компенсирующего сигнальные и параметрические возмущения. На вход основного контура и эталонной модели поступает один и тот же сигнал с достаточно богатым спектром. Тогда

$$\mathbf{u} = \mathbf{g} - \mathbf{x}_k. \qquad (4)$$

Запишем параметрические возмущения в виде:

$$\begin{aligned} A(t) &= A_M + \Delta A, \\ B(t) &= B_M + \Delta B. \end{aligned} \qquad (5)$$

Подставляя (5) в уравнение объекта (1), получим:

$$\dot{\mathbf{x}} = A_M\mathbf{x} + B_M\mathbf{g} - B_M\mathbf{x}_k + \Delta A\mathbf{x} + \Delta B\mathbf{u}. \qquad (6)$$

Полученное уравнение (6) описывает динамику основной замкнутой системы. Условие компенсации параметрических и сигнальных возмущений запишем в виде:

$$\Delta A\mathbf{x} + \Delta B\mathbf{u} - B_M\mathbf{x}_k = 0.$$

Отсюда

$$\mathbf{x}_k = B_M^{-1}(\Delta A\mathbf{x} + \Delta B\mathbf{u}). \qquad (7)$$

Здесь

$$\det B_M \neq 0.$$

Идентификация матриц текущих параметрических возмущений представляет собой сложную задачу. Поэтому используется метод прямого адаптивного управления. Сформируем оценку $\hat{\mathbf{x}}$ следующим образом:

$$\hat{\mathbf{x}}_k = B_M^{-1}(\Delta K\mathbf{x} + \Delta L\mathbf{u}), \qquad (8)$$

где ΔK и ΔL - подстраиваемые параметры, которые в конце процесса адаптации будут соответственно равны

$\Delta K = \Delta A$ и $\Delta L = \Delta B.$

В этом случае процессы, протекающие в обобщенном настраиваемом объекте, будут описываться, как и в модели (2). Задача на втором этапе состоит в нахождении подстройки ΔK и ΔL, которые обеспечивают устойчивые по Ляпунову процессы адаптации к эталонной модели. Подставляя оценку (8) в уравнение (6), получим:

$$\dot{\mathbf{x}} = A_M \mathbf{x} + B_M \mathbf{g} + (\Delta A - \Delta K)\mathbf{x} + (\Delta B - \Delta L)\mathbf{u}. \qquad (9)$$

Параметрическое рассогласование основного контура относительно его эталонной модели характеризуется матрицами $K = \Delta A - \Delta K$ и $L = \Delta B - \Delta L.$ В этом случае (9) запишется в виде

$$\dot{\mathbf{x}} = A_M \mathbf{x} + B_M \mathbf{g} + K\mathbf{x} + L\mathbf{u}. \qquad (10)$$

Сравнивая (10), (2), заключаем, что совпадение с эталонной моделью будет при $K = 0$ и $L = 0.$ Вычтем из уравнения (9) уравнение модели (2); получим с учетом (3):

$$\dot{\mathbf{e}} = A_M \mathbf{e} + K\mathbf{x} + L\mathbf{u}. \qquad (11)$$

Отсюда видно, что при $K = L = 0$ $\dot{\mathbf{e}} = A_M \mathbf{e}$ и, следовательно, $\lim\limits_{t\to\infty} \mathbf{e} = 0$, т.к. матрица A_M - гурвицева.

Выбираем интегрирующие звенья для обеспечения перестройки соответствующих коэффициентов матриц K и L следующим образом:

$$\dot{K} = -\varphi; \dot{L} = -\psi, \qquad (12)$$

где φ и ψ - искомые алгоритмы адаптации. Согласно второму методу Ляпунова построим положительно определенную функцию Ляпунова в виде:

$$V = \mathbf{e}^T P\mathbf{e} + \lambda_1 tr(K^T K) + \lambda_2 tr(L^T L),$$

$$P = P^T > 0, \lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0.$$

Полная производная будет иметь вид:

$$\dot{V} = 2\mathbf{e}^T P\dot{\mathbf{e}} + 2\lambda_1 tr(K^T \dot{K}) + 2\lambda_2 tr(L^T \dot{L}),$$

или, учитывая (11), (12) и используя круговую перестановку под знаком следа [3]

$$\dot{V} = 2\mathbf{e}^T PA_M \mathbf{e} + 2tr[\mathbf{e}^T P(K\mathbf{x} + L\mathbf{u}) - (\lambda_1 K^T \varphi + \lambda_2 L^T \psi)].$$

Т.к. $PA_M = \frac{1}{2}(PA_M + A_M P),$ то, обозначая $-Q = PA_M + A_M P,$ получим:

$$\dot{V} = -\mathbf{e}^T Q\mathbf{e} + 2tr[K^T(P\mathbf{e}\mathbf{x}^T - \lambda_1\varphi) + L^T(P\mathbf{e}\mathbf{u}^T - \lambda_2\psi)]. \qquad (13)$$

Первое слагаемое является знакоопределенной отрицательной квадратичной формой вектора сигнального рассогласования. Второе слагаемое дает алгоритмы настройки.

$$\varphi = \frac{1}{\lambda_1} P\mathbf{e}\mathbf{x}^T, \psi = \frac{1}{\lambda_2} P\mathbf{e}\mathbf{u}^T.$$

В силу (12) имеем:

$$\dot{K} = \frac{1}{\lambda_1} P\mathbf{e}\mathbf{x}^T, \dot{L} = \frac{1}{\lambda_2} P\mathbf{e}\mathbf{u}^T.$$

Т.к. матрицы A, B меняются медленно, т.е. приближенно можно считать $\Delta\dot{A} = 0, \Delta\dot{B} = 0,$ то алгоритмы адаптации (8) определяются следующим образом:

$$\Delta\dot{K} = \frac{1}{\lambda_1} P\mathbf{e}\mathbf{x}^T, \Delta\dot{L} = \frac{1}{\lambda_2} P\mathbf{e}\mathbf{u}^T. \qquad (14)$$

В этом случае из (13) следует, что $\dot{V} = -\mathbf{e}^T Q\mathbf{e},$ т.е. в пространстве сигнальных рассогласований полная производная функции Ляпунова является знакоопределенной отрицательной функцией и, следовательно, имеет место асимптотическая устойчивость системы по сигнальному рассогласованию. В полном фазовом пространстве полная производная функции Ляпунова отрицательная знакопостоянная функция. Т.к. $\lim\limits_{t\to\infty} \mathbf{e} = 0$, то из (11) следует, что $K\mathbf{x} + L\mathbf{u} \to 0$. Поэтому, если сигналы $\mathbf{x}, \mathbf{u}$ являются линейно независимыми, то $K \to 0, L \to 0,$ и построенная система является асимптотически устойчивой \в полном фазовом пространстве.

Таким образом, синтезирована методом функций Ляпунова адаптивная система с эталонной моделью (1), (2), (14). Эта система является асимптотически устойчивой в полном фазовом пространстве.

Список литературы / References

1. *Абгарян К.А*. Матричное исчисление с приложениями в теории динамических систем: учеб. пособие. М.: Физматлит, 1994. 544 с.
2. *Беллман Р*. Введение в теорию матриц. М.: Наука, 1969. 367с.
3. *Гантмахер Ф.Р.* Теория матриц. М.: Наука, 1988. 576 с.
4. *Карабутов Н.Н.* Адаптивная идентификация систем: Информационный синтез. М.:КомКнига, 2006. 384 с.
5. *Костюк В.И.* Беспоисковые градиентные самонастраивающиеся системы. К.: Техника, 1969. 276 с.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5 т. / под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. М.: МГТУ, 2004.
7. *Мирошник И.В.* Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / И.В. Мирошник, В.О. Никифоров, А.А. Фрадков. СПб.: Наука, 2000. 549 с.
8. *Мисриханов М.Ш.* Инвариантное управление многомерными системами: алгебраический подход. М.: Наука, 2007. 284 с.
9. *Никифоров В.О.* Адаптивное и робастное управление с компенсации возмущений. СПб.: Наука, 2003. 282 с.
10. *Фрадков А.Л.* Адаптивное управление в сложных системах: беспоисковые методы. М., 1990. 296 с.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ОСНОВНОГО ТОЖДЕСТВА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ЗАВИСИМОСТИ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОТ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И ПРАВЫХ ЧАСТЕЙ СИСТЕМЫ В СМЫСЛЕ СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧНОГО ОТКЛОНЕНИЯ

Есаков В.А.[1], Дудко В.Г.[2], Шлопак А.А.[3]
Email: Esakov17132@scientifictext.ru

[1]Есаков Виталий Анатольевич - академик Российской академии космонавтики, кандидат технических наук, профессор;
[2]Дудко Владимир Григорьевич - кандидат технических наук, доцент;
[3]Шлопак Александр Анфирович - кандидат технических наук, доцент,
Кафедра К-1 систем автоматического управления,
Мытищинский филиал
Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет),
г. Мытищи

Аннотация: *обоснование непрерывной зависимости решения смешанной задачи для систем дифференциально-функциональных уравнений, рассмотренных в работах [1] - [5], от начальных условий, правых частей системы в смысле среднего квадратичного отклонения представляет значительный интерес. В настоящей статье рассматривается новый подход к доказательству основного тождества, используемого для исследования этого вопроса. Сформулирована теорема, из которой будет следовать непрерывная зависимость решения от начальных условий и правых частей системы в смысле среднего квадратичного отклонения.*
Ключевые слова: *уравнения, функциональный, теорема.*

ABOUT METHOD OF PROOF OF THE MAIN IDENTITY NEEDED TO DETERMINE THE CONTINUOUS DEPENDENCE OF SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL-FUNCTIONAL EQUATIONS FROM THE INITIAL CONDITIONS AND RIGHT PARTS OF THE SYSTEM IN THE SENSE OF STANDARD DEVIATION

Esakov V.A.[1], Dudko V.G.[2], Shlopak A.A.[3]

[1]Esakov Vitaly Anatolyevich - Academician of the Russian academy of astronautics, PhD in Engineering Sciences, Professor;
[2]Dudko Vladimir Grigoryevich - PhD in Engineering Sciences, Associate Professor;
[3]Shlopak Alexander Anfirovich – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT K-1 AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS,
MYTISHCHI BRANCH
BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY),
MYTISHCHI

Abstract: *justification of the continuous dependence of the solution of the mixed problem for the systems of the functional-differential equations considered in works [1] - [5] from starting conditions, right members of system in sense of an average standard deviation is of the considerable interest. In the present article new approach to the proof of the main identity used for a research of this question is considered. The theorem from which the continuous dependence of the decision on starting conditions and right members of system in sense of an average standard deviation will follow is formulated.*
Keywords: *equations, functional, theorem.*

УДК 681.51

Функциональный оператор $T[x,t;\mathbf{i},\mathbf{u}]$, определенный на прямоугольнике Π: $x\in[0,l], t\in[0,t^{'}], (l$ и $t^{'}$ - положительные постоянные) для m-мерных $(m\geq 1)$

векторных функций $\mathbf{i}(x,t)$ и $\mathbf{u}(x,t)$ (заданных при тех же значениях аргументов) и принимающих m-мерные значения назовем m-мерным векторным функциональным оператором типа Вольтерра, если его значения при любых x,t зависят только от значений $\mathbf{i}(x,\tau)$, $\mathbf{u}(x,\tau)$ при $\tau \in [0,t]$. Здесь и в дальнейшем все рассматриваемые величины предполагаются вещественными и конечными.

Рассмотрим систему дифференциально-функциональных уравнений:

$$L_\nu[\mathbf{i},\mathbf{u}] + T_\nu[x,t;\mathbf{i},\mathbf{u}] = \mathbf{g}_\nu \qquad (\nu = 1,2) \qquad (1)$$

Здесь $L_\nu[\mathbf{i},\mathbf{u}]$ являются линейными дифференциальными выражениями

$$L_1[\mathbf{i},\mathbf{u}] = A_1\frac{\partial \mathbf{i}}{\partial t} + B_1\frac{\partial \mathbf{i}}{\partial x} + C_1\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x} + D_1\mathbf{i} + F_1\mathbf{u},$$

$$L_2[\mathbf{i},\mathbf{u}] = A_2\frac{\partial \mathbf{i}}{\partial t} + B_2\frac{\partial \mathbf{i}}{\partial x} + C_2\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x} + D_2\mathbf{i} + F_2\mathbf{u},$$

Где коэффициенты $A_1, B_1, ..., F_2$ - квадратные матрицы порядка m с элементами, зависящими от x,t и определенными а прямоугольнике Π. Векторы $\mathbf{i},\mathbf{u}$ порядка m являются искомыми; их компоненты зависят от x,t в Π. Правые части системы уравнений $\mathbf{g}_\nu$ известны и имеют такую же структуру. Операторы $T_\nu[x,t;\mathbf{i},\mathbf{u}]$ представляют собой m-мерные векторные операторы типа Вольтерра, определенные для значений x,t в Π и для непрерывных в Π векторов $\mathbf{i}(x,t)$ и $\mathbf{u}(x,t)$; значения же этих операторов также представляют собой непрерывные на Π векторные функции.

Мы будем предполагать, что коэффициенты $A_1, B_1, ..., F_2$ в (2) и правые части системы уравнений (1) g_ν непрерывны (по совокупности x,t) в Π; матрицы A_ν и B_ν $(\nu = 1,2)$ - симметричны; матрица $C_2 \equiv C_1^T$, где C_1^T - матрица транспонированная по отношению к матрице C_1; производные $\frac{\partial A_\nu}{\partial t}, \frac{\partial B_\nu}{\partial x}$ и $\frac{\partial C_\nu}{\partial x}$ - существуют и непрерывны в Π; векторы $\mathbf{i},\mathbf{u}$ -непрерывно дифференцируемы в Π; операторы типа Вольтерра $T_\nu[x,t;\mathbf{i},\mathbf{u}]$ удовлетворяют условию:

(W). Существует такое постоянное число $\mu \ge 0$, что для любых двух пар непрерывных в Π (векторных) функций $\mathbf{i}_1,\mathbf{u}_1$ и $\mathbf{i}_2,\mathbf{u}_2$ имеет место неравенство

$$(T_\nu[x,t;\mathbf{i}_1,\mathbf{u}_1] - T_\nu[x,t;\mathbf{i}_2,\mathbf{u}_2])^2 \le \mu\int_0^t \left[(\mathbf{i}_1-\mathbf{i}_2)^2 + (\mathbf{u}_1-\mathbf{u}_2)^2\right]d\tau$$

где $\nu = 1,2; \quad x \in [0,l], t \in [0,t'].$

Кроме того, будем считать, что если $\mathbf{i} \equiv \mathbf{u} \equiv 0$, то и $T_\nu[x,t;\mathbf{i},\mathbf{u}] \equiv 0$ $(\nu = 1,2)$.

Систему уравнений (1) будем рассматривать при граничных условиях

$$\left[(C_1 - P_1)\mathbf{u} + Q_1\mathbf{i} + R_1\frac{\partial \mathbf{i}}{\partial t} + S_1\int_0^t \mathbf{i}dt\right]\Big|_{x=0} = 0, \quad P_1^T\mathbf{i}\,|_{x=0} = 0 \qquad (2)$$

$$\left[(C_1-P_2)\mathbf{u}-Q_2\mathbf{i}-R_2\frac{\partial\mathbf{i}}{\partial t}-S_2\int_0^t\mathbf{i}dt\right]|_{x=l}=0,\quad P_2^T\mathbf{i}\,|_{x=l}=0$$

Здесь $P_1,...,S_2$ -квадратные матрицы m-го порядка, определенные на отрезке $t\in[0,t^{'}]$. Будем считать, что матрицы $P_1,...,S_2$ - непрерывны по t ($t\in[0,t^{'}]$), причем матрицы R_ν и S_ν $(\nu=1,2)$ симметричны и непрерывно дифференцируемы.

Наряду с $\mathbf{i}_1,\mathbf{u}_1$ - решением системы уравнений (1), удовлетворяющим граничным условиям (2), будем рассматривать решение $\mathbf{i}_2,\mathbf{u}_2$ при прежних граничных условиях (2) системы уравнений, отличающейся от системы (1) только правой частью:

$$L_\nu\left[\mathbf{i}_2,\mathbf{u}_2\right]+T_\nu\left[x,t;\mathbf{i}_2,\mathbf{u}_2\right]=\overline{\mathbf{g}}_\nu\qquad(\nu=1,2)\qquad(3)$$

где $\overline{\mathbf{g}}_\nu$ -известный m-мерный вектор, определенный и непрерывный в Π.

Положим $\mathbf{i}_s=e^{\alpha t}\mathbf{j}_s,\ \mathbf{u}_s=e^{\alpha t}\mathbf{v}_s,\quad(s=1,2),$

где $\mathbf{i}_s,\ \mathbf{v}_s$ - новые искомые векторы, а α - некоторая постоянная. Тогда системы уравнений (1) и (3), и граничные условия (2) перейдут соответственно в системы уравнений (для $\mathbf{j}_1,\mathbf{v}_1$ и $\mathbf{j}_2,\mathbf{v}_2$)

$$\overline{L}_\nu\left[\mathbf{j}_1,\mathbf{v}_1\right]+e^{-\alpha t}T_\nu\left[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1\right]=e^{-\alpha t}\mathbf{g}_\nu\qquad(4)$$

$$\overline{L}_\nu\left[\mathbf{j}_2,\mathbf{v}_2\right]+e^{-\alpha t}T_\nu\left[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2\right]=e^{-\alpha t}\overline{\mathbf{g}}_\nu\qquad(5)$$

И граничные условия

$$\left[(C_1-P_1)\mathbf{v}_s+(Q_1+\alpha R_1)\mathbf{j}_s+R_1\frac{\partial\mathbf{j}_s}{\partial t}+e^{-\alpha t}S_1\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}_s dt\right]|_{x=0}=0,\quad P_1^T\mathbf{j}_s\,|_{x=0}=0\qquad(6)$$

$$\left[(C_2-P_2)\mathbf{v}_s-(Q_2+\alpha R_2)\mathbf{j}_s-R_2\frac{\partial\mathbf{j}_s}{\partial t}-e^{-\alpha t}S_2\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}_s dt\right]|_{x=l}=0,\quad P_2^T\mathbf{j}_s\,|_{x=l}=0$$

$(s=1,2)$

Здесь

$$\overline{L}_1\left[\mathbf{j}_s,\mathbf{v}_s\right]=A_1\frac{\partial\mathbf{j}_s}{\partial t}+B_1\frac{\partial\mathbf{j}_s}{\partial x}+C_1\frac{\partial\mathbf{v}_s}{\partial x}+(D_1+\alpha A_1)\mathbf{j}_s+F_1\mathbf{v}_s,$$

$$\overline{L}_2\left[\mathbf{j}_s,\mathbf{v}_s\right]=A_2\frac{\partial\mathbf{v}_s}{\partial t}+B_2\frac{\partial\mathbf{v}_s}{\partial x}+C_1^T\frac{\partial\mathbf{j}_s}{\partial x}+(D_2+\alpha A_2)\mathbf{v}_s+F_2\mathbf{j}_s,$$

Теперь выведем тождество, справедливое для решений систем уравнений (4),(5), удовлетворяющих граничным условиям (6). Обозначим разность решений $\mathbf{j}_2-\mathbf{j}_1,\ \mathbf{v}_2-\mathbf{v}_1$ соответственно через $\mathbf{j},\ \mathbf{v}$. Выразим из систем уравнений (4),(5) и граничных условий (6) $A_1\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial t},\ A_2\frac{\partial\mathbf{v}}{\partial t},\ R_1\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial t}|_{x=0},\ R_2\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial t}|_{x=l}$ через другие входящие в них члены. Получим:

$$\frac{d}{dt}\{\int_0^l[(A_1\mathbf{j},\mathbf{j})+(A_2\mathbf{v},\mathbf{v})]dx+[(R_1\mathbf{j},\mathbf{j})+e^{-2\alpha t}(S_1\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)]|_{x=0}+$$

$$+[(R_2\mathbf{j},\mathbf{j})+e^{-2\alpha t}(S_2\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)]|_{x=l}\}=$$

$$=\int_0^l[(\frac{\partial A_1}{\partial t}\mathbf{j}-2B_1\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial x}-2C_1\frac{\partial\mathbf{v}}{\partial x}-2D_1\mathbf{j}-2\alpha A_1\mathbf{j}-2F_1\mathbf{v},\mathbf{j})+$$

$$+(\frac{\partial A_2}{\partial t}\mathbf{v}-2B_2\frac{\partial\mathbf{v}}{\partial x}-2C_1\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial x}-2D_2\mathbf{v}-2\alpha A_2\mathbf{v}-2F_2\mathbf{j},\mathbf{v})]dx+$$

$$+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2],\mathbf{j})+$$

$$+(T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2])+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(\bar{\mathbf{g}}_1-\mathbf{g}_1,\mathbf{j})+$$

$$+(\bar{\mathbf{g}}_2-\mathbf{g}_2,\mathbf{v})]dx+[(\frac{dR_1}{dt}\mathbf{j},\mathbf{j})-2\alpha e^{-2\alpha t}(S_1\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+$$

$$+e^{-2\alpha t}(\frac{dS_1}{dt}\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+2(P_1\mathbf{v}-C_1\mathbf{v}-Q_1\mathbf{j}-\alpha R_1\mathbf{j},\mathbf{j})]|_{x=0}+$$

$$+[(\frac{dR_2}{dt}\mathbf{j},\mathbf{j})-2\alpha e^{-2\alpha t}(S_2\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+e^{-2\alpha t}(\frac{dS_2}{dt}\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j},dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j},dt)+$$

$$+2(C_1\mathbf{v}-P_2\mathbf{v}-Q_2\mathbf{j}-\alpha R_2\mathbf{j},\mathbf{j})]|_{x=l} \qquad (7)$$

После преобразования правой части тождества (7) будем иметь:

$$\int_0^l\{([\frac{\partial A_1}{\partial t}+\frac{\partial B_1}{\partial x}-2D_1-2\alpha A_1]\mathbf{j},\mathbf{j})+\mathbf{2}([\frac{\partial C_1^T}{\partial x}-F_1^T-F_2]\mathbf{j},\mathbf{v})+$$

$$+([\frac{\partial A_2}{\partial t}+\frac{\partial B_2}{\partial x}-2D_2-2\alpha A_2]\mathbf{v},\mathbf{v}\}dx+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-$$

$$-T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2],\mathbf{j})+(T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2],\mathbf{v})]dx+$$

$$+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(\bar{\mathbf{g}}_1-\mathbf{g}_1,\mathbf{j})+(\bar{\mathbf{g}}_2-\mathbf{g}_2,\mathbf{v})]dx+\{e^{-2\alpha t}([\frac{dS_1}{dt}-2\alpha S_1]\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+$$

$$+([\frac{dR_1}{dt}+B_1-2Q_1-2\alpha R_1]\mathbf{j},\mathbf{j})+(B_2\mathbf{v},\mathbf{v})+2(P_1\mathbf{v},\mathbf{j})\}|_{x=0}+$$

$$+\{e^{-2\alpha t}([\frac{dS_2}{dt}-2\alpha S_2]\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+([\frac{dR_2}{dt}-B_1-2Q_2-2\alpha R_2]\mathbf{j},\mathbf{j})-$$

$$-(B_2\mathbf{v},\mathbf{v})-2(P_2\mathbf{v},\mathbf{j})\}|_{x=l}$$

В силу граничных условий (2) имеем:

$$(P_1\mathbf{v},\mathbf{j})|_{x=0}=(\mathbf{v},P_1^T\mathbf{j})|_{x=0}=0;$$

$$(P_2\mathbf{v},\mathbf{j})|_{x=l}=(\mathbf{v},P_2^T\mathbf{j})|_{x=l}=0;$$

Поэтому окончательно основное тождество примет вид:

$$\frac{d}{dt}\{\int_0^l[(A_1\mathbf{j},\mathbf{j})+(A_2\mathbf{v},\mathbf{v})]dx+[(R_1\mathbf{j},\mathbf{j})+e^{-2\alpha t}(S_1\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)]|_{x=0}+$$

$$[(R_2\mathbf{j},\mathbf{j})+e^{-2\alpha t}(S_2\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)]|_{x=l}\}=$$

$$=\int_0^l K_\alpha(\mathbf{j},\mathbf{v})dx+$$

$$+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-T_1[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2],\mathbf{j})+(T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_1,e^{\alpha t}\mathbf{v}_1]-T_2[x,t;e^{\alpha t}\mathbf{j}_2,e^{\alpha t}\mathbf{v}_2],\mathbf{v})]dx+$$

$$+2e^{-\alpha t}\int_0^l[(\bar{\mathbf{g}}_1-\mathbf{g}_1,\mathbf{j})+(\bar{\mathbf{g}}_2-\mathbf{g}_2,\mathbf{v})]dx+$$

$$+\{e^{-2\alpha t}([\frac{dS_1}{dt}-2\alpha S_1]\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+([\frac{dR_1}{dt}+B_1-2Q_1-2\alpha R_1]\mathbf{j},\mathbf{j})+(B_2\mathbf{v},\mathbf{v})\}|_{x=0}+$$

$$+\{e^{-2\alpha t}([\frac{dS_2}{dt}-2\alpha S_2]\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt,\int_0^t e^{\alpha t}\mathbf{j}dt)+([\frac{dR_2}{dt}-B_1-2Q_2-2\alpha R_2]\mathbf{j},\mathbf{j})-(B_2\mathbf{v},\mathbf{v})|_{x=l} \qquad (8)$$

где

$$K_\alpha(\mathbf{j},\mathbf{v})=([\frac{\partial A_1}{\partial t}+\frac{\partial B_1}{\partial x}-2D_1-2\alpha A_1]\mathbf{j},\mathbf{j})+\mathbf{2}([\frac{\partial C_1^T}{\partial x}-F_1^T-F_2]\mathbf{j},\mathbf{v})+$$

$$+([\frac{\partial A_2}{\partial t}+\frac{\partial B_2}{\partial x}-2D_2-2\alpha A_2]\mathbf{v},\mathbf{v})$$

-квадратичная форма от элементов векторов $\mathbf{j}$ и $\mathbf{v}$.

Можно показать при этом, что квадратичная форма $K_\alpha(\mathbf{j},\mathbf{v})+2\mathbf{j}^2+2\mathbf{v}^2$ отрицательно определенная. Действительно, используя положительную определенность матриц A_ν и то, что A и B квадратные матрицы порядка $m\geq 1$ с элементами, непрерывными по совокупности аргументов $x,t,$ при достаточно большом α имеет место $\alpha A+B>0,$ и путем увеличения α достигается то, что форма $K_\alpha(\mathbf{j},\mathbf{v})+2\mathbf{j}^2+2\mathbf{v}^2$ будет отрицательно определенной.

Полученное тождество можно использовать для исследования непрерывной зависимости решения системы уравнений (1) при граничных условиях (2) от начальных условий, правых частей и коэффициентов системы.

Сформулируем теорему, из которой будет следовать непрерывная зависимость решения от начальных условий и правых частей системы в смысле среднего квадратичного отклонения.

Теорема. Пусть для некоторого α будет иметь место

$$A_\nu > 0, (x \in [0,l], t \in [0,t^{'}]),$$

$$R_\nu \geq 0, S_\nu \geq 0, (t \in [0,t^{'}]; \nu = 1,2)$$

И при $t \in [0,t^{'}]$

$$-B_2 |_{x=0} \geq 0, B_2 |_{x=l} \geq 0, -\frac{dS_\nu}{dt} + 2\alpha S_\nu \geq 0, (\nu = 1,2),$$

$$-\frac{dR_1}{dt} - B_1 |_{x=0} + 2Q_1 + 2\alpha R_1 \geq 0,$$

$$-\frac{dR_2}{dt} - B_1 |_{x=l} + 2Q_2 + 2\alpha R_2 \geq 0.$$

Пусть, далее, $\mathbf{i}_1, \mathbf{u}_1, \mathbf{i}_2, \mathbf{u}_2$ -решения системы уравнений (1) и (3) соответственно, удовлетворяющие граничным условиям (2). Тогда найдется такое число $\vartheta > 0$ (не зависящее от выбора конкретных решений), что для разностей $\mathbf{i} = \mathbf{i}_2 - \mathbf{i}_1, \mathbf{u} = \mathbf{u}_2 - \mathbf{u}_1$ будет справедливо неравенство:

$$\int_0^l (\mathbf{i}^2 + \mathbf{u}^2)\mathbf{dx} \leq \vartheta\{\int_0^l (\mathbf{i}^2 + \mathbf{u}^2)|_{t=0}\, \mathbf{dx} + (R_1\mathbf{i},\mathbf{i})|_{\substack{t=0\\x=0}} + (R_2\mathbf{i},\mathbf{i})|_{\substack{t=0\\x=l}}$$

$$+\int_0^t dt \int_0^l \sum_{\nu=1}^{2} (\overline{\mathbf{g}}_\nu - \mathbf{g}_\nu)^2 dx\}$$

Список литературы / References

1. *Мышкис А.Д.* Смешанные функционально-дифференциальные уравнения. Новые проблемы теории функционально-дифференциальных уравнений. СМФН. **4**. МАИ, М., 2003. 5–120; Journal of Mathematical Sciences. 129:5, 2005. С. 4111–4226.
2. *Мышкис А.Д.* Начальная задача для смешанных функционально-дифференциальных уравнений. Автомат. и телемех., 1999. № 3. 170–179. Autom. Remote Control. 60:3, 1999. С. 436–444.
3. *Мышкис А.Д., Шлопак А.С.* Смешанная задача для систем дифференциально-функциональных уравнений с частными производными и операторами типа Вольтерра”, Матем. сб., 41(83):2, 1957. С. 239–256.
4. *Дудко В.Г., Сумительнов В.Н., Шлопак А.А*. Решение одной смешанной задачи для системы телеграфных уравнений методом разделения переменных. Проблемы современной науки и образования, 2017. № 33 (115). С. 27-33.
5. *Шлопак А.А.* Решение смешанной задачи для линейных систем дифференциально-функциональных уравнений с постоянными коэффициентами при простейших граничных условиях. Проблемы современной науки и образования, 2017. № 16 (98). С. 26-30.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ИСПАРИТЕЛЯ ТЕРМОСИФОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА THERMACAM RESEARCHER

Гадельшин М.Ш.[1], Кибардин А.В.[2], Валенцева А.В.[3], Выгузова К.В.[4]
Email: Gadelshin17132@scientifictext.ru

[1]Гадельшин Марат Шавкатович – кандидат физико-математических наук, доцент;
[2]Кибардин Алексей Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент;
[3]Валенцева Алена Валерьевна – студент,
кафедра технической физики,
физико-технологический институт,
Уральский федеральный университет;
[4]Выгузова Ксения Валерьевна – преподаватель,
кафедра информационных технологий и защиты информации, электротехнический факультет,
Уральский государственный университет путей сообщения,
г. Екатеринбург

Аннотация: *в статье проводится анализ преимуществ в работе испарителя термосифона с капиллярной структурой. Использование капиллярной структуры позволяет уменьшить величину заправки, что улучшает работу конденсатора. Описана методика исследования способности капиллярной структуры обеспечивать транспорт теплоносителя и процесс испарения. Представлены результаты тепловизионного исследования функционирования испарителя в виде пластины толщиной 0.3 мм с капиллярной структурой из нержавеющей стали длиной 152 мм и шириной 27.2 мм. Капиллярная структура изготовлена диффузионной сваркой с пластиной двух мелкоячеистых сеток с характеристиками: диаметр проволоки составляет 40 мкм, номинальный размер стороны ячейки в свету – 63 мкм. В качестве рабочей жидкости использовался ацетон. Показано, что существует область высотой h, для которой характерна термостабилизация; так при нагрузке q=0.24* Вт/см^2 высота *h=40 мм, а для областей со значением высоты* $h_{раб.} > h$ *наблюдается временная стабилизация температуры.*
Ключевые слова: *термосифон, капиллярно-пористая структура, плотность тепловой нагрузки, испарение, тепловизор.*

ANALYSIS OF OPERATION THE THERMOSYPHON EVAPORATOR USING THERMACAM RESEARCHER SOFTWARE

Gadelshin M.Sh.[1], Kibardin A.V.[2], Valentseva A.V.[3], Vyguzova K.V.[4]

[1]Gadelshin Marat Shavkatovich – Candidate of physico-mathematical sciences, Associate Professor;
[2]Kibardin Alexey Vladimirovich - Candidate of physico-mathematical sciences, Associate Professor;
[3]Valentseva Alena Valerevna – Student,
DEPARTMENT OF TECHNICAL PHYSICS,
INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY,
URAL FEDERAL UNIVERSITY;
[4]Vyguzova Kseniya Valerevna – Lecturer,
DEPARTMENT OF INFORMAITION TECHNOLOGY AND INFORMAITION SECURITY,
ELECTROTECHNICAL FACULTY,
URAL STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT,
EKATERINBURG

Abstract: *the article analyzes advantages of evaporator with capillary structure. The use of a capillary structure allows to reduce amount of refueling, which improves operation of termosiphon condenser. The method of studying the ability of a capillary structure to provide transport of coolant and also evaporation process is described. Results of thermal imaging studies of the functioning of the evaporator in the form of a plate with a thickness of 0.3 mm with a capillary structure of stainless steel 152 mm long and 27.2 mm wide are presented. The capillary structure is made by diffusion welding a plate with two fine-mesh grids: the wire diameter is 40 μm, the nominal size of the cell side in the light is 63 μm. Acetone was used as a working fluid. It is shown that there exists a region with height h, which is characterized by thermal stabilization; for example, with a load q = 0.24 W/cm^2 the height is h = 40 mm, and for areas with a height value of* $h_{раб.} > h$ *there is a temporary stabilization of temperature.*
Keywords: *thermosyphon, capillary-porous structure, heat load density, evaporation, thermal imager.*

Использование капиллярной структуры в испарителях теплопередающих устройств (ТПУ) дает значительное преимущество в работоспособности. В работах [1–3] представлены результаты тепловизионного исследования работоспособности испарителя ТПУ с капиллярной структурой. Задачей настоящей работы является анализ преимуществ испарителя термосифона с капиллярной структурой и разработка методики измерения капиллярно-транспортных свойств.

На рис. 1 представлены две конструкции термосифонов: а) испаритель с капиллярной структурой и б) испаритель без капиллярной структуры. Испаритель с капиллярной структурой выполнен на основе пластины толщиной 0.3 мм из нержавеющей стали длиной 152 мм и шириной 27.2 мм. Капиллярная структура изготовлена диффузионной сваркой с пластиной двух мелкоячеистых сеток с характеристиками: диаметр проволоки составляет 40 мкм, номинальный размер стороны ячейки в свету – 63 мкм. Показаны испаритель с зоной испарения 1, конденсатор с зоной конденсации 2, а также транспортные участки для переноса пара и конденсата: паропровод 3 и конденсатопровод 4. Капиллярная структура 5 выполнена на внутренней поверхности испарителя в области зоны испарения. Изображены уровни 6 заправок О-О.

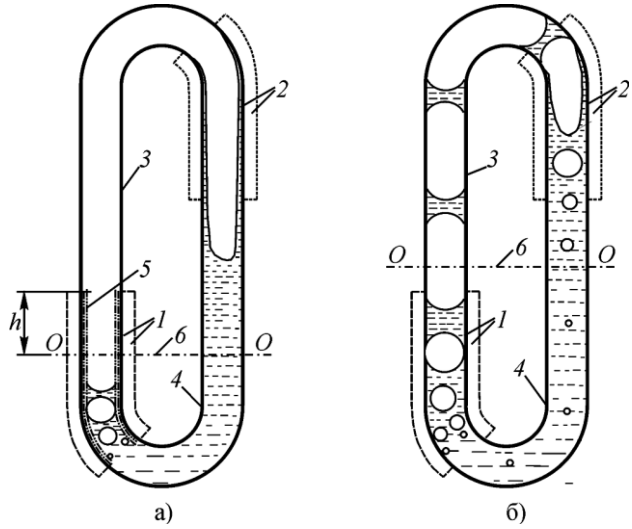

Рис. 1. Конструкции термосифонов: а) испаритель снабжен капиллярной структурой, б) испаритель выполнен без капиллярной структуры: 1 – испаритель совместно с зоной испарения, 2 – конденсатор совместно с зоной конденсации, 3 – паропровод, 4 – конденсатопровод, 5 – капиллярная структура, 6 – уровень заправки О-О

В зоне испарения 1 при уровне заправки 2 теплоподводящие элементы (охлаждаемые элементы) 3 могут быть расположены произвольно (рис. 2), а также они могут функционировать так, что их включение производится в произвольные моменты времени. Поэтому важно определиться с уровнем заправки. Если уровень заправки расположен ниже области размещения охлаждаемого элемента ОЭ1, то при выключенном ОЭ2 (т.е. в условиях отсутствия теплоподвода от ОЭ2) испаритель не будет работать при включении ОЭ1. Таким образом, уровень заправки должен быть выше верхней границы зоны испарения, т.е. выше всех возможных областей расположения охлаждаемого элемента. Вместе с тем, при такой заправке в случае включения только ОЭ2 имеется излишнее количество теплоносителя, которое будет бесполезно прокачиваться по контуру.

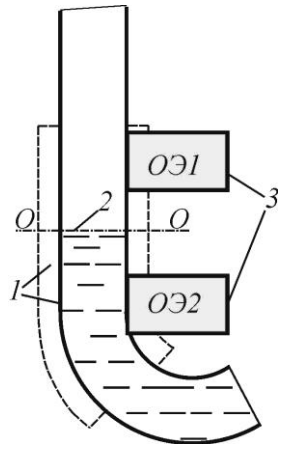

Рис. 2. Схема размещения охлаждаемых элементов: 1 – испаритель совместно с зоной испарения, 2 – уровень заправки О-О, 3 – охлаждаемые элементы ОЭ1 и ОЭ2

Использование капиллярной структуры позволяет заливать меньшее количество теплоносителя в устройство. При этом уменьшается содержание жидкой фазы в потоке на участках паропровода и зоны конденсации за счет уменьшения содержания жидкой фазы на выходе из испарителя (особенно сильно это проявляется в случае включения только ОЭ1) и за счет уменьшения излишка теплоносителя. Тогда содержание жидкой фазы в области зоны конденсации уменьшается, а это существенным образом улучшает работу конденсатора.

Использование капиллярной структуры позволяет значительно уменьшить массовую циркуляцию теплоносителя по контуру. Понятно, что излишняя массовая циркуляция ухудшает работу испарителя, поскольку создаются дополнительные гидравлические сопротивления для пара от испарителя к конденсатору.

Чтобы обеспечен был гарантированный отвод тепла от охлаждаемых элементов, капиллярная структура должна быть способной обеспечивать транспорт теплоносителя на высоту h от уровня заправки, т.е. от уровня заправки до верхней границы зоны испарителя (рис. 1). Следует заметить, что для данной капиллярной структуры h зависит от плотности тепловой нагрузки q; чем меньше q, тем больше h.

Режим работы испарителя различный на участках выше уровня заправки и ниже уровня заправки. На участках ниже уровня заправки имеет место пузырьковое кипение (рис. 1). Образующиеся пузырьки по мере роста перекрывают поперечник и выталкивают жидкость при дальнейшем расширении на участки выше уровня заправки, смачивая тем самым эти участки. На них происходит испарение со свободных поверхностей.

Для обработки данных экспериментальных измерений на термограмме пластины длиною L равномерно по её длине нанесены пронумерованные снизу вверх N меток в виде отрезков прямых, параллельных ширине пластины. Были извлечены результаты в виде средних значений температур меток. На рис. 3 представлены схема обработки термограмм (тепловизионных изображений) и извлечённые данные для ацетона при $q=0.24$ Вт/см^2 и $N=15$ меток. Заметим, что здесь $h_{раб.}$ и h – обозначения размеров соответствующих областей пластины длиной L.

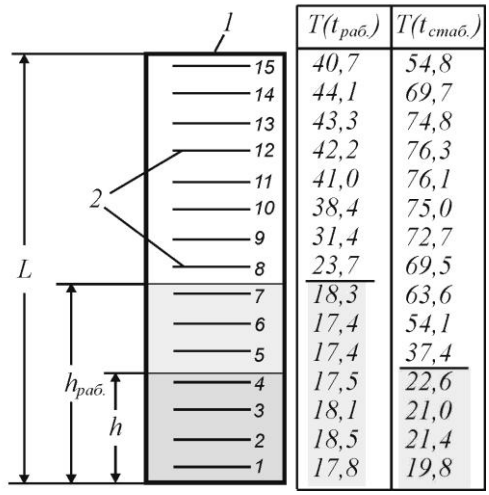

Рис. 3. Схема обработки термограмм и извлечённые данные распределения температуры T (°C) при плотности тепловой нагрузки q=0.24 Вт/см^2: 1 – термограмма пластины; 2 – пронумерованные метки в виде отрезков прямых линий

При нагрузке $q=0.24$ Вт/см^2 для области, включающей $n=4$ нижние метки и высотой $h=nL/N=40$ мм, имеет место стабилизация распределения температуры (рис. 3). Для участков выше этой метки $n=4$, т.е. в области высотой $h_{раб.}$, наблюдается стабилизация температуры лишь в течение небольшого отрезка времени $t_{раб.}$ Справа представлены извлеченные данные по распределению температуры для моментов времени $t_{раб.}=24.5$ с, соответствующего $h_{раб.}=70$ мм, и $t_{стаб.}=141$ с. Заметим дополнительно, что для области высотой $h_{раб.}=50$ мм длительность стабильной работы $t_{раб.}=55$ с (не показано на рисунке). При значениях времени около $t_{стаб.}=141$ с устанавливается стабилизация температур в области $h=40$ *мм*.

Список литературы / References

1. *Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В., Гадельшин В.М.* Работоспособность испарителя плоской тепловой трубы при различных ориентациях // Проблемы современной науки и образования, 2016. № 3 (45). С. 71-75.
2. *Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В., Гадельшин В.М.* Теплопередающая способность термосифона на основе испарителя с мелкосетчатой капиллярной структурой // Проблемы современной науки и образования, 2016. № 5 (47). С. 47-50.
3. *Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В., Долгирев Ю.Е., Закиров А.А., Скворцов Д.В.* Исследование работы плоской тепловой трубы при сложных тепловых нагрузках // Проблемы современной науки и образования, 2017. № 3 (85). С. 48-50.

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩИЕ РАСХОДЫ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ НА АРМИЮ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО И ИНЖЕНЕРНОГО КОРПУСОВ В ПРАВЛЕНИЕ ЕКАТЕРИНЫ II

Бенда В.Н. Email: Benda17132@scientifictext.ru

Бенда Владимир Николаевич – кандидат исторических наук, доцент, кафедра истории, Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, г. Санкт-Петербург-Пушкин

Аннотация: *в статье на основании ранее малоизученных источников и документов Российского государственного исторического архива и Архива военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи впервые в отечественной историографии анализируются обобщенные данные о финансировании военных расходов России во второй половине XVIII в. Особое внимание уделяется вопросам материально-технического обеспечения артиллерийского и инженерного корпусов в период правления Екатерины II. Автор приходит к выводу, что увеличение расходов на содержание сухопутных частей армии по сравнению с другими статьями государственных расходов и даже по сравнению с военно-морским флотом того периода было самым минимальным.*

Ключевые слова: *Екатерина II, армия, артиллерийский и инженерный корпус, штат, финансирование военных расходов, материально-техническое обеспечение.*

THE TOTAL EXPENDITURE OF THE RUSSIAN EMPIRE ON THE ARMY AND THE LOGISTICS OF THE ARTILLERY AND ENGINEERING CORPS IN THE REIGN OF CATHERINE II

Benda V.N.

Benda Vladimir Nikolaevich - Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, DEPARTMENT OF HISTORY, LENINGRAD STATE UNIVERSITY NAMED AFTER HIM. A.S. PUSHKIN, ST. PETERSBURG-PUSHKIN

Abstract: *on the basis of previously little-known sources and documents of the Russian state historical archive and the Archive of the military historical Museum of artillery, engineering troops and communications troops for the first time in Russian historiography, the article analyzes the generalized data on the financing of military expenditures of Russia in the second half of the XVIII century.Special attention is paid to the issues of material and technical support of artillery and engineering corps during the reign of Catherine II. The author comes to the conclusion that the increase in the cost of maintenance of land units of the army in comparison with other items of public expenditure, and even compared with the Navy of the period was the lowest.*

Keywords: *Catherine II, army, artillery and engineering corps, staff, financing of military expenditures, material and technical support.*

УДК 94(47).066
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-002

В последней четверти XVIII в. артиллерия не претерпела существенных изменений. Личный состав полевой и осадной артиллерии по-прежнему объединялся в пяти артиллерийских полках (бомбардирском, 1 и 2 канонирских и 1 и 2 фузилерных), материальная часть артиллерии находилась в парках, а средства тяги - в фурштатских командах. Общая численность личного состава артиллерийского корпуса составляла 21750 человек, из которых в 5 артиллерийских полках насчитывалось 12308 человек [1; 2]. В 1794 г. по представлению нового генерал-фельдцейхмейстера П.А. Зубова в составе артиллерийского корпуса были учреждены 6 конно-артиллерийских рот, полный комплект личного состава которых составлял 2280 человек. После этого, общая численность полевой артиллерии определялась в 12896 человек, да еще 8030 человек насчитывала гарнизонная (или крепостная) артиллерия, что в общем итоге составило ***20926 человек*** общего количества личного состава артиллерийского корпуса. А если к этим данным прибавить численность инженерного корпуса, составившую 2725 человек, то общая

численность артиллерийского и инженерного корпусов, по данным Д.П. Журавского, составила ***23651 человек*** [4, с. 93].

Обратим внимание, что в некоторых источниках указаны другие данные о количестве личного состава артиллерийского и инженерного корпусов в конце последней четверти XVIII в. Так, например, в «Русской военной силе» указано, что численность личного состава артиллерии в этот период составляла 21703 человека, а инженерного корпуса - 2725 человек, что в общем итоге составляло ***24428 человек*** [4, с. 152-153].

На содержание артиллерийского корпуса в год полагалось выделять 481987 р., которые распределялись по статьям расходов, указанным нами в таблице 1 [4, с. 93].

Таблица 1.Состав и содержание артиллерии в конце XVIII в.

Статьи расходов	**Количество личного состава**	**Сумма, выделяемая на их содержание, *руб.***
Генералитет	43	30616
Бомбардирский полк	1273	44457
4 артиллерийских полка (2 канонирских и 2 фузилерных)	9300	23925
6 конно-артиллерийских рот	2280	138780
Полковая артиллерия	-	28284
Итого	12896	481987

Что касается финансирования деятельности инженерного корпуса в 90-е гг. XVIII в., то его содержание определялось примерно следующими суммами и статьями расходов[4,с.96] (см. таблицу 2):

Таблица 2. Суммы и статьи расходов

Статьи расходов		**Количество чинов**	**Сумма на их содержание, *руб***
Инженерный корпус		1147	72156
Минерная рота		287	5892
Пионерная рота		235	3893
Инженерная рота для южных границ		258	10005
Понтоны		798	26379
На постройку 61 крепости, ремонт, припасы, инструменты и т.д.		-	43653
На содержание мастеровых рот в тех же крепостях		-	21056
На содержание инженерных чинов в Санкт-Петербургской и Шлиссельбургской крепостях		-	5394
На содержание укрепленных линий	Новосербской	-	1377
	Украинской	-	2773
	Сибирской	-	4678
	Оренбургской	-	3587
	Кавказкой	-	8649
Всего		2725	210502

24 декабря 1798 г. императором Павлом I был утвержден новый штат инженерного корпуса. В таблице 3 нами представлены детальные сведения об организационном устройстве инженерного корпуса в конце XVIII столетия, штатном количестве тех или иных чинов (должностей) в корпусе, об их продовольственном обеспечении и размерах годового денежного жалования.

Таблица 3. Штат О чинах полагаемых содержанием в Инженерном корпусе в 3-х осадных Депо и крепостях [3] (орфография и стиль документа сохранены – В.Б.)

Чины	**Число людей**	**Число рационов**		**Жалование в год за вычетом на медикаменты и госпиталь, генералитету, штаб и обер-офицерам и за рационы полагая в 8 месяцев, за каждый рацион по 1 р. 50 к. на месяц**			
		Одно-му	**Всем**	**Одному**		**Всем**	
				Руб.	Коп.	Руб.	Коп.
Генерал-инженер	1	50	50	2706		2706	
Генерал-майоров	9	4	360	2235		20115	
Полковников	9	25	225	1147	20	10324	80
Подполковников	11	20	220	815	30	8968	30
Майоров	13	14	182	513	10	6670	30
Капитанов	20	10	480	434	15	20839	20
Штабс-капитанов	28						
Поручиков	46	7	322	297	95	13705	70
Подпоручиков	59	6	354	238	45	14068	55
Кондукторов унтер-офицерских 1 класса	150	-	-	94	80	14220	-
Кондукторов унтер-офицерских 2 класса	155	-	-	68	10	10555	50
Цейгвартеров	14	10	140	434	15	6078	10
Унтер-цейгвартеров	31	6	186	238	45	7391	95
Лекарей	3	3	9	250	50	751	50
Подлекарей	3	-	-	117	60	352	80
Вахтеров	50	-	-	68	10	3405	
Цейгдинеров и щетчиков	94	-	-	24	50	2303	
Унтер-офицеров для письма 1 класса	32	-	-	94	80	3033	60
2 класса	58	-	-	68	10	3949	80
3 класса	61	-	-	24	50	1494	50
Цырюльников	6	-	-	12	87	77	22
Математических инструметов:							
Мастеров	3	-	-	195		585	
Подмастерьев	3	-	-	94	80	284	40
Учеников	9	-	-	34	98	314	82
Кузнечных мастеров	3	-	-	94	80	284	40
Подмастерьев	6	-	-	58	50	352	80
Денщиков	465			7	30	3394	50
3 лекарям на денщиков				7	30	21	90
Всего всех чинов	***1342***		***2528***			***156248***	***64***

Любопытно будет ознакомиться с динамикой роста численности русской армии на протяжении XVIII столетия, наглядно продемонстрированной данными, приведенными в таблице 4 [5, с. 28].

Таблица 4. Численность русской полевой армии со времен Петра I до 1786 г.

Период	**Общая численность войск полевой армии**
Правление Петра I	102850
В конце правления Анны Иоанновны	130183
В конце правления Елизаветы Петровны	198615
Царствование Петра III	169281
Во времена Екатерины II: 1777 г.	207398
Во времена Екатерины II: 1784 г.	225578
Во времена Екатерины II: 1786 г.	276062

Д.П.Журавский в своей работе представил следующие приблизительные цифры определяющие состав русской армии, численность её личного состава и размеры денежных средств, затрачиваемых на их содержание в конце царствования Екатерины II (см. таблицу 5) [4, с. 103].

Таблица 5. Состав русской армии, количество личного состава в родах и подразделениях и денежные суммы, выделяемые на их содержание в конце XVIII в.

Состав войск	**Численность личного состава**	**Размеры финансовых средств, требуемых на их содержание, *руб.***
Генералитет	164	300849
Гвардия	9748	257044
Пехота	308033	7988244
Кавалерия	57690	2574514
Артиллерия	21703	481987
Инженерный корпус и гарнизоны	2725	210502
Гарнизонные батальоны	25620	1487104
Итого	***495663***	***13300245***
В 1765 г. как по тому же составу	***274557***	***8116601***

Как видно из таблицы, за тридцать лет правления Екатерины II, численность русской армии увеличилась на 221106 человек, а расходы на ее содержание возросли на 5183644 р.

Небезынтересно будет ознакомиться и с общими показателями расходов Российской империи, в т.ч. и на военные нужды во времена правления Екатерины II.

Таблица 6. Общие расходы Российской империи в период с 1762 по 1796 гг. в т.ч. на армию и другие военные издержки [8, с. 314-317] (за исключением периода с 1774 по 1780 гг., по которому сведений нет – В.Б.)

Годы	**Общие расходы государства, *руб.***		**Расходы на армию, *руб.***
	Общая сумма расходов.	**Расходы на войну**	
1762	16500000	-	9219000
1763	17235000	-	7920000
1764	21578000	-	8723000
1765	22624000	-	9676000
1766	24092000	-	9806000
1767	23303000	-	9828000
1768	23653000	1300000	10013000
1769	24879000	1800000	10000000
1770	27423000	7600000	9904000
1771	29613000	9000000	10232000

Годы	Общие расходы государства, *руб.*		Расходы на армию, *руб.*
	Общая сумма расходов.	Расходы на войну	
1772	31584000	7700000	10508000
1773	31559000	7355000	10812000
1781	40960000	-	10600000
1782	40910000	-	10800000
1783	48190000	-	13720000
1784	49790000	-	14320000
1785	56460000	-	16400000
1786	62670000	-	19110000
1787	66740000	5000000	21060000
1788	76120000	16000000	18690000
1789	79190000	16000000	20170000
1790	82700000	16000000	21620000
1791	84870000	15000000	24590000
1792	72250000	-	23100000
1793	76420000	-	23300000
1794	72310000	-	21600000
1795	79150000	-	22200000
1796	78160000	-	21000000

Таким образом, всего за 1762-1773 гг. было израсходовано примерно 293000000 р., а за 1781-1796 гг. – 999000000 р., а с войнами за те же периоды, соответственно 338000000 р. и 1067000000 р. За эти же периоды расходы на армию (без учета затрат на содержание флота – *В.Б.*) составили: в 1762-1773 гг. – 116640000 р. (39,5% от всех расходов), в период с 1781 по 1796 гг. – 302280000 р. (31,9% от всех расходов).

Для сравнения приведем показатели по другим статьям государственных расходов в указанные выше периоды: в 1762-1773 гг. расходы на двор составили 31430000 р. (10,7% всех расходов), а в период с 1781 по 1796 гг. - 106580000 р. (11,2% всходов); расходы на флот составили соответственно 17357000 р. (6,5%) и 83260000 р. (8,8%); расходы на внутреннее управление - 127560000 р. (43,3%) и 450620000 р. (48,1%).

Заметим, что государственный бюджет с момента начала царствования Екатерины II и до его окончания увеличился более чем в 4 раза. Соответственно, увеличивались и расходы бюджета по тем или иным статьям. Так, например, расходы на внутренне управление империей за время правления Екатерины II увеличились почти в 6 раз, расходы на флот - в 5,5 раза, расходы на двор - в 5,3 раза. ***Как видно из таблицы 6, менее всего увеличились расходы на армию - примерно в 2,3 раза.***

В заключение можно отметить, что после Семилетней войны были приняты меры по улучшению хозяйственной деятельности войск и их снабжением всеми видами довольствия. В частности, в середине 60-х гг. XVIII в. была изменена организационно-штатная структура органов, отвечавших за финансовое и продовольственное обеспечение армии.

Большую роль в улучшении организации обеспечения армии всеми видами материально-технического обеспечения сыграл генерал-фельдмаршал П.А. Румянцев-Задунайский, взгляды которого по этим вопросам, изложены в упомянутых нами ранее «Мыслях…».

Нельзя не упомянуть и о заслугах Г.А. Потемкина-Таврического, который убедительно доказал отрицательные качества одежды и вооружения иностранного образца. С 1783 г. в русской армии был установлен такой порядок, чтобы солдаты подстригались «в кружок», пудра была отменена. Вместо узкого мундира солдаты одевались в длинные куртки и широкие шаровары, а вместо треугольных шляп им выдавались каски. В качестве обуви солдаты стали использовать короткие сапоги. Все солдатское обмундирование было значительно упрощено,

что существенно облегчало их службу. Прекратилась заготовка многих ненужных вещей, таких как пудра и сало для смазывания волос.

Несмотря на существенное увеличение к концу XVIII в. численности русской армии, что соответственно усложнило организацию её своевременного и полноценного снабжения всеми необходимыми материальными и техническими средствами, материально-техническое снабжение войск в этот период осуществлялось с высоким уровнем организации и бесперебойности.

В конце 80-х-начале 90-х гг. XVIII в. заготовка материальных средств для армии осуществлялась в основном на подрядной основе, кроме предметов вещевого и частично артиллерийского снабжения. Подряды не распространялись на материальные средства, производимые на государственных предприятиях. Артиллерийское вооружение и порох поставлялся в войска из арсеналов, которые располагались в Петербурге, Киеве, Херсоне и других местах. Все необходимое для войск вещевое имущество заготовлялось централизованно в государственных масштабах, и отпускалось в армию в необходимых количествах в Москве специальным приемщикам от войск.

С вступлением на престол Павла I, в русской армии началась очередная реорганизация по прусскому образцу. Произошли изменения органах центрального управления артиллерийским и инженерным корпусами и в структурах, отвечавших за финансовое, продовольственное и другие виды снабжения армии. В частности, указом Павла I от 21 декабря 1796 г. было предписано «…по артиллерии уничтожить главную артиллерийскую канцелярию и причислить к военной коллегии сделав особливым артиллерийским департаментом. Все чины, находившиеся ныне в оной канцелярии, из артиллерии выключаются, а состоять им при военной коллегии. Бывших ***всех до сего времени квартермейстеров переименовать в капитаны***, …. ***Также уничтожить в артиллерии обер-квартирмейстера, обер-контролера, обер-кригс-коммисара*** ….» [6].

В заключение обратим внимание на то, что мы не смогли изучить и проанализировать многие изменения в составе армии, связанные с увеличением или уменьшением численности личного состава войск, их организационного устройства, размерах выделяемых из государственной казны на их содержание финансовых средств и другие вопросы, имеющие прямое отношение к исследуемой проблеме, так как многие указы и утвержденные доклады, касающиеся этих проблем не вошли в ПСЗ или другие сборники документов и издания и, вероятней всего, утеряны или хранятся в архивных делах, которые до настоящего времени еще не исследованы. Поэтому, в некоторых случаях, мы и не можем определить с точностью все изменения, происходившие на протяжении XVIII в. в составе войск и порядке их материально-технического обеспечения, в численности личного состава артиллерийского и инженерного корпусов, в размерах денежных сумм выделяемых на их содержание и т.д. А в некоторых случаях, что ранее нами отмечалось неоднократно, информация, содержащаяся в разных источниках и касающаяся вышеозначенных проблем, довольно противоречивая.

Список литературы / References

1. Архив Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи (Архив ВИМАИВ и ВС). Ф.2. Оп. ШГФ(Штаб генерал-фельдцейхмейстера). Д.1774. Л. 254, 294.
2. Архив ВИМАИВ и ВС. Ф.2. Оп. ШГФ. Д. 1777. Л. 277-279.
3. Архив ВИМАИВ и ВС. Ф. 2. Оп. Сборная. Д. 3338. Л. 1-1об.
4. *Журавский Д.П.* Статистическое обозрение расходов на военные потребности с 1711 по 1825 год. СПб.: в типографии Карла Вульфа, 1859. 228 с.
5. *Масловский Д.Ф.* Примечания и приложения к запискам по истории военного искусства в России. Вып.2. СПб.: типография В. Безобразова и Комп., 1894. 260 с.
6. Российский государственный исторический архив (РГИА). Ф. 1345. Оп. 98. Д. 83. Л. 2.
7. Русская военная сила. Вып. VII. СПб.: Типо-Литография И.Н. Кушнерева и Ко., 1890. 250 с.
8. *Чечулин Н.Д.* Очерки по истории русских финансов в царствование Екатерины II. СПб.: Сенатская типография, 1906. 383 с.

МЕЖКОНФЕССИОНАЛЬНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ В УЗБЕКИСТАНЕ

Иноятова Д.М. Email: Inoyatova17132@scientifictext.ru

Иноятова Диларам Маниглиевна – кандидат исторических наук, доцент,
кафедра истории Узбекистана, исторический факультет,
Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье рассматривается этноконфессиональная политика в современных условиях, анализируется состояние и перспективы развития толерантных межконфессиональных отношений в Узбекистане. Показано поэтапное становление законодательной базы, направленной на светский путь развития страны, без ущемления религии и религиозных организаций, которые отделены от государства. На конкретных примерах анализируется положительный опыт исторически мирного сосуществования различных религий в регионе, оказывающий позитивное влияние на дальнейшее укрепление межрелигиозного сотрудничества.*

Ключевые слова: *толерантность, религия, стабильность, диалог, сотрудничество, мечеть, церковь.*

INTERCONFESSIONAL TOLERANCE IN UZBEKISTAN

Inoyatova D.M.

Inoyatova Dilaram Maniglievna - PhD in history, Associate Professor,
DEPARTMENT OF HISTORY OF UZBEKISTAN, HISTORICAL FACULTY,
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN NAMED AFTER M. ULUGBEK,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the article discusses ethno-confessional policy in modern conditions, analyzes the state and prospects for the development of tolerant interfaith relations in Uzbekistan. A gradual formation of a legislative base aimed at the secular path of the country's development is shown, without prejudice to religion and religious organizations that are separate from the state. With concrete examples, we analyze the positive experience of the historically peaceful coexistence of various religions in the region, which has a positive impact on the further strengthening of interfaith cooperation.*

Keywords: *tolerance, religion, stability, dialogue, cooperation, mosque, church.*

УДК 342.724

Годы независимости открыли новый этап в межнациональных и межконфессиональных отношениях в Узбекистане. Самое главное достижение этого периода – это мир и стабильность, что стало залогом успешного проведения реформ.

Узбекистан является уникальным государством в конфессиональном плане. Среди многонационального народа есть последователи всех мировых религий. Узбекистан обладает уникальным опытом межконфессионального диалога и сотрудничества. На протяжении многих столетий в мире и согласии в республике живут последователи, как мировых религий, так и приверженцы множества традиционных национальных религий. Эти тенденции получили законодательное закрепление с первых дней создания независимого Узбекистана. Правовая основа такой политики была закреплена в Конституции Республики Узбекистан и созданной на ее основе законодательной базе. Прежде всего, это статьи Закона «О свободе совести и о религиозных организациях», принятого в 1991 г. и его новой редакции 1998 г. В нем констатируется светский путь развития страны и указывается, что религия и религиозные организации в Узбекистане отделены от государства. Данный закон, учитывающий положительный опыт исторически мирного сосуществования различных религий в регионе, определяет дальнейшее укрепление межрелигиозного сотрудничества в целях сохранения в Узбекистане межнационального и межконфессионального согласия.

В условиях межрелигиозной толерантности в стране официально зарегистрировано свыше 2239 религиозных организаций, относящихся к 16 различным конфессиям, среди них 2065 мусульманских организаций, 158 христианских организаций, 8 еврейских общин, 6 общин бахаи, одно общество кришнаитов и один буддийский храм, а также межконфессиональное Библейское общество Узбекистана [1, с. 13].

В республике функционируют более 2000 мечетей (в 1980 г. их было всего 89). За годы независимости были построены и отреставрированы сотни церквей, синагог и молельных домов. Ежегодно при поддержке руководства республики верующие различных конфессий

совершают паломничества к святым местам. За прошедшие годы более 70 тыс. мусульман была предоставлена возможность осуществить хадж в Саудовскую Аравию, сотни христиан и иудеев побывали в России, Греции и Израиле. Для сравнения: до провозглашения независимости в среднем из Узбекистана для совершения паломничества выезжали 3-4 чел. в год [2].

Гарантированная действующим законодательством свобода вероисповедания создала необходимые условия для удовлетворения всех религиозных нужд граждан - представителей различных наций и этнических групп, исповедующих различные направления христианства, а также буддизм, бахаизм, иудаизм и учение Кришны.

Межрелигиозное согласие проявляется и во взаимоотношениях различных религиозных организаций, представленных в Узбекистане. Стало доброй традицией поздравлять друг друга с религиозными праздниками, знаменательными датами в жизни их общин, таких как Курбан-хаит и Рамазан-хаит - у мусульман, Пасха и Рождество - у христиан, Пейсах, Пурим и Ханука - у иудеев. Указами главы нашего государства праздники Курбан-хаит и Рамазан-хаит объявлены для всех жителей Узбекистана выходными днями.

Миролюбивый традиционный ислам в Узбекистане проявляет не только толерантность к другим религиям, но и уважительное, доброжелательное отношение к представителям различных национальностей, какую бы веру они, ни исповедовали. Исламские религиозные организации, мусульмане доброжелательно относятся и к успешному развитию других религий. Так, в период независимости в республике значительно увеличилось количество православных приходов. В Бухаре, Ургенче, Навои, Зарафшане, Учкудуке и других городах открыты новые церкви. Отреставрирован Алексеевский собор в Самарканде – самый крупный в Центральной Азии. В 1996 г. он был освящен патриархом Москвы и всея Руси Алексием II. Возвращена верующим церковь имени Александра Невского в Термезе, которая была отобрана государством в советский период. В Ташкенте строится Православный религиозный центр. Вступили в строй один мужской и два женских монастыря [3, с. 63].

Для достижения межнационального согласия, межрелигиозной толерантности требуется систематическая и целенаправленная работа, в том числе религиозных организаций с верующими, с молодежью, разъяснение им религиозных, общечеловеческих, духовных ценностей. За годы независимости в Узбекистане сформировалась полноценная система религиозного образования, которая включает в себя Международный научный центр по изучению и исследованию ислама (1995 г.), Ташкентский исламский институт (1999 г.), 10 средне-специальных исламских учебных заведений (медресе), в качестве высшего учебного заведения действует Ташкентская Православная духовная семинария.

На качественно новый уровень поднялось религиозное образование. На узбекский язык переведены и изданы Коран, Новый Завет и 16 книг Ветхого Завета. Проводятся исследования многих аспектов религиозного учения, изданы сотни тысяч книг и брошюр. К примеру, Духовное управление мусульман Узбекистана издает ежемесячный журнал «Хидоят» («Верный путь») общим тиражом 8000 экземпляров и газету «Ислом нури» («Свет ислама»), выпускаемую два раза в месяц общим тиражом 5000 экземпляров. Ташкентская и Среднеазиатская епархия РПЦ издает ежеквартальный журнал «Восток свыше» общим тиражом 1000 экземпляров [4, с. 343].

Международная организация ЮНЕСКО в 2007 г. признала Ташкент столицей исламской культуры. Этот факт подтверждает, что Узбекистан признан в мире одним из очагов мировой цивилизации, межнациональной и межконфессиональной толерантности.

Деятельность религиозных организаций благотворно сказывается на верующих, сближает их, способствует укреплению межрелигиозных и межнациональных отношений. Одной из актуальных задач является предупреждение и пресечение попыток использования религиозного фактора на всех уровнях конфессионального пространства. Государственные органы, религиозные организации ведут бескомпромиссную борьбу с ними. Религиозные организации раскрывают верующим истинное лицо экстремистов, несостоятельность и вредность их взглядов и притязаний. В мае 1998 г. вопрос усиления противостояния экстремистским религиозным течениям был рассмотрен на Совете улемов. Разъяснительная работа среди мусульман об истинных замыслах, целях экстремистских религиозных течений в последние годы усилилась, причем ведется она не, только в мечетях, но и на страницах газеты «Ислом нури», где печатаются не, только выступления религиозных деятелей, но и статьи ученых республики [3, с. 64].

Защищая чистоту святой религии ислама, которую во многих европейских странах из-за массового наплыва беженцев и мигрантов из мусульманских стран стали обвинять во всех грехах, Ш. Мирзиёев с трибуны 72-й Генеральной ассамблеи ООН заявил о необходимости

«доведения до широкой мировой общественности подлинно гуманистической сути Ислама». Он выступил с предложением принять специальную резолюцию Генеральной Ассамблеи ООН «Просвещение и религиозная толерантность», имеющей целями обеспечение всеобщего доступа к образованию, ликвидацию безграмотности и невежества, содействовать утверждению толерантности и взаимного уважения, обеспечению религиозной свободы, защите прав верующих, недопущению их дискриминации. Реализации этих задач будет также способствовать деятельность создаваемого Международного научно-исследовательского центра имени Имама Бухари в Самарканде и Центра исламской цивилизации в Ташкенте [5]. Создание этих центров будет способствовать утверждению в сознании подрастающего поколения истинно гуманистической сути ислама, способствовать межнациональному согласию и религиозной толерантности.

Список литературы / References

1. *Камилов К.* Толерантность – требование времени и приоритет жизни общества // Узбекистан – страна мира и согласия / Сб. матер. конф. Ташкент: Ўзбекистон НМИУ, 2017.
2. Важнейший фактор мира и стабильности в стране. 6 декабря 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://singapore.mfa.uz/ru/pressroom/news/anniversary25/4258/ (дата обращения: 07.11.2018).
3. *Зиямов Н.Ш.* Некоторые аспекты решения проблем укрепления безопасности и стабильности Узбекистана в условиях независимости. Ташкент: Фан ва технология, 2011. С. 63.
4. *Муртазаева Р.Х.* Узбекистан – уникальный край межнационального согласия и толерантности // Узбекистан – страна мира и согласия / Сб. матер. конф. Ташкент: Ўзбекистон НМИУ, 2017.
5. Выступление Президента Республики Узбекистан Ш. Мирзиёева 19 сентября 2017 г. на 72-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций // Народное слов от 20 сентября 2017 г.

РЕФОРМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЛОГА В СССР В ПОСЛЕВОЕННОЕ ВРЕМЯ: НЕОБХОДИМОСТЬ, ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Дусчанов Р.Р. Email: Duschanov17132@scientifictext.ru

Дусчанов Расулжон Рахимбаевич – преподаватель,
кафедра историографии и источниковедения, исторический факультет,
Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье проанализирована налоговая политика советского государства на основе литературы и источников. Налоговая политика, направленная на восстановление народного хозяйства, интерпретировалась как основная часть капиталистической экономики под ведением механизма «социальное хозяйство» бывшего советского государства. Забыто было, что налог является фактором основного дохода в государственный бюджет. В послевоенные годы в целях ликвидации последствий войны и дальнейшего развития народного хозяйства были снижены нормы доходности и предоставлены льготы по данному налогу пострадавшим от войны хозяйствам, но налоговая политика оставалась в прежнем состоянии.*

Ключевые слова: *налоговая политика, финансовая политика, война, сельскохозяйственный налог, инфляция, подоходный налог, кооперация.*

REFORM OF AGRICULTURAL TAX IN THE USSR IN POST-WAR MORE: NECESSITY, TASKS AND RESULTS

Duschanov R.R.

Duschanov Rasulzhon Rahimbaevich - Lecturer,
DEPARTMENT OF HISTORIOGRAPHY AND SOURCE STUDIES, FACULTY OF HISTORY,
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN BY M. ULUGBEK, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the article analyzes the tax policy of the Soviet state on the basis of literature and sources. The tax policy aimed at restoring the national economy was interpreted as the main part of the capitalist economy under the management of the "social economy" of the former Soviet state. It was forgotten that the tax is as a factor of the main income in the state budget. In the post-war years, with a view to eliminating the consequences of the war and further developing the national economy, the rates of return were reduced and privileges were given to the war-affected farms, but the tax policy remained as it was.*
Keywords: *tax policy, financial policy, war, agricultural tax, inflation, income tax, cooperation.*

УДК 930.85

После окончания Второй мировой войны приоритетной задачей правительства СССР стало восстановление народного хозяйства всеми возможными способами и поэтому налоговая политика того времени была направлена на решение этой задачи. В первые годы после войны налоговая политика страны оставалась практически неизменной. По мере восстановления экономики проводилась отмена и снижение налогов с населения: с 1 января 1946 г. был полностью отменен военный налог, с большей части плательщиков отменен налог на холостяков, одиноких и малосемейных граждан, введены налоговые льготы для демобилизованных воинов, бывших партизан и инвалидов войны [1].

В послевоенные годы уменьшились поступления от налога с оборота. Например, план по налогу с оборота за I квартал 1949 года не довыполнен Ташкентской областью Узбекской ССР на 19078 тыс. руб. или на 19%. План второго квартала по состоянию на 15 июня выполнен всего на 70,9% [2, л. 79]. Частично этому способствовал отказ от системы государственных дотаций на основе Постановления СМ СССР от 28.07.1948 г. «О ликвидации системы государственной дотации и повышении оптовых цен на продукцию ряда отраслей тяжелой промышленности и тарифов на железнодорожном транспорте» [3]. В свою очередь это привело к увеличению прибыли предприятий.

Основным изменением в налоговой политике СССР в послевоенное время была реформа сельскохозяйственного налога. Сельскохозяйственный налог по своему политико-экономическому значению, числу плательщиков и удельному весу в обложении их доходов являлся основным налоговым платежом, который взимался с сельского населения. В послевоенные годы в целях ликвидации последствий войны и дальнейшего развития народного хозяйства были снижены нормы доходности и предоставлены льготы по данному налогу пострадавшим от войны хозяйствам. Например, согласно Решению Самаркандского Областного Исполнительного Комитета от 12 июля 1949 г. № 15/686 освобождались повсеместно от обложения сельскохозяйственным налогом сады плодоносящего возраста в первые два года плодоношения; финансовые органы при определении облагаемой площади садов в случаях, когда плодовые деревья рассажены редко, должны были исходить из расчета на одну сотую гектара: для яблони, груши, абрикоса и черешни – 3 дерева, а для остальных плодовых насаждений – 6 деревьев; доходы от посевов сельскохозяйственных культур в междурядьях молодого неплодоносящего сада исчислялись в половинном размере норм доходности, установленных для соответствующих сельскохозяйственных культур [4].

Между тем снижение норм доходности в 1946, 1947 и 1950 гг. не соответствовало фактическому снижению цен на сельскохозяйственную продукцию на колхозных рынках. Обложение сельскохозяйственным налогом колхозников от их личного подсобного хозяйства оставалась по-прежнему завышенным. Положение усугублялось еще и повышением ставок сельскохозяйственного налога в 1948, 1950 и 1951 гг. Кроме того, в 1952 г. К облагаемому доходу от сельского хозяйства, исчисленному по нормам доходности, делались надбавки от 5 до 10 % на прочие не учитываемые доходы (от домашней птицы, молодняка скота и др.) [5].

Также необходимо отметить, что система обложения сельскохозяйственным налогом являлась весьма сложной для проведения в жизнь: часто допускались ошибки при определении размера облагаемого дохода. Так, например, районный финансовый отдел Китабского района Узбекской ССР в 1948 г. неправильно исчислял сельскохозяйственный налог по 974 хозяйствам: по 313 хозяйствам налог был исчислен на 114 тыс. рублей меньше, а по 661 хозяйству на 335 тыс. рублей больше. Не были предоставлены налоговые льготы 116 хозяйствам колхозников на сумму 61 тыс. рублей [6].

Таким образом, действующий в то время порядок обложения сельскохозяйственным налогом имел серьезные недостатки, которые задерживали развитие сельского хозяйства, привели к значительному недопоступлению налога в государственный бюджет и образованию

крупных сумм недоимок за отдельными плательщиками. В целях решения этих проблем в 1953 г. проводится коренная реформа сельскохозяйственного налога.

Новая система была заложена Законом «О сельскохозяйственном налоге» от 8 августа 1953 г., который установил обложение сельскохозяйственным налогом хозяйств колхозников по твердым ставкам с одной сотой гектара приусадебной земли, находящейся в личном пользовании колхозного двора. Плательщиками налога становятся хозяйства членов колхозов, а также хозяйства других граждан, которым выделены приусадебные земельные участки и служебные наделы пахотной земли на территории сельских Советов народных депутатов. Сельскохозяйственный налог исчислялся с каждого хозяйства по площади выделенного в пользование земельного участка. При этом в расчет не принимались земли, занятые постройками, кустарником, лесом, дорогами, оврагами и балками, а также земли, выделяемые рабочим и служащим предприятий и организаций под коллективные и индивидуальные сады и огороды. Налог не взимался с участка площадью менее 50 кв. м [7, с. 253].

Для союзных республик Законом были установлены средние ставки сельскохозяйственного налога, а для автономных республик и областей - предельные отклонения от средних ставок по республике. При этом Совету Министров СССР разрешалось изменять установленные ставки налога для отдельных союзных республик. Советы Министров союзных республик, имеющих областное деление, исходя из средних ставок налога для данной республики, устанавливали средние ставки налога для автономных республик, краев и областей с изменениями в указанных пределах, в зависимости от их экономических особенностей [8].

По данному налогу была установлена широкая система льгот. От уплаты сельскохозяйственного налога освобождались учителя сельских школ, агрономы, зоотехники, гидротехники, землеустроители, мелиораторы, ветеринарные врачи и фельдшеры, медицинские врачи, средний медицинский персонал, государственные санитарные инспектора, инженеры, техники, осуществлявшие свою деятельность в сельской местности. Кроме того, Совету Министров СССР было предоставлено право устанавливать дополнительные льготы по сельскохозяйственному налогу.

В связи с реформированием сельскохозяйственного налога были произведены организационные изменения в системе налоговых инспекций. С 1956 г. на налоговые инспекции была возложена организация обязательных поставок населением сельскохозяйственных продуктов государству, а в 1959 г. налоговые инспекции были объединены с инспекциями государственных доходов. После этого налоговые участки стали называться территориальными. В 1956 г. был упразднен штат налоговых агентов, а прием налоговых платежей от сельского населения возложен на сельские Советы народных депутатов [9, с. 254-255].

Необходимо отметить, что в результате реформы сельскохозяйственного налога его общий размер уменьшился в 1953 г. на 4137 млн руб., или на 43%, а в 1954 г. в 2,5 раза против 1952 г. в среднем же денежный налог с каждого колхозного двора снижался примерно в 2 раза. Учитывая факты ущемления интересов колхозников при проведении сельскохозяйственного налога до 1953 г., было прекращено взыскание всех ранее неуплаченных сумм сельскохозяйственного налога, которые были полностью списаны с лицевых счетов колхозников [5].

Кроме реформы сельскохозяйственного налога в послевоенный период был произведен ряд других изменений в налоговой политике СССР. В частности, в 1953 г. были снижены ставки разового сбора на колхозных рынках и освобождены от его уплаты колхозы, колхозники и другие граждане за торговлю отдельными видами продуктов. В 1957 г. отменяется взимание патентного сбора, взимавшегося с торговых и производственных предприятий промысловой и потребительской кооперации, оплачивавшегося при обязательной ежегодной выборке ими патентов на право деятельности. С 1958 г. сельское население было освобождено от дорожных повинностей. Строительство и ремонт местных автомобильных дорог было возложено на колхозы, совхозы, промышленные, транспортные, строительные и другие предприятия и хозяйственные организации [9, с. 254-255].

Таким образом, реформа сельскохозяйственного налога способствовала устранению проблем, существовавших в системе обложения данным налогом до 1953 г., росту благосостояния колхозников и другого сельского населения, увеличению производства сельскохозяйственной продукции и повышению роли личных подсобных хозяйств в развитии всего сельского хозяйства СССР. Новый порядок обложения сельскохозяйственным налогом привел к увеличению количества скота, находящегося в личной собственности граждан, лучшему использованию приусадебных участков. У сельского населения появилась

материальная заинтересованность в развитии как колхозного, так и своего личного хозяйства.

Своевременное реформирование и правильная организация сельскохозяйственного налога способствовали подъему колхозного производства и, следовательно, развитию сельского хозяйства страны.

Список литературы / References

1. Налогообложение в послевоенные годы (1945-1953 гг.), Изменения в системе обязательных платежей в период реформ Н.С. Хрущева (1946-1953 гг.). Теория и история налогообложения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://m.studme.org/1566072120474/ekonomika/nalogooblozhenie_poslevoennye_gody_1945-1953/ (дата обращения: 07.11.2018).
2. ЦГА РУз Ф-Р.837, опись-33, дело 6190, Л.79.
3. Постановление СМ СССР «О ликвидации системы государственной дотации и повышении оптовых цен на продукцию ряда отраслей тяжелой промышленности и тарифов на железнодорожном транспорте» от 28.07.1948 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://center-yf.ru/data/nalog/Nalogovaya-politika-v-1945-1985-gg.php/ (дата обращения: 07.11.2018).
4. ЦГА РУз Ф-Р.837, опись-33, дело 6190, Л.49.
5. *Торубаров Ю.С.* Развитие и значение сельскохозяйственного налога как главного налогового платежа сельского населения СССР в послевоенные годы./Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2011. № 2(8): в 3-х ч. Ч. II. С. 185-187. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gramota.net/materials/3/2011/2-2/ (дата обращения: 07.11.2018).
6. ЦГА РУз Ф- Р 837, опись-1, дело-4341, Л. 7.
7. *Толкушкин А.В.* История налогов в России. М.: «Юристъ», 2001. С. 253.
8. Закон СССР «О сельскохозяйственном налоге» от 08.08.1953 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.m.wikisourse.org/ (дата обращения: 07.11.2018).
9. *Толкушкин А.В.* История налогов в России. М.: «Юрист», 2001. С. 254-255.

ИЗ ИСТОРИИ ТОРГОВЫХ СВЯЗЕЙ СРЕДНЕАЗИАТСКИХ ХАНСТВ С РОССИЕЙ

Марозиков А.А. Email: Marozikov17132@scientifictext.ru

Марозиков Акмалжон Абдурашитович – аспирант,
кафедра истории Узбекистана, исторический факультет,
Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье на основе анализа широкого круга источников рассмотрено развитие торговых связей между Среднеазиатскими ханствами и Россией, которые значительно усилились с XVI века и влияли на политические отношения между странами. Российское правительство разрешало среднеазиатским купцам торговать только на трех ярмарках: Ирбитской, Коренной и Нижегородской. Однако оренбургские правители делали все, чтобы торговлю со среднеазиатскими купцами сосредоточить непосредственно в Оренбурге. Исследование вопроса показало, что русско-среднеазиатская торговля, успешно развиваясь, приносила российской казне значительные доходы, а также благотворно влияла на экономическое развитие среднеазиатского региона.*

Ключевые слова: *Россия, Оренбург, среднеазиатские ханства, бухарцы, хивинцы, торговые отношения, среднеазиатские купцы, ярмарки, торговые караваны.*

FROM THE HISTORY OF TRADING RELATIONS OF THE MID-ASIAN KHANATES WITH RUSSIA

Marozikov A.A.

Marozikov Akmaljon Abdurashitovich - Post-Graduate Student,
DEPARTMENT HISTORY OF UZBEKISTAN, HISTORICAL FACULTY,
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN NAMED AFTER M. ULUGBEK,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *in the article, based on an analysis of a wide range of sources, the development of trade relations between the Central Asian khanates and Russia, which have increased significantly since the sixteenth century and influenced political relations between the countries, is considered. The Russian government allowed the Central Asian merchants to trade only at three fairs: Irbit, Korenna and Nizhny Novgorod. However, the Orenburg rulers did their best to concentrate trade with the Central Asian merchants directly in Orenburg. The study of the issue showed that the Russian-Central Asian trade, successfully developing, brought considerable revenues to the Russian treasury, and also had a beneficial effect on the economic development of the Central Asian region.*

Keywords: *Russia, Orenburg, Central Asian Khanate, Bukhara, Khiva people, trade relations, Central Asian merchants, fairs, trade caravans.*

УДК 930

Политические, торговые и культурные контакты между Россией и Средней Азией усиливаются в XVI в. Важным моментом в их развитии и укреплении явилось присоединение Казанского (1552 г.) и Астраханского (1556 г.) ханств, а затем и Сибири, которое намного сократило расстояние, разделявшее Россию и среднеазиатские города. В результате завоевательных походов, предпринятых Иваном Грозным в XVI в., Россия полностью овладела – Волгой, позволяющей значительно увеличить торговлю со Средней Азией и установить с ней более тесные торговые и дипломатические связи. Торговля с ней в это и последующие столетия, для экономического развития Русского государства имела несравненно большее значение, чем его торговля со странами Запада [1, с. 5].

Торговля со Средней Азией способствовала развитию русского ремесла, на продукцию которого был высокий спрос на восточных рынках. Из Московского государства в Среднюю Азию, вывозили сибирскую пушнину, рыбий зуб (моржовые клыки), деревянную посуду. В Хиве и Бухаре очень ценились охотничьи птицы – соколы и кречеты. Большую нужду испытывали в ханствах в металлах и металлических изделиях. Особенно большой спрос был на доспехи и панцири [2, с. 436]. Торговля с Россией имела очень большое значение для народнохозяйственных интересов среднеазиатских ханств. В Бухаре из русской меди выделывали посуду и чеканили мелкую монету, из железа изготовляли сельскохозяйственные орудия, использование которых содействовали общему улучшению техники сельского

хозяйства. Для Хивы русский рынок также имел первостепенное значение. Хива становилась поставщиком хлопка-сырца, базы, шелковых и полушелковых тканей, кожи и кожевенных товаров и других изделий местного производства. Однако русские купцы опасались грабежей и сами в Хиву ездили очень редко. Торговля по-прежнему находилась в руках мусульманских купцов. Из среды местных купцов выделялась экономически мощная группа, которая вкладывала свои капиталы в торговлю с Россией.

В XVI в. в Средней Азии на месте Тимуридского, а затем и Шейбанидского государств складываются Хивинское ханство и Бухарский эмират, которые стремились к установлению тесных торговых связей с Русским государством. Основным предметом вывоза из Средней Азии в этот период был текстиль: всевозможные сорта бумажных тканей (зендени, бязь, кумачи, пестрядь, миткаль, выбойки и др.). Кроме текстиля в русских и сибирских городах пользовались спросом бухарский сафьян, ковры и оружие, особенно бухарские луки. Важным предметом вывоза из Средней Азии являлся ревень [3]. Таким образом, торговые связи Московского государства со среднеазиатскими ханствами в то время отвечали насущным потребностям обеих сторон.

Взаимные торговые интересы определяли и политические отношения между Русским правительством и среднеазиатскими ханствами. В течение XVII в. бухарские и хивинские посольства 16 раз посещали Москву и русские пограничные города, а русские посольства за то же время 9 раз побывали в Средней Азии [4, с. 406]. Послы прибывали, как правило, с торговыми караванами. Сами послы, особенно бухарские, пользовались своими поездками для провоза товаров и выгодной реализации их в российских городах.

Основной задачей дипломатических посольств с обеих сторон в тот период являлось заключение торговых договоров и забота о том, чтобы, как отмечалось: «меж нами был путь чист и не заперт» [5, с. 438]. Русские цари поддерживали с ханствами мирные взаимоотношения.

Заметные изменения в отношении России к среднеазиатским ханствам наблюдается в период правления Петра Первого, который придавал русско-среднеазиатским связям большое значение. Целый ряд мероприятий был задуман Петром с целью укрепления влияния России в среднеазиатских ханствах.

В Бухарском эмирате и Хивинском ханстве со второй половины XVII в. начинается время внутренних смут и частой смены ханов.

«Воспользовавшись междоусобной борьбой в ханствах, Петр, - как отмечает В.В. Бартольд, - уже не сносился с ханами, как равный с равными. Хивинский хан был признан русским подданным, и в этом смысле были составлены грамоты к хану Шах-Ниязу (1700 г.) и к хану Араб – Мухаммеду (1703 г.)…» [6, с. 392-393].

Петр «стремился овладеть знаменитым золотым рудником Василькара около Ургенча и построить несколько крепостей на Амударье, чтобы обеспечить русской торговле легкое и надежное сообщение со Средней Азией и Индией. Говорят, что Петр Великий, - отмечает Е.К. Мейендорф, - даже предложил бухарскому хану подчиниться России, чтобы избавить его, таким образом, от беспокойств, доставлявшийся хану неповиновением его народов» [7, с. 122]. Однако не о покое Бухары заботился Петр, в этом предложении его крылась давнишняя мечта завладеть богатой страной и открыть путь в Индию.

Петр понимал, что путь к овладению Средней Азией лежит через казахскую степь. По его приказу была возведена Иртышская укрепленная линия протяжением в 900 км с 5 крепостями. Но этого было недостаточно, поэтому в 1718 году Петр высказал мысль о постройке крепости на пограничной с казахской степью реке Яик (Урал), куда, по его мнению, купцы могли приходить со своими караванами. Однако смерть Петра помешала выполнению задуманного [8].

Укрепление южных границ России и строительство здесь города Оренбург было вызвано целым ряда причин, среди которых основными были стремление русского правительства к установлению и развитию экономических и дипломатических связей со Средней Азией.

В 1735 г. под руководством И.К. Кириллова был построен Оренбург при устье Ори [9, с. 535].

Ещё в проекте основания города Оренбурга с особой силой подчеркивалась необходимость установления торговых отношений со Средней Азией, в частности с Ташкентом, Туркестаном, Ходжентом.

11 апреля 1736 года последовал указ императрицы Анны Иоанновны на имя И.К. Кириллова, согласно которому он должен был всячески стараться привлекать в Оренбург купцов из Ташкента и других городов Средней Азии.

В апреле 1737 года, после смерти И.К. Кириллова, начальником «Известной экспедиции», переименованной затем в Оренбургскую комиссию, был назначен В. Н. Татищев. Он

продолжил политику своего предшественника. Для развития торговли он приказал построить в Оренбурге Меновой двор и открыть ярмарку, на которой среднеазиатские купцы охотно приобретали сукна, пушнину и краски [10, с. 675].

От этой торговли впервые в казну стали поступать пошлины, и торговля оказалась настолько выгодной для государства, что возникла необходимость составления нового торгового устава и тарифа. До этого она осуществлялась по указу, подписанному императрицей Анной Иоанновной 10 августа 1739 г. Новый устав был утвержден 1 декабря 1755 г., по которому «хивинским и бухарским купцам позволено было, заплатив пошлины за ввезенные в Оренбург товары, провести их во внутренние города России, уплатив дополнительно проезжую пошлину на 10 копеек с рубля ефимками и продать оные в Москве, или где выгоднее для себя найдут». Однако из-за этого «неожиданно проистекли самые вредные… последствия, писал князь Г. Гагарин в докладной записке, направленной в Сенат, - ибо азиатцы, применяясь к торговле нашей, возымели сильное желание непосредственно торговать внутри России», предпочитая при этом ввозить алмазы и драгоценные камни, с которых пошлину не брали. В связи с этим был издан указ от 18 марта 1763 г., на основании которого азиатским купцам запрещалось ездить во внутренние города России, им разрешалось торговать только на трех ярмарках: Ирбитской, Коренной и Нижегородской. Однако оренбургские правители делали все, чтобы торговлю со среднеазиатскими купцами сосредоточить непосредственно в Оренбурге. Они добились постановления Коммерц–коллегии от 13 мая 1763 г., в котором предлагалось «умножить коммерцию с азиатцами» именно со стороны Оренбурга, «а особливо мену товаров на монеты – золото в слитках и серебро» [11, с. 17].

В 1742 г. Оренбургскую комиссию возглавил И.И. Неплюев. В этом же году был подписан указ о строительстве города на новом месте. Город был заложен 19 апреля 1743 г., что считается датой основания Оренбурга.

Оренбург быстро рос. Особое внимание И. И. Неплюев обращал на привлечение в край купцов. В Оренбурге производилась торговля со среднеазиатскими купцами [12, с. 209]. Это способствовало быстрому росту населения слободы. В Сеитовском посаде охотно селились и выходцы из Средней Азии, приезжавшие в Россию торговать. В 1804 году в слободе насчитывалось 20 дворов среднеазиатских поселенцев [11, с. 23].

Выходцы из Средней Азии, обосновавшиеся в Сеитовской слободе Оренбурга, переносили сюда быт и традиции, своего народа, пытались разводить привычные им сельскохозяйственные культуры. Так, из семян, привезенных из Бухары, они хотели выращивать хлопок. Но из этой затеи ничего не вышло из-за климатических условий Оренбургского края. Зато росли прекрасные дыни и тыквы.

Среднеазиатские купцы селились не только в Сеитовском посаде Оренбурга, много бухарцев, например, обосновалось в Орской крепости, где они скупали поступающие из Хивы и Бухары товары и затем перепродавали или обменивали их в казахских жузах.

Среднеазиатские купцы проживали и в самом Оренбурге. По данным Оренбургского городничества по состоянию на 14 апреля 1808 г. здесь обосновались 75 семей. Они вели крупную оптовую торговлю.

Русско-среднеазиатская торговля, успешно развиваясь, приносила казне значительные доходы и, в свою очередь, благотворно влияла на экономическое развитие края.

Показателем роста оборотов по внутренней торговле в первую очередь являлось увеличение оборотов по ярмарочной торговле. Нижегородская ярмарка, перенесенная в 1817 г. Из-под стен Макарьевского монастыря на Волге в Нижний Новгород, становится «всероссийским торжищем». На Нижегородскую ярмарку съезжались купцы со всех купцов России, а также из Средней Азии и Ирана, производились закупки и для Западной Европы [12, с. 214].

К концу XVIII в. окончательно сложились основные торговые пути, соединившие в дальнейшем Россию с узбекскими ханствами. Наряду со старым путем по Волге, Каспийскому морю и Мангышлаку к Хиве (а отсюда в Бухару и даже иногда к Коканду) установился второй путь, который, начинаясь от г. Оренбург или Троицка, шел через Ташкент на Бухару и в Коканд. Часть товаров из России, не доходя до Ташкента, направлялась в Бухару через Казалинск. Третий путь, начинаясь от Семипалатинска или Петропавловска, пересекал Казахскую степь, прохода вдоль реки Сары-су на Ташкент. Кроме перечисленных основных путей, имелся и ряд менее важных вариантов. В последние десятилетия перед завоеванием главенствующая роль среди всех упомянутых торговых путей из России в Среднюю Азию принадлежала пути из Оренбурга на Ташкент.

Список литературы / References

1. *Фехнер М.В*. Торговля Русского государства со странами Востока в XVI в. М., 1956. С. 5.
2. История Узбекской ССР. Т.1. Кн. 1. Ташкент, 1955. С. 436.
3. Современный Энциклопедический словарь. Изд. Большая Российская Энциклопедия, 1997. С. 1041. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.novsu.ru/ (дата обращения: 09.11.2018).
4. *Чулошников А.* Торговля Московского государства со Средней Азией в XVI - XVII вв. в кн.: Материалы по истории Узбекской, Таджикской и Туркменской ССР. Вып. 3. Ч. 1. Л., 1932. С. 406-410.
5. История Узбекской ССР. Т. 1, Кн. 1. Т. С. 438.
6. *Бартольд В.В.* История изучения Востока в Европе и России. Соч., Т. IX. М. С. 392-393.
7. *Мейендорф Е.К.* Путешествие из Оренбурга в Бухару. М., 1975. С. 122.
8. *Юферова Н.С.* Причины образования и этапы заселения Иртышского десятиверстного пространства (XVIII в. – первая пол. XIX в.) // Известия алтайского государственного университета. 2, 2017. С. 159.
9. *Кобзева О.П.* Роль Оренбурга в установлении торговых и дипломатических связей со среднеазиатскими ханствами и в попытках возрождения Великого Шелкового пути // Культура Оренбургского края: история и современность. Научно-образовательный и культурно-просветительский альманах. Оренбург, 2013. С. 535.
10. *Витевский В.Н.* И.И.Неплюев и Оренбургский край в прежнем составе до 1758 года. Том третий. Казань, 1897. С. 675.
11. *Михалева Г.А.* Торговые и посольские связи России со среднеазиатскими ханствами через Оренбург. Т., 1982. С. 17.
12. История народов Узбекистана. Том. 2. Ташкент. Изд. АН УзССР, 1947. С. 209.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Алиева Ш.Т. Email: Alieva17132@scientifictext.ru

Алиева Шамс Теуюб кызы - кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экономики и менеджмента отраслей энергетики и нефтехимии,
факультет экономики и менеджмента,
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
г. Баку. Азербайджанская Республика

Аннотация: *в статье отмечается, что на эффективность работы нефтедобывающих предприятий влияет множество факторов. От степени их учета, научной обоснованности и системности проведенного анализа зависит выработка объективных представлений о степени влияния различных факторов на экономические показатели работы нефтедобывающих предприятий. Исходя из этого в статье приводятся классификация факторов, влияющих на эффективность работы нефтедобывающих предприятий; предлагаются методы по управлению факторами риска; показываются конкретные условия, при которых факторы могут положительно влиять на эффективность работы нефтедобывающего предприятия.*
Ключевые слова: *нефтедобывающие предприятия, факторы, классификация, методы, эффективность.*

FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF WORK OF OIL-PRODUCING ENTERPRISES

Alieva Sh.T.

Aliyeva Shams Teyyub – Phd Economics, Associate Professor,
DEPARTAMENT OF ECONOMICS AND MANAGEMENT OF ENERGY AND PETROCHEMİCAL İNDUSTRİES,
FACULTY OF ECONOMICS AND MANAGEMENT,
AZERBAİJANİ STATE OİL AND İNDUSTRY UNİVERSİTY, BAKU, THE RESPUBLİC AZERBAİJAN

Abstract: *the article notes that many factors influence the efficiency of oil producing enterprises. The extent to which they are taken into account, the scientific validity, and the systematic nature of the analysis depends on the development of objective ideas about the degree of influence of various factors on the economic performance of oil producing enterprises. Based on this, the article provides a classification of factors affecting the performance of oil producing enterprises; proposed methods for managing risk factors; It shows the specific conditions under which factors can positively affect the efficiency of the oil producing enterprise.*
Keywords: *oil producing enterprises, factors, classification, methods, efficiency.*

УДК 338
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-005

На эффективность работы нефтедобывающих предприятий влияет множество факторов. Неоднозначный характер влияния и многообразие факторов на различных этапах работы нефтедобывающих предприятий требуют классификации и системного анализа всей их совокупности. От степени учета факторов при их классификации, научной обоснованности и системности проведенного анализа зависит выработка объективных представлений о степени влияния различных факторов на экономические показатели работы нефтедобывающих предприятий.

С деятельностью нефтедобывающих предприятий связаны отраслевые факторы. Среди них можно отметить группы научно-прогностические, организационно-технические, методические и организационно-управленческие факторы.

К первой группе относятся факторы обоснованности регионального и локального прогноза нефтегазоносности месторождений. Эти факторы характеризуют вклад теоретических исследований в повышение эффективности поисков и разведки ресурсов нефти.

К группе организационно-технических факторов следует включать следующие факторы:

● факторы прогрессивности и технического состояния используемого технологического и бурового оборудования, инструмента и аппаратуры;

● уровень технической и энергетической вооруженности труда;

● степень использования основных фондов;

● технологический уровень работ по бурению, испытанию и использованию глубоких скважин и др.

К методическим факторам относятся:

● уровень выявления и подготовки структур к глубокому бурению;

● уровень поисков и разведки промышленных запасов;

● уровень разработки месторождений нефти.

К организационно-управленческим факторам относятся факторы, связанные:

● с управлением геологоразведочных процессов;

● с управлением эксплуатационных процессов.

Следует отметить, что кроме вышеуказанных, на эффективность работы нефтедобывающих предприятий оказывают влияние и внешние факторы. Эти факторы можно разделить на две группы: а) природные и б) народнохозяйственные.

К первой группе относятся:

● геологические:

- концентрация ресурсов нефти в пределах регионального месторождения;
- размер локального нефтяного месторождения;
- многозалежность месторождения;
- глубина залегания, тип и нарушенность ловушки;
- выдержанность опорных отражающих горизонтов;
- суммарная эффективная мощность пласта коллектора;
- емкостные и фильтрационные свойства коллектора;
- термобарические пластовые условия;
- фазовое состояние залежи нефти;
- нефтенасыщенность;
- содержание серы в нефти;
- содержание парафина в нефти;
- давление насыщения нефти газом;
- объемный коэффициент нефти;
- песчаность;
- плотность воды;
-плотность нефти;
- подвижность нефти;
- наличие в нефти растворенного газа;
- наличие в свободном газе стабильного конденсата;
- твердость разреза;

● горно-технические: факторы, влияющие на выбор технических, технологических и организационных решений в глубоком бурении;

● географо-экономические:

- отдаленность нефтедобывающего предприятия от баз материально-технического снабжения;
- наличие путей сообщения (дорог, магистральных трубопроводов);
- энергообеспеченность района работ по нефтедобыче;
- водообеспеченность нефтедобывающего предприятия (обьекта проведения работ);
- административно-территориальное размещение нефтедобывающего предприятия.

К народнохозяйственным можно отнести:

● инновационную технику и технологии;

● материально-технического обеспечения;

● нормативно-техническую группу.

К факторам, определяющим уровень затрат на освоение ресурсов нефтяных месторождений, относятся:

● внутрифирменные (управляемые-зависящие от нефтедобывающего предприятия):

- состояние (уровень) учета и контроля за производственными расходами нефтедобывающего предприятия;
- определенность целей, интересов и сценариев поведения нефтедобывающего предприятия при нештатных ситуациях;

- полнота и достоверность информации о финансовом положении и деловой репутации партнеров нефтедобывающего предприятия;

• внешние (неуправляемые):

- природно-климатические условия в районе расположения нефтяных месторождений (возможность наступления стихийных бедствий);

- уровень спроса и предложения на оборудование, материалы, услуги, необходимые для разведки и эксплуатации нефтяных месторождений;

-обоснованность существующей схемы управления нефтедобывающим предприятием, численности и квалификации сотрудников;

- уровень научно-технического прогресса (уровень инноваций);

- стабильность экономического законодательства в стране (возможность изменения условий инвестирования и распределения прибыли);

- стабильность внешнеэкономической ситуации;

- стабильность политической ситуации в стране;

- уровень спроса и предложения на нефть;

- уровень инфляции в стране;

- налоговая ситуация в стране.

На экономическую эффективность работы нефтедобывающего предприятия влияют и факторы риска. При осуществлении деятельности нефтедобывающего предприятия могут возникнуть следующие риски:

• риски необеспечения достаточным уровнем финансирования деятельности нефтедобывающего предприятия;

•маркетинговые риски текущего снабжения ресурсами, необходимыми для реализации работ по добыче нефти;

• риски возникновения непредвиденных затрат и снижения доходов;

• риски, связанные с недостаточным уровнем кадрового обеспечения;

• риски, связанные с нестабильностью экономического законодательства, условиями инвестирования и использования прибыли;

• внешнеэкономический риск (возможность введения ограничений на поставки, закрытие границ и тому подобное);

• неполнота или неточность информации о динамике технико-экономических показателей, параметрах новой техники и технологии и др. [3. С. 7].

Практика показывает, что избежать полностью риска в производственно-хозяйственной деятельности нефтедобывающего предприятия невозможно. Но с помощью различных методов возможно управлять рисками и уменьшить их отрицательное воздействие на результаты работы нефтедобывающего предприятия. По нашему мнению, эти методы могут быть следующие:

• прогнозирование геологических, финансовых, маркетинговых и внешнеэкономических рисков и принятие соответствующих мер по уменьшению их влияния;

• образование специального страхового фонда и его использование для преодоления и возмещения разного рода потерь, ущерба, вызванного неблагоприятными событиями, возникающими в процессе производственно-хозяйственной деятельности нефтедобывающего предприятия путем выплаты страхового возмещения;

• принятие прямых управленческих воздействий на возможные управляемые факторы риска, такие, как анализ и оценка результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятия, выявление рисков, отрицательно влияющих на результаты его работы и разработка мероприятий для их устранения (уменьшения);

• проведение систематического анализа внешнеэкономических условий работы предприятия.

Как видно из вышеуказанных, факторы влияющие на эффективность работы нефтедобывающих предприятий не только многообразны, они отличаются друг от друга также по направлениям воздействия. Поэтому эффективность работы нефтедобывающих предприятий зависит:

- во-первых, от правильного определения группы факторов, влияющие на результаты работы предприятия на конкретных условиях хозяйствования;

- во-вторых, от степени учета и использования факторов, благоприятно влияющие на результаты производственно-хозяйственной деятельности нефтедобывающего предприятия;

- в-третьих, от умения своевременного выявления и устранения факторов, отрицательно влияющих на эффективность работы нефтедобывающего предприятия.

Список литературы / References

1. *Алиев М.А., Гусейнова У.Я.* Некоторые вопросы учета рисков в оценке экономической эффективности инвестиционных проектов // Известия НАНА. Серия гуманитарных и общественных наук (Экономика), 2007. № 1. С. 141-144.
2. *Алиев Р.* Социально-экономические проблемы развития предпринимательства в нефтегазодобывающей промышленности (на азербайджанском языке). Баку. «ЭЛМ», 2010. С. 229.
3. *Алиев Т.Г.* Совершенствование организационно-экономического механизма инновационного развития в нефтедобыче Азербайджана // International Journal of Innovative Technologies in Ekonomy. Jule United Arab Emirates, Ajiman, 2017. № 2 (8). С. 6-10.
4. *Аскерова Ф.А.* Экономика применения в нефтедобыче современных методов увеличения нефтеотдачи // Материалы конференции «Развитие и повышение эффективности национальной экономики». Баку, 2012. 27-28 июнь. Стр. 924-928.
5. *Аскерова Ф.А.* Пути развития нефтегазовой отрасли в процессе становления рыночной экономики// НТЖ. ВНИИОЭНГ Нефтепромысловое дело. № 1, 2014. г. Москва. Стр. 54-56.

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНСТИТУЦИОННОГО И УГОЛОВНОГО ПРАВА

Арутюнов Э.К.[1], Улитин И.Н.[2]
Email: Arutyunov17132@scientifictext.ru

[1]Арутюнов Эрик Каренович - доктор исторических наук, профессор, юридический факультет;
[2]Улитин Илья Николаевич – преподаватель, Институт среднего профессионального образования Кубанский государственный университет, г. Краснодар

Аннотация: *в работе рассматриваются вопросы взаимосвязи конституционного и уголовного права. Авторы указывают на важность межотраслевой связи конституционного и уголовного права. В работе излагаются основные положения связи Конституции РФ и уголовного закона. Авторы анализируют влияние конституционного права на уголовное право. В статье выдвигается гипотеза о важности указанной связи для надлежащей правовой регламентации общественных отношений. Авторы делают вывод, что уголовное право напрямую связано с предметом конституционного права.*
Ключевые слова: *конституционное право, уголовное право, взаимосвязь.*

INTERRELATION OF CONSTITUTIONAL AND CRIMINAL LAW

Arutyunov E.K.[1], Ulitin I.N.[2]

[1]Arutyunov Eric Karenovich - Doctor of Historical Sciences, Professor, FACULTY OF LAW;
[2]Ulitin Ilya Nikolaevich – Teacher, INSTITUTE OF SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION, KUBAN STATE UNIVERSITY, KRASNODAR

Abstract: *the paper deals with the relationship of constitutional and criminal law. The authors point out the importance of intersectoral communication of constitutional and criminal law. The paper outlines the main provisions of the relationship of the Constitution of the Russian Federation and the criminal law. The authors analyze the effects of constitutional law on criminal law. The article puts forward a hypothesis about the importance of transmission for the normal legal regulation of social relations. The authors conclude that criminal law is directly related to the subject matter of constitutional law.*
Keywords: *constitutional law, criminal law, relationship.*

УДК 34.09
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-004

Динамическое развитие современного российского уголовного права связано с нарастанием интеграционных процессов в современном мире [6]. Данный факт вызывает актуальность в переосмыслении и анализе взаимосвязи конституционного и уголовного права и их влияния друг на друга.

Как указано в ст. 1 Уголовного кодекса Российской Федерации (далее – уголовный закон/уголовный кодекс), уголовное законодательство состоит из уголовного кодекса. УК РФ основывается на Конституции РФ[4] и общепризнанных принципах и нормах международного права [7].

В связи с этим возникает ряд вопросов: нормы Конституции РФ входят в систему уголовного права? Является ли Конституция источником уголовного права?

Так, профессор Кубанского государственного университета В.П. Коняхин в своей работе пишет: «Конституция РФ является главным источником уголовного права, а некоторые ее нормы полностью сливаются с «материей» Общей части уголовного права» [6].

Таким образом, уголовный кодекс не является единственным источником норм уголовного права России. Источниками уголовного права РФ выступают Конституция РФ, источники,

содержащие общепризнанные нормы и принципы международного права, как это гласит ст. 1 уголовного закона.

Проблема взаимосвязи конституционного и уголовного права носит не только прикладной характер, но также имеет большое практическое значение для квалификации преступлений [1].

Взаимосвязь конституционного и уголовного права принципиально отличается от всех других видов межотраслевых взаимосвязей.

Так, предметом конституционного права выступают две группы общественных отношений, такие как:

а) отношения между человеком и государством по поводу охраны прав и свобод личности;

б) властные отношения, возникающие по поводу устройства государства и государственной власти [3].

Как указывает Генрих Н.В. в своей работе: «следует дифференцированно подходить к оценке взаимосвязи уголовно-правовых отношений с каждым из вышеуказанных видов конституционно-правовых отношений» [2].

Наименьшая связь уголовного и конституционного права усматривается во второй группе общественных отношений, указанных выше. В данном случае принципиально различаются субъекты отношений, предмет и содержание их взаимосвязи.

Вместе с тем, указанный вид отношений имеет прямое значение для формирования и развития уголовного права, поскольку в их рамках закладываются фундамент управления и устройства государства, тем самым они выступает основной для возникновения уголовно-правовых отношений.

Превалирующая связь уголовного права наблюдается в первом виде правоотношений, возникающих между государством и личностью по поводу защиты прав и свобод гражданина.

Конституция РФ устанавливает принципы правового статуса личности, которые проявляются во всех сферах реализации его правосубъектности, независимо от того, какой отраслью права регулируется отношения.

Статусные положения задают базу, в пределах которой реализуются все виды правоотношений, в том числе и уголовно-правовые.

С этих позиций уголовные правоотношения следует рассматривать в качестве особой вариации конституционных.

Таким образом, можно умозаключить, что связь уголовного и конституционного права реализуется в двух основных направлениях:

- в рамках конституционных отношений создается необходимая база реализации уголовно-правовых отношений;

- уголовное право основывается на конституционном, но при этом оно детализирует и уточняет права и обязанности личности и государства в рамках уголовно-правовой охраны правопорядка.

Подводя итог, следует сделать вывод, что конституционное право занимает «главенствующую» позицию в рамках регулирования уголовного права.

Список литературы / References

1. *Вертепова Т.А.* Взаимосвязь конституционных норм и норм уголовного закона // Вестник Краснодарского университета МВД России, 2016. № 4 (34). С. 13-15.
2. *Генрих Н.В.* Взаимосвязь уголовно-правовых отношений с предметом иных отраслей права // Общество и право. 2010. № 2 (29). С. 13-24.
3. *Козлова Е.И., Кутафин О.Е.* Конституционное право Российской Федерации. Учебник. М., 1995. С. 6.
4. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) // Собрание законодательства РФ, 04.08.2014. # 31. Ст. 4398.
5. *Коняхин В.* Конституция как источник Общей части уголовного права // Рос. Юстиция, 2002. № 4. С. 53.
6. *Спиридонов А.П.* Уголовное право Российской Федерации и правовая глобализация: влияние и соотношение: влияние и соотношение: дис. ... д-ра юрид. наук. СПб., 2006.
7. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 03.10.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 21.10.2018) // Собрание законодательства РФ, 17.06.1996. № 25. Ст. 2954.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Волчо Е.В. Email: Volcho17132@scientifictext.ru

Волчо Екатерина Владимировна - кандидат исторических наук, доцент,
кафедра философии, истории и права,
Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск

Аннотация: *в статье рассматриваются различные возможности широкого внедрения информационных технологий в образовательный процесс высшей школы. Анализируется необходимость привлечения новых форм и методов в образовательный процесс, внедрения новых технических средств обучения, связанных не только с изменениями стандарта ФГОС ВО, но и с наблюдаемым совершенствованием технологий. Перечислены положительные и отрицательные стороны широкого внедрения информационных технологий в образовательную среду высшей школы.*
Ключевые слова: *информационные технологии, высшая школа, обучение, образование.*

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN UNIVERSITIES

Volcho E.V.

Volcho Ekaterina Vladimirovna – PhD in History, Associate Professor,
DEPARTMENT OF PHILOSOPHY, HISTORY AND LAW,
SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF WATER TRANSPORT, NOVOSIBIRSK

Abstract: *the article discusses the various possibilities of widespread introduction of information technology in the educational process of higher education.The need to bring new forms and methods in the educational process have been analyzed. Due to changes in the Federal State Standard of Higher Education and improvement in technology, the introduction of new technical training tools including information technologies is a challenging task. The positive and negative aspects of the widespread introduction of information technology in the educational environment of higher education are considered.*
Keywords: *information technologies, higher education, training, education.*

УДК 37.013.32

Новые стандарты ФГОС ВО [1] выявили значительное уменьшение аудиторных часов, практически вдвое сократились контактные часы, предназначенные для обучения гуманитарным дисциплинам, особенно в непрофильных вузах. В качестве компенсации предполагается перенести большой объем материала в раздел самостоятельной работы учащихся. Невольно встает вопрос, как организовать обучение, удержать внимание студентов, сделать возможной творческую реализацию практических и семинарских заданий.

Перед школой, особенно высшей, встает задача привлечения новых форм и методов в образовательный процесс, внедрения новых технических средств обучения, во многом связанных не только с изменениями стандарта, но и с тем стремительным совершенствованием технологий, который мы наблюдаем.

Широкое использование информационных технологий в образовательный процесс имеет ряд преимуществ и недостатков:

1. Использование электронных библиотечных ресурсов. Студент получает доступ как к учебным пособиям, так и к методической литературе, что снимает значительное количество технических вопросов. Электронные «книги» практически не подвержены воздействию времени, их легко заменить новейшей литературой, нет необходимости следить за сохранностью и т.д.

2. Публикация рабочих программ с расширенным пояснением тем лекционных и семинарских занятий знакомит студентов с заданиями заранее, что дает возможность выбрать интересную проблему либо предложить свою тему.

3. Использование электронных баз данных, содержащих оцифрованные архивные фонды, редкие издания, визуальные и аудиальные источники, различные энциклопедии. Незаменимо для самостоятельной, творческой работы.

4. Серьезным недостатком является анонимность некоторых ресурсов, некорректность материалов, размещенных на многих сайтах, тиражирование исторических мифов. В настоящее время становится особенно важным научить студентов поиску источников, грамотной проверке источника другими материалами.

5. Возможность пользоваться блогами, просмотром комментариев других пользователей приводит студента к пониманию актуальности очерченных проблем. Негативными факторами могут стать излишняя горячность, переходящая в неприязнь, а также пропаганда. С другой стороны, участие в дискуссии учит аргументации, умению слушать собеседника, находить компромисс. Несомненно, преподаватель обязан руководствоваться нормами научной этики и прививать этот навык студентам.

6. Использование преподавателем «чатов», работа в различных «группах», дает возможность быстро доносить информацию: изменение расписания, дату интересной открытой лекции, выбор студентом темы минидоклада для семинарского занятия и др.

7. Интерактивное обучение, в том числе вэбинары, дает возможность присутствовать на лекции, получить консультацию, даже если преподаватель не находится в непосредственной близости.

8. Неудачным решением было бы сосредоточение только на «записанных» лекциях, т.е. полное отсутствие обратной связи между лектором и студентами. Каждое занятие уникально, как уникальна аудитория со своим уровнем подготовки, вовлеченностью в процесс, усталостью и т.д. Опытный преподаватель всегда реагирует, меняя темп речи, стилистику, варьируя темой лекции, акцентируя актуальность темы, связь с современностью, универсальность и др.

9. Коллаборация - использование совместных ресурсов, контактных объединений дает возможность работы в любой точке мира над одним проектом. Значительно ускоряет взаимодействие, способствует, в том числе, учебной мобильности, изучению и усвоению новых методов исследования. Для России, с ее огромными территориями, это важно.

10. Увеличение наглядности: использование в обучении слайдов, схем, различных иллюстраций, визуальных эффектов. Увеличивает загруженность наиболее важного канала получения информации.

11. Постоянное подключение к системе Интернет дает возможность быстрого получения информации, что способствует творческому поиску, работе на стыке дисциплин. Вместе с тем, некоторые университеты сознательно создают помехи для входа в Интернет в помещениях для семинарских занятий, препятствуя «списыванию», особенно во время проверочных и контрольных занятий, выполнения письменных экзаменационных работ. Есть и другие примеры. Например, в университете Або (г. Турку, Финляндия) основная лекционная аудитория экранирована от сотовой связи, при этом предоставлен доступ в Интернет через Wi-Fi.

12. Большая роль уделяется умению составлять связный текст. Студент учится формулировать мысль, использовать аргументы, в том числе за и против, ранжировать доказательства, интерпретировать источники. Письменная фиксация не использует возможности устной речи (тембр, изменение интонации и др.), важным является логичность, связность текста, грамматически правильное построение предложений.

13. Использование системы «антиплагиат» позволяет решить проблему бездумного копирования текстов. Конечно, существуют устойчивые речевые конструкции, используемые научной лексикой, но в основном текст должен быть написан студентом самостоятельно, а все цитаты – корректно оформленными. Самостоятельная студенческая работа является безусловным приоритетом.

14. В современных условиях трудно представить неизменность условий труда и занятости, таким образом, непрерывное обучение, возможность получения образования в любом возрасте и на любом этапе, с широким использованием новых технологий становится более доступным.

15. Использование новых технологий остро ставит вопрос доступности средств выхода в Интернет и оплаты доступа. Необходимо учитывать растущие расходы на расширение использования информационной образовательной среды.

16. Распространение вредоносных программ делает необходимой защиту внутренних ресурсов учебных учреждений, в том числе для избежания утечек персональных данных преподавателей и студентов.

Таким образом, информационные технологии расширяют возможности обучения, способствуют применению творческого подхода, расширяют круг привлекаемых источников. Следующий шаг – сделать использование новых технологий доступным и безопасным.

Список литературы / References

1. Федеральный закон об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4/ (дата обращения: 10.11.2018).

THE PREVALENCE OF PULMONARY ANOMALIES IN CHILDREN OF THE SCHOOL AGE IN THE BUKHARA REGION

Gafforov S.A.[1], Nurova Sh.N.[2], Nurov N.B.[3]
Email: Gafforov17132@scientifictext.ru

[1]Gafforov Sunnatilla Amrullaevich - Doctor of Medical Sciences, Professor,
Tashkent Institute for Advanced Studies of Doctors, Tashkent;
[2]Nurova Shokhsanam Norpulatovna - Senior Lecturer;
[3]Nurov Norpulat Bobokulovich – Teacher,
DEPARTMENT OF ORTHOPEDIC DENTISTRY AND ORTHODONTICS,
BUKHARA MEDICAL INSTITUTE,
BUKHARA,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the article reveals the dynamics of changes in the content of essential amino acids in the peripheral blood of school-age children with abnormalities in the area of the alveolar dent system. The author pays special attention to a significant reduction in the level of concentration of essential amino acids, including arginine, methionine, valine and lysine, involved in the metabolism of proteins and the formation of bones. The authors analyze the causes of the prevalence of pulmonary anomalies in children of school age in the Bukhara region.*
Keywords: *amino acid, biosynthesis, dynamics, nutritional factor, concentration.*

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЛЕГОЧНЫХ АНОМАЛИЙ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Гаффоров С.А.[1], Нурова Ш.Н.[2], Нуров Н.Б.[3]

[1]Гаффоров Суннатилла Амруллаевич - доктор медицинских наук, профессор,
Ташкентский институт повышения квалификации врачей, г. Ташкент;
[2]Нурова Шохсанам Норпулатовна - старший преподаватель;
[3]Нуров Норпулат Бобокулович – преподаватель,
кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии,
Бухарский медицинский институт,
г. Бухара, Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье раскрывается динамика изменений содержания незаменимых аминокислот в периферической крови детей школьного возраста с отклонениями в области альвеолярной системы вмятины. Автор обращает особое внимание на значительное снижение уровня концентрации незаменимых аминокислот, в том числе аргинина, метионина, валина и лизина, участвующих в метаболизме белков и формировании костей. Авторы анализируют причины распространенности легочных аномалий у детей школьного возраста Бухарской области.*
Ключевые слова: *аминокислота, биосинтез, динамика, питательный фактор, концентрация.*

UDC 14.00.00

The prevalence of dent facial anomalies in children ranks second in the structure of dental morbidity after caries [1, p. 67]. Epidemiological dental studies conducted by Russian scientists have shown that the proportion of children suffering from DFA is up to 75% and has a tendency to further growth [3, p. 52].

Deterioration of the conditions for organizing and carrying out oral sanation in children with temporary bite conducts to the development of complications in the formation of a replaceable and subsequently permanent occlusion, which ultimately causes an increase in the number of anomalies of the maxillofacial system. Anomaly is an innate persistent, usually non-progressive deviation of the normal structure and function inherent in this biological species [2, p. 43].

The study of the prevalence of DFA is necessary, on the one hand, for the development of organizational principles for diagnosis of DFA, and, on the other, for the development of expert criteria for forensic identification of the individual.

Periodically conducted studies show the absence of a tendency to decrease the frequency of DFA. Some authors, when studying the prevalence and changes in the structure of DFA among schoolchildren, note the age-related dynamics of growth [1, p. 69].

The purpose of this study was to study the prevalence and changes in the structure of DFA among schoolchildren.

Material and methods of investigation

In this article, we present the results of a comprehensive medical and social study conducted in the period 2013-2015.

205 schoolchildren of the secondary school of Bukhara were surveyed at the age of 7 to 17 years (of them girls 107, boys 98). All children were examined by an orthodontist. The research program included traditional methods of clinical and dental examination, such as clinical and dental research methods, study of functional occlusion and assessment of occlusal relationships, biometric study of diagnostic models of jaws and study of face proportions. All information about the patient, including passport data, complaints, anamnesis, objective diagnostic indicators and diagnosis in a special patient survey card developed by us.

The obtained data were processed by the method of variational statistics using special computer programs.

Results and discussion

It was found that more than half of the students had a middle-type face (51.8% wide), a triangular shape (41.3%), and a straight profile (48.2%). The asymmetry of the face was observed only in single (4) cases. In 60.9% of cases, the chin was normal, but in 18.3% of cases there was a decrease in the distance, and in 12.3% increase. In 73.8% of cases, the lower part of the face of the children was normal, 10.4% showed lengthening of the lower third of the face, and in 3.2% of cases - the shortening of 89.3% of children had nasal breathing.

During the study of the temporomandibular joint, it was found that in the vast majority (89.8%) of cases, the opening of the mouth in schoolchildren was painless, and yet 9.2% experienced pain, 1.0% had difficulty opening.

In girls, these symptoms were 2 times more common, lower in boys. In 11.2% of children, a crunch was observed during the movement of the lower jaw, 11.4% - clicks, in equal shares on the right and left. In 21.3% of observations, the lips of children were excessively compressed, and 18.2% were slightly open. The severity of nasolabial folds was reduced in 30.8% of the examined, increased - in every tenth case (10.4%). Speech formation was found satisfactory only in half of schoolchildren (49.7%). Violation of speech was: 29.9% of children had a violation of the pronunciation of the letter "p", 11.8% had whistling speech, 8.7% - sibilant sounds predominated, 6.2% - the pronounced "l", 1, 84 - not clear speech. High enough were the levels of habits such as biting the lower lip (38.6 per 100), the habit of gnawing nails (30.4 per 100) and the handle (26.8 per 100).

Among the children examined, 16.4% received orthodontic treatment, and the girls were treated significantly more often than boys (28.0%, 10.4%). At the examination, 8.4% of schoolchildren visited the specialist at the time of the examination. The remaining 76.4% of children have never been to an orthodontist. Meanwhile, when examining the oral cavity of schoolchildren, it was found that 78% of the children had a deformation of the dentition. Most often (44 cases per 100), the deformation of the lower dentition was noted, in 26 the deformation was noted. In 62% of the children, the crowding of the teeth was recorded, and in 22.8% of cases, there were three tremors, and in 16.2% - a diastema. Most often, the crowding of the teeth was noted in the anterior part of the lower jaw. To each 12 children the bridle interfered with the movement of the tongue. In a third of cases (33.8%), the bite was recognized as pathological, and with age the proportion of schoolchildren with bite violation increased: if in the age group up to 7 years the proportion of such schoolchildren was 24.8%, then by 16 years it had grown to 37.9 %. In the structure of the types of pathological occlusion, the deepest (39%) was most common, the second was the cross type (26.9%), 21.2% distal, 7.1% straight, 3.1% open, 2 , 1% - mesial. Orthogenetic bite was observed in 78.6% in a greater degree - in children younger than seven years. When assessing the midline of the face it was found that less than half of the children (45.7%) she was normal.

In the remaining cases, the middle line of the face was displaced, and in 36.1% of the changes concerned the lower dentition, and in 15.6% the upper line.

The most common deviations from the norm in the development of teeth in schoolchildren were size anomalies (5.6 cases per 100 examined) and anomalies of the situation, where for each student, on average, there were 6.2 teeth of anomalous shape. Among the anomalies in the size of the teeth, the most frequently observed microdentity (4.4 cases per 100 examined). Anomalies of the position of the teeth were most often observed on the incisors (164.4 cases per 100 examined). Fangs were changed in

54.6% of cases per 100 people examined. In 76.7% of cases, 100 changes were observed in changes in molars (premolars and molars). In the structure of the anomalies of the position of the teeth, the first place was occupied by the tortoposition (50.6%), the second place was endoposition (18.6%), the third - exposition (10.9%), the fourth - mesopoiesis (6.2%), followed by distal positions (5.9%), supraposition (2.8%) and infraposition (1.3%).

Thus, during the examination of the oral cavity, it was found that in most cases, the children of school age had abnormalities of the development of the teeth, which could be due to both congenital factors and the effect of external causes.

With the growth and development of the child, the number of anomalies increases. At a stable level, according to our data, the occurrence of deep bite, distal occlusion is maintained. Some types of anomalies are absent or have a low frequency of occurrence in the early school age, gradually acquiring a more massive character (cross bite, mesial occlusion, narrowing of the dental arches) in children in the upper grades and, on the contrary, such anomalies as the reverse incisal overlap, enlarged dental arches the reverse dynamics of occurrence.

Our research results may differ from those of other authors. However, it is important to note that the availability of such data for different regions, cities and other settlements will play an important role in the creation of a database.

References / Список литературы

1. *Alimsky L.V.* Age dynamics of prevalence and changes in the structure of anomalies of the dentoalveolar system among pre-school children and schoolchildren. Stomatology, 2002. 5: 67-71.
2. *Vodolatsky V.M.* Clinic and complex treatment of combined forms anomalies of occlusal dentition in children and adolescents: Author's abstract. diss.... Dr. honey. sciences. M., 2010.
3. *Kasyuga S.Yu.* Epidemiological examination of children Nizhny Novgorod region. Nizhny Novgorod Medical Journal, 2003. Appendix: 50-52.

ПРОИЗВЕДЕНИЯ МОЛОДЫХ КОМПОЗИТОРОВ УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ ОРКЕСТРА НАРОДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Акмалжанова М.В. Email: Akmaljanova17132@scientifictext.ru

Акмалжанова Манзура Васикджановна – доцент,
кафедра оркестрового дирижирования,
Государственная консерватория Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *из истории узбекской музыки, узбекской композиторской школы всем известно, что XX век вошел в историю музыки региона как время перелома вековых традиций и поиска путей ее обновления, творческого подъема, смелых решений и непреодолимых противоречий, создания государственных музыкальных школ и консерваторий, научно-исследовательских центров и институтов, внедрения европейской нотной системы, проведения изыскательских работ и составления больших многотомных сборников народной музыки. В этом водовороте музыкальных взлетов и падений, в центре внимания и осью противостояния парадоксальным образом оказывается именно традиционная и многоголосная музыка.*

В статье рассматриваются сочинения различных жанров для оркестра народных инструментов молодых композиторов Узбекистана в контексте социальной динамики XXI века. На основе анализа сочинений К. Азимова, Ш. Собирова, Н. Назарова, М. Мухтарова выявляются особенности узбекской композиторской школы.

Ключевые слова: *оркестр народных инструментов, композитор, элитарность духа, музыкальный жанр, форма, драматургия, выразительные средства, концерт.*

WORKS OF YOUNG COMPOSERS OF UZBEKISTAN FOR FOLK INSTRUMENTS ORCHESTRA

Akmaljanova M.V.

Akmaljanova Manzura Vasikdjanovna – Docent,
DEPARTMENT ORCHESTRAL CONDUCTING,
STATE CONSERVATORY OF UZBEKISTAN, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *from the history of Uzbek music, the Uzbek composer's school, we all know that the twentieth century entered the history of the region's music as a time of breaking the centuries-old traditions and finding ways to renew it, creative growth, bold solutions and insurmountable contradictions, the creation of state music schools and conservatories, research centers and institutions, the introduction of the European music system, exploration and compilation of large multi-volume collections of folk music. In this maelstrom of musical ups and downs, in the center of attention and the axis of opposition, in a paradoxical way, it is traditional and polyphonic music.*

The article deals with compositions of various genres for the orchestra of folk instruments of young composers of Uzbekistan in the context of the social dynamics of the 21st century. Based on the analysis of the works of K. Azimov, Sh. Sobirov, N. Nazarova, M. Muhtaova, the features of the Uzbek composer school are being identified.

Keywords: *orchestra of folk instruments, composer, spirit elitism, musical genre, shape, dramaturgy, expressive means, concert.*

УДК 078

Оркестр народных инструментов привлекает молодых композиторов Узбекистана богатыми возможностями темброкрасок, выразительных средств, направленных на воплощение национально неповторимого своеобразия, обновление звукового мира узбекской музыки. Он является органичным продолжением и развитием народно-профессиональной узбекской музыкальной культуры. «В годы независимости, – подчеркивает заведующий кафедрой исполнительства на народных инструментах, профессор ГКУз Анвар Лутфуллаев, – активизировался интерес композиторов Узбекистана к народным инструментам, для которых пишется много произведений различных жанров – пьесы, сюиты, концерты, поэмы, симфонии» [1, 152].

Весьма плодотворно работают в этом направлении молодые композиторы, опираясь на традиции и достижения таких мастеров народной оркестровой культуры, как Дони Закиров, Мустафо Бафоев, Хабибулла Рахимов, Кахрамон Камилов, Аваз Мансуров. Круг произведений, написанных молодыми композиторами для оркестра народных инструментов весьма широк и разнообразен. Художественное содержание их сочинений глубоко национально и в то же время современно, отражает мироощущение человека XXI века, обладающего творческими способностями и развитым интеллектом, элитарностью духа. «Народный инструмент, – рассуждает заслуженный деятель искусств России, доктор искусствоведения, академик, профессор Михаил Имханицкий, – тот, который служит для выражения музыкальных эмоций и мыслей, преобладающей части общества, не входящей в его элиту. Соответственно, тот же инструмент, служащий средством воспроизведения музыки, ориентированной на элиту, будет элитарным» [2, 347]. В контексте этого интереснейшего размышления крупнейшего ведущего специалиста мира в области народной инструментальной культуры, народные инструменты Узбекистана поистине элитарны в своей социальной востребованности, высокой духовной сущности и ментальности. Это наглядно и доказательно подтверждают произведения таких молодых композиторов, как Камолиддин Азимов, Шерзод Собиров, Нодир Махаров, Мехрож Мухтаров.

Показательно обращение молодых композиторов к жанру концертной увертюры. В этом отношении в Узбекистане накоплен богатый опыт создания произведений в данном жанре. Достаточно упомянуть увертюру «Янгра дойра, жаранглар» А. Мансурова, традиции которой ощущаются в увертюре «Тасанно» («Восхищение») Камолиддина Азимова. По-юношески приподнятая, свежая и жизнерадостная, она, своим ярким, темпераментным колоритом буквально зажигает каждого слушателя, создает прздничныйэмоциональный настрой.

Громогласное, темброво насыщенное звучание карная – музыкального символа узбекского величия и жизненного оптимизма, лучезарного солнечного мира – прекрасно вписывается в оркестровую ткань партитуры, обогащает ее национальный колорит.

Пьеса для кануна и оркестра народных инструментов Шерзода Собирова привлекает красочной звуковой палитрой. Молодой композитор открыл новые выразительные возможности кануна – одного из самых изумительных по красоте звучания, народных инструментов Востока. Богатый звуковой мир этого произведения вызывает широкий круг ассоциаций: образы вечности, эпоса, картины древней цивилизации и Великого Шелковогопути, космического пространства Вселенной.

Чрезвычайно интересна «Поэма памяти Ахмада Яссави» Нодира Махарова, в которой современными выразительными средствами воплощен образ великого мыслителя Востока, его философские размышления о человеческом назначении в земном мире, о мечтах человека, о космическом пространстве. Для воплощения своего замысла молодой композитор удачно избрал форму философского диалога солирующих инструментов – кашгарского рубаба и ная, обогатившего лирико-эпическую драматургию поэмы. Мысль композитора, обращенная к сущности человеческого бытия, раскрывается яркими и художественно убедительными выразительными средствами.

Разнообразием выразительныхприемов письма отличается и танец «Янги кун» («Новый день») для оркестра народных инструментов Мехрожа Мухтарова. Светлый, праздничный настрой ассоциируется с весенним праздником «Навруз», отмечаемым многими народами Востока. Само слово «Навруз» означает, как известно, «Новый день» и в этом смыслепроизведение молодого композитора является выражением его юношеской жизненной философии, устремленности в будущее, в созидательную деятельность. Опора на глубинные национальные традиции свидетельствуют о стремлении Мухтарова выразить в своем сочинении характерные черты узбекского народа.

Танцевальное начало определяет зажигательный, ярко темпераментный характер музыки. Энергичная остросинкопированная ритмическая пульсация передает национальную самобытность музыки поэмы. Таким образом, современное композиторское творчество молодых авторов свидетельствует о том, что многоголосный оркестр народных инструментов живет в Узбекистане полнокровной жизнью, развивая и обретая новые формы выразительности, удовлетворяя духовно-эстетические запросы общества. Это подтвердил и запечатлел концерт оркестра народных инструментов, открывший 12 октября 2018 года «Республиканский фестиваль молодых композиторов – 2018», состоявшийся во Дворце творчества молодежи в Ташкенте. Рассмотренные в настоящей статье произведения молодых композиторов ярко и вдохновенно прозвучали в исполнении Государственного академического оркестра народных инструментов Узбекистана под управлением художественного

руководителя и дирижера Дилшода Муталова. Данный концерт являлся подтверждением тому, что в Узбекистане уделяется огромное внимание творческому развитию молодого поколения.

Список литературы / References

1. *Лутфуллаев А.К.* История исполнительства на узбекских народных музыкальных инструментах. – Ташкент: Musiqa, 2010.
2. *Имханицкий М.И.* Оркестр народных инструментов как новый тип тембровой организации и его место в культуре народа // Практические и методические задачи начального музыкального образования на народных инструментах. Ташкент: Musiqa, 2015.

ИЗУЧАЯ БУХАРСКИЙ ШАШМАКОМ

Дадаев А.Ш. Email: Dadaev17132@scientifictext.ru

Дадаев Ахмаджон Шакаримович - и.о. доцента,
кафедра национального пения,
Государственный институт искусств и культуры, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *судьба Бухарского Шашмакома – этого культурного феномена мирового значения – поистине парадоксальна. Редко можно найти в культуре какой-либо страны или региона такое явление, о котором бы знали все, при необходимости публично говорили и упоминали в печатных работах, но художественный статус которого был бы настолько не определенным, размытым и заниженным в системе современных национальных культурных ценностей. Статус этот ограничен в основном рамками исторического реликта, исчезающего или почти исчезнувшего из реального художественного процесса. Или же – памятника музыкальной культуры, многие элементы и принципы которого оказались распыленными или «органично вошедшими» в другие, бытующие и процветающие циклы и формы – Узбекский Шашмаком, Фергано-Ташкентские макомы, Хорезмские макомы. Неудивительно, что Бухарский Шашмаком нередко воспринимается только лишь памятником культуры, но не живой полнокровной музыкальной традицией.*

Ключевые слова: *маком, традиция, культура, музыка, книга, источник, лад, ритм.*

STUDYING BUKHARA SHASHMAKOM

Dadaev A.Sh.

Dadaev Ahmadjon Shakarimovich - Acting Associate Professor,
DEPARTMENT NATIONAL SINGING,
STATE INSTITUTE OF ARTS AND CULTURE, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the fate of Bukhara Shashmakom – this cultural phenomenon of world significance – is truly paradoxical. It is rare to find in a culture of any country or region such a phenomenon that everyone would know about, if necessary, publicly speak and mention in print works, but whose artistic status would not be so definite, vague and underestimated in the system of contemporary national cultural values. This status is limited mainly by the historical relic, disappearing or almost disappeared from the real artistic process. Or - a monument of musical culture, many of the elements and principles of which turned out to be dispersed or "organically incorporated" into other, existing and flourishing cycles and forms – Uzbek Shashmakom, Fergano-Tashkent makoms, Khorezm makoms. Not surprisingly, Bukhara Shashmak is often perceived only as a cultural monument, but not a living full-blooded musical tradition.*

Keywords: *poppy, tradition, culture, music, book, source, mode, rhythm.*

УДК 078.7

Обращаясь к такой тематике, можно легко соскользнуть на тропу жесткого противопоставления и противостояния в культуре, видов макомной музыки в сознательном замалчивании и игнорировании живой традиции с древними корнями. Ученые в области макомоведения из Узбекистана, выступая с позиций национальных культурных интересов, выдвигает концепцию, смысл которой заключается в том, что каждый из ныне бытующих в

стране циклов – Узбекский Шашмаком, Хорезмские макомы, Фергано-Ташкентские макомы и Бухарский Шашмаком равноценны, имеют равные права на развитие и всестороннюю поддержку, они «не конкурируют» и «не мешают» друг другу, а напротив – взаимодействуют и взаимно обогащают друг друга, и вместе образуют многосложную и многоцветную панораму традиционной классической музыки Узбекистана. Сложившаяся в XX веке ситуация с Бухарским Шашмакомом и вокруг него – это результат сложных культурно-политических процессов, которые, однако, не привели к исчезновению данного феномена. Макомы смогли «выдержать натиск времени». Современный исторический этап открывает возможности для возрождения этой самобытной традиции.

Без детального раскрытия этой системы все разговоры о самобытности и уникальности Бухарской макомной традиции останутся пустым звуком, обычной декларацией. Именно для этого поставлена задачу раскрыть наиболее важные узловые пункты системы Бухарского Шашмакома, логику его строения и, тем самым, обосновать его художественную самобытность и самодостаточность [1, 145].

Импульсом для написания работы послужило одно очень важное событие, которое еще не попало в полной мере в поле зрения специалистов и музыкальной общественности нашей страны и за рубежом, и не получило должной оценки. Это – публикация в Германии огромного фолианта в факсимильном воспроизведении – Бухарского Шашмакома в нотной и текстовой записи Ари Бабаханова, изданного при содействии немецкого музыковеда доктора Ангелики Юнг. Ари Бабаханов – потомственный музыкант и хранитель традиций Бухарского Шашмакома. На протяжении более двадцати лет он работал над воссозданием и реконструкцией Бухарского Шашмакома в том виде, который он сохранил в памяти в своей семейной музыкантской традиции и в традициях исполнителей Бухары. Именно это издание и предоставило в распоряжение О. Матякубова ценный фактический материал для глубокого теоретического анализа различных сторон Бухарского Шашмакома [2].

Два других источника – нотная запись Бухарского Шашмакома В.А. Успенского (1924 г.) под реакцией А. Фитрата и Н.Н. Миронова и книга Фитрата – «Узбек классик музикаси ва унинг тарихи» (1927 г.). Эти три основных источника, дополненные материалами из старых трактатов о музыке на персидско-таджикском языке, сборников поэтических текстов (баязов) для исполнения макомов XIX – начала XX веков, Хорезмской танбурной нотацией и, главное, – самой бытующей ныне живой традицией, – ряда принципов в организации и функционировании художественной системы Шашмакома.

Можно определенно говорить о создании собственной теоретической концепции Бухарского Шашмакома. Многое в ней, несомненно, представляет собой новое слово в истории изучения макомов. Это касается каждой из больших тем, отраженных в оглавлении книги: вопросов лада, ритма, поэтической основы, форм и практического бытования Шашмакома. Исследователь связывает пласт предшествующего научно-практического знания.

Многие доводы и наблюдения выглядят достаточно убедительными, заглубленными в почву традиции. В исследовании совмещаются культурологическая широта и национальная почвенность. Шашмаком представлен и как национальное явление, и как культурный и художественный феномен Центрально-азиатского региона.

В той связи нельзя не видеть еще один очень важный аспект. Публично не декларируя исходные концептуальные принципы, ученые на протяжении уже многих лет своими научными трудами, а теперь и этой фундаментальной работой, отстаивая идеей плодотворного взаимодействия двух научно-языковых культур в национальной культуре Узбекистана – узбекской и русскоязычной. Понимая значение русскоязычного музыкознания в становлении лучших традиций музыкознания в Узбекистане, в сохранении и упрочение этих связей на новом историческом этапе развития. Естественно дополненные в период независимости освоением и других, новых в языковом отношении культур, могут помочь нашей науке и культуре преодолеть самоизоляцию и самолюбование; они дают возможность сохранить и нарастить потенциал для нового прорыва в мировое культурное и информационное пространство. Преодолеть возникающее время от времени параллельное, не соприкасающееся движение научной мысли на различных языках и в «формах» мышления – один из методологических принципов, и насущная потребность современной научной деятельности. Так продвигается в жизнь очень важная парадигма современного культурного развития, значение которой далеко выходит за пределы собственно музыковедения.

Исследования Бухарского Шашмакома идеальная и оставляет пространство для дискуссии, провоцируя возможность иного видения и дальнейшего поиска. Проблемой остается, например, статус Бухарского Шашмакома в нотной записи Ари Бабаханова. Проделанная Устодом Арии

Бабахановым гигантская работа по восстановлению Бухарского Шашмакома будет неизбежно восприниматься современниками как новая целостная концепция этого феномена. Эта концепция нуждается в детальном объяснении, описании и интерпретации. В первую очередь было бы интересно выявить соотношение, идущего от самого Ари Бабаханова и его художественных предпочтений, и исконного, воспринятого в традиции. Такое соотношение составляет суть творческого подхода крупного мастера, и оно проявляет себя на разных уровнях строения Шашмакома. Это и предложенная Ари Бабахановым структура цикла, и введение отдельных новых частей (не только принадлежавших к собственно бухарскому наследию), новых ритмов-усулей, новых поэтических текстов (в том числе и на узбекском языке), не зафиксированных в баязах и в традиции самого Бухарского Шашмакома. Все эти новшества подтверждают вывод о том, что Шашмаком – это не мертвый памятник истории музыкальной культуры Бухары, а живая развивающаяся традиция. И Устод, следуя принципу поиска глубинного художественно-эстетического соответствия традиции, дает и свое собственное видение этой традиции.

Список литературы / References

1. *Матякубов О*. Узбекская классическая музыка. Т., 2015.
2. *Jung Angelika*. Der Shashmakom aus Bukhara. Berlin, 2010.

АСПЕКТЫ ИСПОЛНИТЕЛЬСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЦИКЛА «СТАРЫЕ ВЕНСКИЕ ТАНЦЕВАЛЬНЫЕ МЕЛОДИИ» ДЛЯ СКРИПКИ И ФОРТЕПИАНО Ф. КРЕЙСЛЕРА

Магай В.В. Email: Magay17132@scientifictext.ru

Магай Валерий Владимирович - старший преподаватель,
кафедра оркестровых инструментов,
Государственная консерватория Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *широко востребованный в скрипичной концертно-исполнительской и учебно-педагогической практике цикл «Старинные венские танцевальные мелодии» Фрица Крейслера (1875-1962) сохраняют свою актуальность и жизнеспособность в XXI веке, привлекают внимание музыкантов-исполнителей и слушателей своим неповторимым обаянием, изумительной красотой звуковых образов, богатым эмоциональным миром. Цикл содержит три вальса: «Радость любви», «Муки любви» и «Прекрасный розмарин». Он отличается удивительной стилистической цельностью, жанровой основой серии пьес является венский вальс. Своеобразие данного цикла заключается в том, что в нем органично взаимодействуют камерно-виртуозное и камерно-интимное начало.*

Ключевые слова: *исполнитель, интерпретация, звук, традиция, темперамент, жанр, скрипка, жанр.*

ASPECTS OF PERFOMANS TO INTERPRETING THE CYCLE «OLD VIENNESE DANCE TUNES» FOR VIOLIN AND PIANOFORTE F.KREYSLERA

Magay V.V.

Magay Valeriy Vladimirovich - Senior Teacher,
DEPARTMENT ORCHESTRAL INSTRUMENTS,
STATE CONSERVATORY OF UZBEKISTAN, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *widely sought after in violin concert and performing and scholastic-pedagogical practical person cycle "Old-time viennese dance tunes" Fric Kreysler (1875–1962) save its urgency and viability in XXI age, attract attention a musician-performers and listeners by its inimitable charm, astonishing beauty sound image, rich by emotional world. The Cycle contains three waltzs: «Joy love», «Flour love» and «Beautiful rosemary». He differs the amazing stylistic unity, genre base to*

serieses of the plays is a viennese waltz. The peculiarity of this cycle lies in the fact that the chamber-virtuoso and chamber-intimate beginning organically interact in it.
Keywords: *performer, interpretation, sound, tradition, temperament, genre, violin, genre.*

УДК 787.1

Уроженец Вены Крейслер, с детских лет впитав в себя традиции танцевальной культуры этого города, музыки Шуберта, Лайнера, Штрауса, по-новому возродил традиции венского бального танца вальса, одухотворил его поэтикой своего времени, привнес в жанр вальса свои неповторимо индивидуальные особенности скрипичного исполнительского искусства. В итоге возникла темпераментная вальсовая сюита – блистательный букет разнохарактерных танцевальных сцен. «Их интимно звучащие вальсовые мелодии, словно подёрнутые меланхолическим флером, воспринимающиеся как воспоминания о безвозвратно ушедших временах «старой доброй Вены», пожалуй, ближе скорее идиллической настроенности шубертовского лендлера, чем характерной танцевальности Штрауса» [1, 118-119].

Концертный триптих открывает вальс «Радость любви» – ликующий, жизнеутверждающий, тожественно приподнятый, гимнический.

Тональность до мажор выбрана Крейслером не случайно. Она олицетворяет собой символ светоносной энергии, сверкающую белизну солнечного света, звучит как апофеоз юности и любви. Произведение написано в сложной трехчастной форме с элементами рондо, что придает ему черты сюиты, гирлянды танцев, нанизанных на общую нить, основой которых является величественная начальная тема, выполняющая роль своеобразного рефрена. Она имеет ярко выраженный облик: затактовый квартовый восходящий скачок, продолжающий восходящую направленность, с первого же такта вводит в приподнято праздничное настроение активности и радостного чувства. В изложении основной скрипичной темы вальса Крейслер использует двухголосие, создающее полнозвучность скрипичной партии, приближая фактуру к оркестровому многоголосному складу. Звучание инструмента должно быть объемным, полновесным, масштабным, особенно в начальных тактах, где композитор требует от исполнителя нюанса и штриха *marcato.* Начало пьесы должно быть очень эффектным и ярким, уверенным и устремленным, вселяя в слушателя ощущение восторга, праздничного была, радости жизни.

Мелодии вальса чередуются в контрастном разнообразии: решительная и целенаправленная основная тема *Allegro* сменяется плавным и лирическим *Grazioso.* Крейслер удивительно чутко улавливает возможности развития каждой музыкальной темы и чувствует, когда одну мелодию следует заменить другой, не нарушая цельности общей композиции пьесы. В разделах *Grazioso* скрипачу следует найти выразительные исполнительские средства, направленные на раскрытие лирической образности, передачу пластичных мелодических линий, добиться гибкости звуковедения и создать яркие контрасты, оттеняющие основной торжественно приподнятый, праздничный характер произведения.

Второй вальс цикла, его центр – «Муки любви» выдержан в лирических тонах. Его жанровой основой является австрийский лендлер. На это указывает авторское обозначение *Tempo di landler.* Произведение написано в двухчастной куплетной форме. Первая часть написана в тональности ля минор, вторая *Poco meno mosso* – в тональности ля мажор. Также как и вальс «Радость любви», вторая пьеса цикла начинается с затактовой квартовой восходящей интонации, но ее выразительное значение здесь совершенно иное. Крейслер требует исполнения начальной темы*p con sentiment,* что указывает на необходимость проникновенного, доверительного и задумчивого тона, применения легкой, трепетной вибрации. Музыка пьесы по-венски капризна, изысканна и психологична при всей своей классической ясности музыкальной мысли. Задача скрипача здесь заключается в мастерстве передачи тончайших изгибов эмоциональных оттенков чувств и настроений, которые следует подчеркнуть разнообразными штрихами, выразительными приемами, весьма детально обозначенными композитором в нотном тексте.

В разделе *Poco meno mosso* исполнителю следует ощутить светлую мажорную краску и добиться легкого, изысканного и прозрачного звучания, передать капризную ритмическую пульсацию мелодической линии, артикуляционно показать ее дыхание. В этой пьесе Крейслер не использует двойных нот, концентрируя внимание на красоте скрипичной монодии, гибкого взаимодействия кантиленного и декламационно-речитативного начал. Точно и детально разработанная скрипичная фактура требует от исполнителя тщательной отделки всех приемов игры и штрихов, имеющих важное выразительное значение в данном вальсе. Трели в последних тактах произведения должны быть воздушными, невесомыми и таинственно загадочными, наполненными лиричным романтичным чувством.

Завершающая цикл пьеса «Прекрасный розмарин» является поэтичным апофеозом венского вальса во всем его лучезарно сияющем блеске и изысканной красоте. Она написана в трехчастной форме, в тональности соль мажор. Указание Крейслера *Grazioso* ориентирует исполнителя на изящный грациозный характер музыки. Отсюда и выбор скрипачом темпа – подвижного, но не суетливого или слишком поспешного, торопливого. Важно найти легкое и гибкое в своей грациозной изменчивости движение, присущее венскому вальсу. Нюанс ***p*** дает возможность показать значимость каждого звука во взаимосвязи с остальными, передать своеобразную тонкость лирических чувств.

В среднем разделе *Meno mosso* в соответствии с указанием нюанса звучание должно быть более густым, темброво насыщенным и кантиленным. Здесь желательна более густая вибрация и ощущение меланхоличности эмоционального состояния.

По своему жизнерадостному характеру вальс «Прекрасный розмарин» близок к вальсу «Радость любви», но в нем больше скерцозности, грации, полетного движения. В нем отсутствуют двойные ноты в партии скрипки, что придает звучанию утонченность и изысканность, в его мелодике больше капризной изощренности. Прутья прекрасного южного вечнозеленого растения розмарина с душистыми ароматными листьями и светло-синими губчатыми цветками с древних времен являлись торжественным украшение свадебных гостей и символом молодости, свежести и любви. В 1960-м году, когда Крейслеру было 85 лет, он в беседе с уроженцем Одессы Давидом Ойстрахом сказал: «Я бывал там – красивый город. Помню, мне захотелось сыграть что-нибудь новое для музыкальной публики этого города, и тогда я написал пьесу «Прекрасный розмарин» [2, 97]. Так Крейслер воздал должное красавице Одессе, завершив триптих чудесным венским вальсом.

Цикл «Старые венские танцевальные мелодии», являющийся украшением концертных программ, получил новую жизнь в большом количестве переложений и транспонировок. Сам Крейслер, являясь прекрасным пианистом, сделал фортепианные переложения первых двух вальсов, которые нередко охотно играл в концертах в кругу друзей. Очень яркие фортепианные транскрипции вальсов «Радость любви» и «Муки любви» создал Сергей Рахманинов, который выступал с Крейслером в ансамблях.

Вальсы триптиха «Старые венские танцевальные мелодии» можно исполнять не только в виде цикла, но и по отдельности, так как каждый из вальсов самодостаточен. При этом исполнение триптиха как единого цикла имеет свои преимущества, так как тогда их концертный характер проявляется в наиболее совершенной форме в направленности на слушателя. Работа над данными вальсами способствует выработке высокого художественного вкуса, совершенного владения скрипичными выразительными средствами, ощущения исполнительской свободы и парения духа романтической фантазии, пластики танца.

Список литературы

1. *Ямпольский И.* Фриц Крейслер. Жизнь и творчество. М., 1975.
2. *Ауэрбах Л.* Рассказы о вальсе. М., 1980.

ТРЕТИЙ ФОРТЕПИАННЫЙ КОНЦЕРТ ГАИПА ДЕМЕСИНОВА

Палванов Р.С. Email: Palvanov17132@scientifictext.ru

Палванов Рахмет Сапарбаевич - старший преподаватель,
кафедра специального фортепиано,
Государственная консерватория Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *с обретением независимости музыкальное искусство Узбекистана вступило в качественно новый исторический этап развития.*
Возрождение истинных ценностей устного народного наследия углубило и обогатило художественным содержанием, смыслом и идеями музыкальные шедевры, созданными отечественными композиторами. Особенно интенсивно развивался жанр инструментального концерта, отражая светлое, историческое мировоззрение, сочетающийся с игровыми формами человеческой деятельности.
Третий фортепианный концерт Гаипа Демесинова представляет собой блестящее виртуозное произведение, поражающее невероятным динамизмом, неукротимой энергией, резкими, неожиданными образными контрастами, сопротивлением энергетического и метрического начал. Концерт имеет трёхчастное построение с грандиозным повествованием частей: крайние части быстрые, энергичные, вторая – спокойная, лирическая.
Ключевые слова: *фортепиано, музыка, концерт, идея, произведение, часть, пассаж, развитие.*

THIRD PIANO CONCERTO BY GAIP DEMESINOV

Palvanov R.S.

Palvanov Rahmet Saparbaevich - Senior Teacher,
SPECIAL PIANO DEPARTMENT,
STATE CONSERVATORY OF UZBEKISTAN, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *with independence, the musical art of Uzbekistan entered a qualitatively new historical stage of development.*
The revival of the true values of oral, national heritage deepened and enriched the artistic masterpieces created by Russian composers with artistic content, meaning and ideas. The genre of the instrumental concert was especially intensively developing, reflecting a bright, historical world view, combined with the forms of human activity.
The third piano concerto by Gaip Demesinov is a brilliant virtuoso work, striking with incredible dynamism, indomitable energy, sharp, unexpected figurative contrasts, resistance to energy and metric beginnings. The concert has a three-part construction with a grand narration of parts: the extreme parts are fast, energetic, the second is calm, lyrical.
Keywords: *piano, music, concert, idea, work, part, passage, development.*

УДК 078

Одним из художественной значимости и популярности сочинения в этом стиле явился Третий концерт для фортепиано с оркестром каракалпакского композитора Гаипа Демесинова. В этом произведении представлены основы композитора в этом жанре и то же время содержит новые выразительные средства. В отличие от Первого и Второго концертов Третий концерт характеризуется более динамической энергетикой, освоением новых принципов тем и формообразования. Созданный в годы независимости Третий концерт является музыкальным выражением национальной идеи. Принцип идеи научной независимости « Долг работников искусства – создавать произведения, отражающие яркие страницы нашей сложной и славной истории, современной жизни, опыта независимого развития» [1].

Многогранно и художественно ценно воплощением композиторов с большой творческой силой, вдохновенно и поэтично.

Произведение прочно связано с каракалпакской народной культурой и с современным мелосом [1, 64].

Единство усилия достигается не только традиционной последовательностью частей, общностью эмоционального тонуса, интонационным родством тематизма. Особой цельности произведения способствует связи музыкального материала, осуществляемые на тематическом и композиционном уровне. В концерте богатая образно-эмоциональная красочность. Эпизоды стремительного движения сменяются состоянием лирического созерцания.

Первая часть Allegroси бемоль мажор, написана в сонатной форме где тема главной партии поручена солисту.

Необходимо отметить отсутствие в первой части двойной экспозиции и предельную лаконичность экспозиции, развёрнутость разработки и сконцентрированный характер репризы и коды.

Музыкальное развитие в разработке убедительно вытекает из первоначального изложения основной темы.

Композитор показывает её многообразно, раскрывает заложенные в ней выразительные возможности, применяет различные виды фортепианной фактуры, причём сменяющейся на малых участках музыкальной формы.

Это требует от пианиста умения быстро переключаться с одного вида изложения на другой. В начальном разделе разработки следует обратить внимание на смену мелких пассажей широкоформатным арпеджированным каскадом восходящих нот [2, 54].

Этот кусок надо играть как единую динамическую линию от mfк ff, очень ярко и эффектно.

Разработка включает в себя два больших раздела, каждый их которых завершается яркой кульминацией. В первом разделе, охватывающий с 5-й по 9-ую цифры, преимущественно развивается тематический материал.

Во втором разделе, с 10-й по 12-ю цифру инициативу берёт на себя побочная партия, достигающая здесь мощного и энергичного масштаба.

Первый раздел разработки завершается колоссальной кульминацией, в которой в могучем унисоне объединены солист и оркестр.

После люфтпаузы начинается второй раздел разработки как снова более высокая по своему уровню фаза развития музыкального материала.

Если в первом разделе преобладала динамическая форма взаимодействия солиста и оркестра, то во втором разделе солист и оркестр обретает полное единство, образуя мощное tutti. Второй раздел начинает солист энергичным движением, к которому подчиняется певучая тема побочной партии в оркестре. Далее эта же тема побочной партии переходит к солисту, в то время как в оркестре разрабатываются элементы тематизма главной партии – фигурации шестнадцатыми. Примечательно, что тема побочной партии изложена здесь в той же тональности – соль миноре, причём не в фрагментарном виде, а широко и масштабно.

Пианист должен исполнить эту тему очень распевно, широко и грандиозно, применяя глубокое магическое legato. В цифре 12 пианист отдыхает, в то время как оркестр на доминантовом объединяющем пульсе выполняет функцию предыкта, подводя к началу репризы, где солист вступает с темой главной партии в усложнённом аккордами виде. Характер звучания фортепиано в репризе такой же, как и в экспозиции – яркий, жизнерадостный, но уже более красочный и динамичный.

Построенная на материале главной партии, связующая партия приводит к каденции солиста, которая невелика по объёму, но очень виртуозна и эффектна. Она построена на широких арпеджированных пассажах, дополняемых репликами с оркестра.

Вторая часть Andantecantabile ре минор – лирический центр цикла. Она имеет трёхчастное строение. В основе Andanteлежит одна тема, которую композитор развивает на протяжении всей части, раскрывая её разными гранями, разукрашивая тонкими гармониями и мелодическими распевами.

Поющая виолончель передаёт мелодию солисту, исполняющую её соло без сопровождения оркестра: этот приём, найденный композитором очень удачен, поскольку позволяет слушателю глубже воспринять лирический мир образов Andante. В фортепианном изложении тема приобретает качественно новые черты. Демесинов варьирует тему, детализирующую её интонационную структуру, переходящий в более светлый средний регистр, облачённый хроматизмом. Исполняя тему, солисту необходимо раскрыть её глубину, мелодическую и гармоническую красоту. Применение гибкого и пластичного legato помогает солисту в этом. В средней части Andantesолист и оркестр взаимодействуют уже в совместном звучании. Партия солиста усложняется в ладовом отношении, обогащёнными оркестровыми гармоническими красками. Музыкальное развитие в средней части приводит к каденции солиста, в которой пианисту надлежит продемонстрировать своё виртуозное мастерство. Колорит второй части мягкий, элегантный и мечтательно-светлый.

Третья часть Allegro, си-бемоль мажор, – живой, темпераментный, ярко выраженный финал, обобщающий всё предшествующее развитие.

Организованный ритм, собранность и устремлённость движения, - всё это ассоциируется с картиной грандиозного народного праздника. Мудрая, земная простота, живость и размах

изложенного придают финалу черты эпической фрески. Демесинов включает в финал лирические темы из первой и второй частей цикла, что способствует цельности, спаянности цикла. Основная тема финала, изложенная в партии солиста, имеет устремлённый характер и охватывает практически весь диапазон фортепиано. Она включает различные элементы музыкального языка: активно-унисонное изложение, мелодию и сопровождающие аккорды, что подчёркивает обобщающий её склад и характер. Исполнение основной темы требует от солиста устоявшего метроритма, согласованного в едином намерении с дирижёром и оркестром.

Важную выразительную роль в предельно ясном исполнении темы играет выразительные средства отчётливой и ясной артикуляции. Основная тема повторяется трижды, как бы укрепляясь в сознании слушателей.

Сохраняя в партии оркестра выразительные терцовые ходы, композитор в изложении и варьированию темы у солиста принимает новые выразительные средства и фактурные приёмы письма, требуя от солиста глубокого изучения и осмысления логики развития. Вслед за данным эпизодом Демесинов возобновляет основную тему финала, но уже поручает её оркестру, а солист вторгается в неё стремительным и активным пассажем.

Трели в цифре 35 должны звучать исключительно ярко, сверкающе, с максимальной концентрацией сил пианиста, а последующие 8 тактов соло призваны собрать весь эмоциональный накал и энергетику исполнителя, завершая финал совместно с оркестром в могучем апогее величия человеческого духа.

Работа пианиста над Третьим концертом требует тщательного и глубокого его осмысления по клавиру и партитуре. Необходимо проанализировать каждую часть и разработать детальный исполнительский план, наметить трудные места и кульминации, зоны напряжения и возврата сил, моменты отдыха, поскольку концерт очень сложен в техническом отношении.

Изучение Третьего концерта Демесинова способствует развитию пианистических качеств, воспитывает чувство формы и стиля концертного жанра, возвышает духовно и нравственно, обогащает в гуманистическом плане.

Список литературы / References

1. Идея национальной независимости: основные понятия и принципы. Т., 2003.
2. *Азимова О.* Звуковой мир каракалпаков. Т., 2008.

CLOD DEBUSSI AND GEORGIY MUSHEL'S MUSICAL INSTRUMENTS IN FORTEPIANO'S WORKS

Babanazarova G.Yu. Email: Babanazarova17132@scientifictext.ru

Babanazarova Gulrukh Yunusovna - Teacher,
DEPARTMENT OF MUSICAL THEORY,
KARSHI ART COLLEGE, KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the direct antithesis of naturalism was musical impressionism, which became perhaps the most influential of the new trends of the late nineteenth century. The concept of "impressionism" (from the French. Impression - impression) was established in the 70s. XIX century. in French painting (C. Monet, C. Pizarro, E. Degas, O. Renoir and others) and only in the late 1890s. it became used by analogy in French music in relation to the works of C. Debussy. Certainly, certain features of music: interest in the landscape, admiring the color details, the refined technique of pure colors - indeed, resembled Impressionist painting. In the musical creativity of C. Debussy a certain system of figurative and expressive means was formed. Consciously rejecting exaggerated emotionality characteristic of romanticism, he emphasized restraint in his works, even coldness of emotions and color with charming colorfulness and sophistication of sound (for example, Three Nocturnes for Orchestra - "Clouds", "Celebrations", "Sirens", piano preludes "Steps in the snow", "Girl with flaxen hair").*
Keywords: *impressionist, expression, suete, prelude, pyes, kaleidoscopic.*

ПРО МУЗЫКАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ФОРТЕПИАННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ КЛОДА ДЕБЮССИ И ГЕОРГИЯ МУШЕЛЯ

Бабаназарова Г.Ю.

Бабаназарова Гулрух Юнусовна - преподаватель,
кафедра теории музыки,
Каршинский колледж искусств, г. Карши, Республика Узбекистан

Аннотация: *прямым антиподом натурализма явился музыкальный импрессионизм, ставший едва ли не самым влиятельным из новых течений конца XIX в. Понятие «импрессионизм» (от фр. impression – впечатление) утвердилось еще в 70-е гг. XIX в. во французской живописи (К. Моне, К. Писарро, Э. Дега, О. Ренуар и др.) и лишь в конце 1890-х гг. стало по аналогии применяться во французской музыке по отношению к творчеству К. Дебюсси. Безусловно, определенные черты музыки: интерес к пейзажу, любование колористическими деталями, утонченная техника чистых красок, – действительно, напоминали живопись импрессионистов. В музыкальном творчестве К. Дебюсси сформировалась определенная система образных и выразительных средств. Сознательно отвергая характерную для романтизма преувеличенную эмоциональность, он подчеркивал в своих произведениях сдержанность, даже холодноватость эмоций и колорита при чарующей красочности и изысканности звучания (например, Три ноктюрна для оркестра – «Облака», «Празднества», «Сирены», фортепианные прелюдии «Шаги на снегу», «Девушка с волосами цвета льна»).*
Ключевые слова: *импрессионизм, выражение, сюита, прелюдия, пьеса, калейдоскопическая.*

UDC 786

The great French composer an music critic Claudee Debussi who lived and worked at the end of 19th and at the esrly 20th century and another great Uzbek composer, Georgiy Mushel, lived and worked at that time. Although these two composers didn't meet each other at the same time, but their creativity is very close together, and magic tones of one fortepiano instrument are combined , and this is one of the aspects thet attracted us.

Debussy's camera – instrument is one of the founders of impressionism in the art of fortepiano music. Debussi was a master of playing piano, and throughout his creative career he paid special attention to fortepiano works. Debussi was one of the first in music history to portray scenes of nature in an impressive sense. "The Fog", "The Garden under the rain" is a striking example. Debussi also attached great importanse to musical portrait and portraits in fortepiano works. Examples include: "Night in Gerenade", "Children's Room", "Moon in girl's Hair", "First Serena", and many others. Debussi drew attention to legendary and fairy tale cheracters in the fortepiano. For example, "Delphi dancers" about ancient antique art and others [1].

The composer, a magnificent fortepiano performer, created a completely new, fortepiano style soundtrack. In his work for the expression in the orchestra, and searched for new colorful timbre labels. In terms of form, Debussi liked the suete for the fortepiano Frequent variation in them has become a priority in the works of “kaleidoscopic” styles. 24 preles were written at the end (1-notebook in 1910; second one in 1913) of Debussy’s creations .

In his precedents, it is possible to compare the musical imagery to the content of a true encyclopedia. 24 previrw of Debuss is a miniature series of these musical artworks. Each prelude represents a separate artistic image.

The name of the Predefined program is listed at the end of the play. Claude Debussy is a reincarnated as major favorite chord.

At the beginning of the 20th century, in the small pussian city, Georgiy Aleksandrovich Mushel was born in Uzbekistan, which elevated the composer’s creativity in the country. One of the hobbies of the future composer was music. His father was a mechanic, well-known in music, and played in the ensemble balalaika, guitar, moldelina instruments. His mother’s voice was a tribute to Tchaikovsky’s novel, a good master of his songs, and his first teacher as his son. He began his first creation on the 13 century. G.A.Mushel attendedgarrison and polyphony courses at the conservatory. He gave lectures to students in leisure time. The Impressionist Stream the 20th century Musical instrument of Uzbekistan contains the second concert of Mushel’s musical instrument for fortepiano, which is the first of the genres of the concert genre in Uzbekistan. The important thing is that the genre of the concert meet’s the requirements (brightness, virtuoso, orchestral refinement), this work combines the military theme. It’s content extends the characters of tragic and heroic characters. In this composer’s work, emotionally speaking, Debussy is a complex hymmonic language related to impressionism, including contradictions of long-term tonalities, variation of variation, emphasis an dissonance accents of rhythm, extensive archetypic passages, and so on. All of this is reflected in the work of G.Mushel.

As an example G.Mushel’s fortepiano works con be remembered. Suchas, G.A.Mushel’s “Vals” works was happened major and minor.

This is the same as the Uzbek music. It sums the sound of the tune. The tune begins with takt. The measurement of vals is 3/4 which is the same as the European music. It is clear that, the composer used both Uzbek and European tunes. The composer paid more atten tion to subdominanta (S) functions in this vals. This function in this vals. This function belongs to Uzbek music for example: G.A.Mushel used dominanta (D) functions and it’s types more. especially, through dominantseptakkord (D_7) he did changes [2, 57]. These changes delivered dominantseptakkord (D_7) through sekvensiya (D_7-T) For example:

The best sides of Mushel is that tonic Function he used less. We know that in tune it is certaintly solved in tonic. Mushel’s works solution wat bun late Solition processes didn’t depend on tonic but with other functions were enriched. For example: ins tell of dominantsekundakkord (D_2) function tonic sekstakkord (T_6) VI step terskvartakkord (VI_{43}) and this function also VII step sekstakkord (VII_6) was happened.

Tune consists of 3 parts, developed and at the end of the end part sekvensiya and changes were done and dominantseptakkord (D_7) again and again was solved in tonic (T). the 3rd part of the tune repeated the fored part.

G.A. Mushel was interested in Uzbek fortepiano music. The amazing side is that, in his concerts he gave sompies of national folklore. The decade of the prewar (1934) is difference in other decade he ixtepduced competitiom programmes to the listeners (songs, extractions from operas and other) of professional composer’s creativity.

It may include G.A. Mushel’s second “The memory to Alisher Navoi” symphony and others. There live great composers created works will be precions not only today but in future and these composers works will be the main source today’s numerous of composers.

Claude Debussy’s style was developed in a difficult way, even I.Stravinski who kvew his works, wrote symphony of instruments, in 1920 for his memory.

From the beginning of the second term of XX century, the tendency of using jazz style found its continuation in different works. Jazz tunes whichfirstly were included in European music was initial experience of A. Dvorjak’s “From new world” (1893) symphony is a clear example which you, may watch. The same effect we can see C.Debussy’s plays who wrote for fortepiano in 1910. We may notice the spirit of nekiok and regtimes was rebuilt again. These matters were seen in his other works, “General Lyavin, excentric”, “Menestrellar”, Later regtime and jazz styles influenced in Europe foxtrot, Shimmy genres of XX century of 10-20 years period. French culture differs from other cultures its various ways of music from ancient times till up to now. In XX century it didn’t change. In this century Impressionis is Debussi, Ravel and Fore’s works were described.

In XX centoury's culture it begin to refuse kanon system, so this process brought lots of changes to get practice.

At the beginning of XX century it began to pass a new feature system. In this century the works which were written and amazed by audience, turned into Modern classic. Debussy's "The holy spring", "Delmas and Melizanda" works made success and the debates about Prokofev's works meant the general ambitions in different positions.

Scientific inventions began to enter the branch of art and anfluenced the technology of creativity. Composers got chances to do complex operations in the world of sounds for the first time.

The man of rare ability, composer G. Mushel lived in Uzbekistan. He was responsible among Russian composers and began to be wellknown for his searchable sides. He contributed to increase modern Uzbek music art and reached great achievements connecting with the traditions of the west and the East. We may say that G. Mushel created three syumphonies (1938. 1942) using the most difficult genres as well as, six concerts (1936, 1943,1946,1950, 1951, 1967) for symphony orchestra, concert for the violin and symphony orkecstra (1959). His three symphonies except his first fortepiano concert, and his other works, he found from the examples of the Uzbek music inheritance and used tune, rhythm, way and other peculiarities.

In 1936 V.A. Uspenskiy and G.Mushel together reproduced the musical drama called "Farhad and Shirin" and this collaboration gave important creative school to him. To developli ballei art in Uzbekistan, G.Mushel worked hard. In 1948 he wrote "Gulnore" balleito Barakovskiy's libretto. This ballei put on the Alisher Navoi opera and ballei theatre. In 1952 the ballei was called "Dancer" in a new publication.

G. Mushel wrote the ballei music "Tufelka Din" to S.Zelser and S. Dimont's libretto which was based on Chinese people fairy tales and in 1959 at the Chelyabinsk opera and drama theatre it was on.

G. Mushel's "Kashmir legend" ballei was put on at the Aca demic big opera and ballei theatre named Navoi in 1961. He made up the libretto based on "Kshmir song" written by Sh.Rashidov. In 1968 G. Mushel wrote "Bibihonim" libretto based on the film director O. Uzokov which was dedicated to Samarkand's 250's anniversdry. It was put on the stage under the name "Samarkand legend".

These two composers lived though at the same period, they didn't recognize each other and their writing styles were the similar. Their work, a number novator idear, haven't lost their necessity adore these composers music and their numbers are increasing. Especially, in their works depicted nature views motivate us and these works have been the precions classical music.

References / Список литературы

1. *Кремлёв Ю.* Клод Дебюсси. М., 1965.
2. *Дьячкова Л.С.* Гармония в музыке XX века. Учебное пособие. М., 2004.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИГРЫ НА ГИДЖАКЕ

Исаев У.З. Email: Isaev17132@scientifictext.ru

Исаев Улугбек Заирович - преподаватель,
кафедра исполнительства на народных инструментах,
Государственная консерватория Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *перед композиторами Узбекистана, как и перед всеми композиторами, работающими в условиях самобытных национальных культур, предстает музыка, обладающая неповторимыми особенностями, яркой характерностью. Узбекистан, бесспорно, обладает высокоразвитой культурой в пределах одноголосной народной музыки. Эта культура веками выкристаллизовывалась, отлагаясь в прекрасные и своеобразные формы. Она выражена в напевности и ясности мелодических линий, в определенных ладовых структурах, в изумительном богатстве ритмических образований. Все это совершенно верно, но следует добавить сюда еще одно обстоятельство, иногда считаемое менее важным, как тембр.*

Можно с уверенностью утверждать, что этот компонент в общем облике звучащего музыкального образа постоянно играет очень важную роль. Самое точное цитирование этнографического материала, знакомого и близкого слушателю с детства, может быть плохо воспринято, если характер извлечения звука, тембр, будет заменен непривычным, необычайным. Мы ни в какой мере не собираемся противопоставлять один другому элементы музыкальной речи.

Поэтому композитору важно пользоваться собственными записями народной музыки, обогащенными непосредственным впечатлением их подлинного слышания. Только это спасет от ложных представлений о возможностях тембровых обогащений, таящихся в том или ином образце народной музыки.

Ключевые слова: *гиджак, струна, звук, диапазон, позиция, фраза, тембр, исполнение.*

ABOUT PARTICULARITY OF THE PLAY ON GIDJAK

Isaev U.Z.

Isaev Ulugbek Zairovich - Teacher,
DEPARTMENT OF PERFORMANCE ON PUBLIC INSTRUMENT,
STATE CONSERVATORY OF UZBEKISTAN, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *before composer Uzbekistan, either as before all composer, working in condition of the original national cultures, appears the music, possessing inimitable particularity, bright характерностью. Uzbekistan undoubtedly possesses the высокоразвитой culture within одноголосной of the public music. This culture age выкристаллизовывалась, отлагаясь in beautiful and своеобразные of the form. It is expressed in напевности and clarity мелодических line, in determined ладовых structure, in astonishing wealth of the rhythmic formation. All this just so, but follows to add here one more circumstance, sometimes considered more important as timbre.*

Possible with confidence to confirm that this component in general look sounding music image constantly plays very important role. The most exact цитирование ethnographic material, familiar and close listener from childhood, can be is bad perceived if nature of the extraction of the sound, timbre will is replaced unaccustomed, необычайным. We nor in what measure do not be going to to oppose to one other elements music speech.

So composer it is important to use own writing the public music, enriched by direct impression their authentic слышания. Only this will rescue from false beliefs about possibility тембровых enrichments, melting in that or other sample of the public music.

Keywords: *gidjak, string, sound, range, position, phrase, timbre, performance.*

УДК 786

XX век резко раздвинул перед нами историко-временные пространственные границы, дал человеку почувствовать себя властелином всего, созданного людьми за многовековую историю цивилизации и воспринять это несметное богатство как стартовую площадку для новых взлетов культуры [1, 40].

Средством соединения музыкальных звуков, которые составляют музыкальную фразу и имеют определенное смысловое значение, смены позиций представляют собой особое средство выразительности, обогащающее игру на гиджаке в целом. В совокупности с вышеизложенным,

следует отметить, что самый момент соединение позиций не стоит рассматривать лишь как чисто технический прием, хотя следует отметить, что переход в различные позиции должен выполняться так, чтобы лежащее в его основе скольжение стало неслышным, то есть смена позиций в идеале должна быть мгновенной и следовательно, технически совершенной. Поэтому следует отметить, что связанные со сменами позиций, а также вибрация являются именно теми элементами игры на гиджаке, которые придают музыкальным звукам особую окраску, тембровую динамику, гибкость и жизненность и тем самым приближает к звучанию человеческого голоса в той или иной части приближенному к идеалу.

Педагог должен быть не только мастером своего дела, но и обладать умением распознать своих подопечных с психологической точки зрения. Необходимо подобрать ключ к сердцу каждого ученика, понять, что ему свойственно и чего не хватает. В процессе занятий со студентами преподаватель наблюдает, изучает их, пробует различные методы, приемы воздействия, индивидуально подбирает репертуар. В умении найти для каждого студента наилучший путь и темп развития проявляется суть педагогической работы.

Так, если студент склонен к классической музыке, необходимо почаще предлагать ему пьесы других стилевых направлений, включать непривычные произведения, но расширяющие его музыкальный кругозор, воспитывающие его вкус, помогающие ему всесторонне развивать владение инструментом.

Имеет место особая специфика и отличительные черты, которые необходимо учитывать, составляя программу для молодых гиджакистов.

В этом случае каждый педагог выбирает свой метод. Часто педагоги пользуются лишь излюбленной и проверенной на практике репертуарной программой, не обновляя привычные программные требования за счет новых стилевых направлений, то есть, не включают в программу малоизвестную современную, классическую музыку. Но ведь известно, что интересный учебный репертуар может стать дополнительным стимулом к занятиям для студентов.

Наряду с классическими пьесами важно включать в репертуар студентов современные произведения, в которых находит свое музыкальное воплощение новая эпоха. Ведь мир образов и переживаний, выраженный свежим и ярким музыкальным языком в современной музыке очень близок молодому поколению, так как она построена на интонациях наших дней.

Применение позиций игре на гиджаке дает возможность использовать каждую струну на всем ее протяжении, что представляет возможности пользоваться звуковыми красками, так как каждая струна гиджака обладает особым характерным тембром, имеющим, кроме того, еще ряд оттенков в различных регистрах. Все вышеизложенное является могучим средством выразительности, значительно увеличивая возможности использования диапазона, расширяет выразительные возможности инструмента.

Разумно используя связи смены позиций, можно исполнять целые фразы на одной струне в интересах сохранения единства их звуковой окраски или сопоставлять звучания различных струн.

Решающее значение имеют моменты интерпретации, как и при выборе других средств художественной выразительности. Применение этого приема всегда должно обуславливаться содержанием исполняемой музыки, ее стилевыми особенностями, характером и строением фразы.

Поэтому основная задача в этой области заключается в том, чтобы, изучив и проанализировав на объективной научной основе существо исполнительских средств, понять их природу, помочь исполнителю отобрать наиболее целесообразные приемы и тем самым способствовать развитию профессионального мастерства.

В совокупности со всем вышеизложенным тема связи смены позиций как таковых видится мне достаточно важной для исполнительства на гиджаке в целом.

Как каждый большой музыкант он совершенно свободно владеет множеством инструментов, но особой душевной привязанностью пользуется лишь один из них. Для Тургуна Алиматова таким инструментом стал сато. Для мастеров дастанов Шоберди и Каххара Бахши – домбра и т.д.

В практике исполнительства на гиджаке решающее значение имеет, разумеется, не цифровое обозначение позиций, а связанные с осуществлением определенных музыкально-исполнительских задач перемещение всей руки по грифу. Таким образом, самое исполнение произведений никогда не бывает связано с необходимостью определения позиций. Это определение все-же сохраняет известное значение в первоначальном обучении.

Источник вдохновения каждой творческой души заложен в его сердце. Способность сопереживать, ощущать чужую боль как свою, философски оценивать мир определяет истинного мастера слова.

Список литературы / References

1. *Янов-Яновская Н.С.* Творчество композиторов Узбекистана в аспекте теории интертекста // Узбекская музыка на стыке столетий (XX-XXI вв.): тенденции, проблемы. Т., 2008.
2. *Ташматова А.* Ижрочилик санъати тарихи. Т., 2017.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УРОКАХ ТРАДИЦИОННОЙ МУЗЫКИ НА ОСНОВЕ ВОСТОЧНОЙ ПЕДАГОГИКИ

Шомуротова М. Email: @scientifictext.ru

Шомуротова Мохичехра – преподаватель,
кафедра традиционного исполнительства,
Государственная Консерватория Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье говорится об идеях, взглядах и подходах восточных учёных и мудрецов, например, Абу Али ибн Сина, Абу Райхан Беруни по вопросам образования и подготовки учеников, а также, какими качествами должен обладать профессиональный исполнитель. А также в статье говорится о влиянии национальной музыки в духовности человечества. О формировании будущих традиционных исполнителей, нового поколения с помощью национальной музыки. Приводятся примеры из узбекской традиционной музыки в частности Шашмаком, такие как Сарахбор, Савти Ушшок, Мухайяри Ирок.*
Ключевые слова: *Восток, Абу Райхан Бируни, Абу Али ибн Сина, Бузрук, Рост, Наво, Дугох, Сегох, Ирок.*

APPLICATION INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN INDIVIDUAL LESSONS OF TRADITIONAL MUSIC ON THE BASIS OF EAST PEDAGOGICS

Shomurotova M.

Shomurotova Mokhichekhra - Teacher,
TRADITIONAL PERFORMANCE DEPARTMENT,
STATE CONSERVATORY UZBEKISTAN, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the article talks about the ideas, attitudes and approaches of Eastern scholars and sages, for example, Abu Ali ibn Sina, Abu Rayhan Beruni on education and training of students, and what qualities a professional performer should prevail. The article also speaks about the influence of national music in the spirituality of mankind. On the formation of future traditional performers, a new generation with the help of national music. Examples are given from Uzbek traditional music in particular by Shashmakam, such as Sarakhbor, Savti Ushshok, Muhayyari Irok.*
Keywords: *East, Abu Raykhan Biruni, Abu Ali ibn Sina, Buzruk, Rost, Navo, Dugokh, Segokh, Irok.*

УДК 781.7

Teaching in any subject, each teacher bringing up the next generation should remember skills of teachers and thinkers of the East. The East is considered a cradle of ancient civilizations and was delicate on questions education. There is a number of scientific and practical works which speak about rules of holding of the trainee and studied. The most important what, is developed various methods of training today is used by innovative technologies, despite it East pedagogics remains always relevant. But it should be noted that introducing in educational process of innovative technologies, teachers get many news, especially about the level of development of society, their secular knowledge grows in pedagogics, besides, students develop, skills in the musical industry improve, and, of course the training program gradually amplifies due to exchange of opinions and expansion of experimental knowledge.

The great thinker Abu Raykhan Biruni has proved such methods as, compliance of education with character, the soft principles of training and education. In knowledge of the nature and society I followed the motto: "Without having checked itself, I won't believe". He as the skilled teacher has developed a number of recommendations about questions of pedagogical skills. For example, to train

art in everything, to correspond to character, to consider features of children, etc. Biruni wrote: "The purpose is in to prolonging time, but not to allow to monotony. Because to see the same things during long time leads to exhaustion and kills patience. Periodically changing types a subject, the pupil will feel in different gardens which one before another opens the delights. Each new inspires the pupil and it helps to improve memory" [1]. If we pay attention to Biruni's ideas, then is understood that in training of students there is always a need for innovative technologies.

Now, let's talk about individual lessons of traditional performing art, one may say, that innovative pedagogical technologies are also important in this area. Also will make use more effectively of experience of East scientists in this direction. Will learn singing of traditional songs, strengthening of musical perception influences psychological and physiological emotions of the student, promotes positive activity, makes active a sound, an articulation and breath. His memory expands his views and also his speech and attention.

During individual lessons of course it is possible to use audio or video records, but live execution of the teacher or pupil influences more stronger. The most important, the teacher shouldn't forget about hygiene of voice. The scientist and Abu Ali ibn Sina philosopher in "A canon of medical science" have given advice on work of hygiene of the speech of the teacher. He has told that it is very dangerous to speak with a loud sound for a long time, damages health and the teacher and the pupil. Because shout requires a large amount of external air, and it is twice dangerous. Not to lose a voice and haven't refused respiratory it is necessary to begin reading in half-voices, and then to increase gradually, but with a strong voice of reading shouldn't last long too. The constant loud voice of the teacher, not only negatively influences hearing and also oppresses mental to a condition of the student. Also Abu Ali ibn Sina's scientist confirms: "The human character can be formed melodies of makom"[4]. That is, each part of Makom serves as educational and medical value. But as it is about training of traditional performers of makom, are recommended to students acquaintance of scientific books of the great thinker and scientist ibn Sina.

East makom has ancient, quite difficult philosophical and esthetic, musical and theoretical and practical bases. Now he is characterized by many national and local appearance, characters and attributes. Shashmakam is considered a charm of national Uzbek music and I was always an inspiration source for our musicians. Throughout centuries the Uzbek makoms many researches were gradually studied and conducted. Shashmakom consists of 6 parts: Buzruk, Rost, Navo, Dugokh, Segokh and Irok. Each of these parts consists of several work .[2]. These works are characterized by strong influence on spirituality, education, education of the person. In the same way we can use these works in formation of the professional performer. For example, Sarakhbori Buzruk is the first work Buzruk. The person who listens to him becomes self-assured, begins to perceive self-respect and is proud of himself. Sharp musical transitions are developed by resourcefulness. Sarakhbor's rhythm is as heartbeat and a step. It creates confidence in life and the future. Future performer begins to own methods of personal self-expression and self-development, means of opposition to professional deformations of the personality.

Savti Ushshok is executed in the second part of a makom Rost. Each of us has big purposes. And they can't be easily reached. Of course, on this way the patience, work and reason is required. These vital qualities are awakened by Savti Ushshok and the person begins to feel pleasures from work [3]. And it promotes love to the whole world and creates the new purposes. Possession of methods of self-realization and development of identity within a profession, readiness for professional growth, ability to individual self-preservation, not susceptibility to professional aging, ability to organize rationally the work without overloads of time and forces is a part of professionalism of future performer. Savti Ushshok develops the same qualities.

Mukhayari Irok is the most popular work of a makom Irok. Melody scale very wide and rhythm of a doira "nasr" [5]. This rhythm makes positive signals in a brain of the person. In turn signals provokes energy streams, the mood increases. The listener of this work always feels vigorous. We have given several examples. Each work Shashmakam is the whole world. We can use him more effectively in formation of the professional performer.

Studying, views and approaches of East scientists and wise men concerning education and preparation we see that they haven't lost the relevance and in the present. Today one of the most important questions facing the world is education as spiritually, and physically talented, intelligent youth with modern and healthy thinking. These, works of philosophers of the East it isn't reasonable to implement the recommendations of a research and practice.

References / Список литературы

1. Ayozy Mirzo Muhammad Haydar. Tarixi Rashidy. T.: O'zbekiston, 2011.
2. *Razhabov I.* Bases of a makom. Tashkent, 1992.
3. *Fitrat A.* The Uzbek classical music and its history. Fan. Tashkent, 1993.
4. *Irisov A.* Abu Ali ibn Sino. T.: Fan, 1980.
5. *Razhabov I., Sagadeev A.* Middle East. Musical esthetics of the countries of the East: The collection - "Music", 1967.

РОЛЬ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН В ГОРОДСКОЙ СТРУКТУРЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ФЕРГАНЫ)

Салимов О.М.[1], Журабоев У.А.[2]
Email: Salimov17132@scientifictext.ru

[1]Салимов Ориф Муслимович – доктор архитектурных наук, профессор,
кафедра истории архитектуры,
Ташкентский архитектурно-строительный институт, г. Ташкент;
[2]Журабоев Асилбек Толибжонович – ассистент,
кафедра архитектуры,
Ферганский политехнический институт, г. Фергана,
Республика Узбекистан

Аннотация: *в статье предоставлены данные анализа зон отдыха и климата Ферганы, города, расположенного на территории Республики Узбекистан. С точки зрения рекреационных зон, показана схема озеленения города. Было выявлено, что в городе Фергане недостаточно зон отдыха, которые играют важную роль для здорового образа жизни. Также, с точки зрения эффективного использования природных и климатических условий города Ферганы, выявлена проблема нерационального использования ландшафтной архитектуры города Ферганы в организации рекреационных зон.*
Ключевые слова: *рекреационные зоны, парк культуры и отдыха, бульвар, ландшафтная архитектура.*

THE ROLE OF RECREATIONAL ZONES IN THE URBAN STRUCTURE (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF FERGANA)

Salimov O.M.[1], Zhuraboev U.A.[2]

[1]Salimov Orif Muslimovich - Doctor of Architecture, Professor,
DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARCHITECTURE,
TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION, TASHKENT;
[2] Zhuraboev Asilbek Tolibjonovich - Assistant,
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE,
FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE, FERGANA,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the article provides analysis data on recreation areas and climate of Fergana, a city located in the territory of the Republic of Uzbekistan. From the point of view of recreational areas, the city's landscaping scheme is shown. It was revealed that in the city of Fergana there are not enough recreation areas that play an important role for a healthy lifestyle. Also, from the point of view of efficient use of the natural and climatic conditions of the city of Fergana, the problem of the irrational use of the landscape architecture of the city of Fergana in the organization of recreational zones has been revealed.*
Keywords: *recreation areas, recreation park, boulevard, landscape architecture.*

УДК 712.00
DOI: 10.20861/2304-2338-2018-132-001

Сегодня отправившись в путешествие по Узбекистану, вы станете свидетелями серьезных перемен. Возведенные в годы независимости величественные здания, ровные дороги, мосты, уютные парки и переулки, примерные поселения, современные кварталы делают людей счастливыми.

Во время визита в 2011 году первого президента Узбекистана в Ферганскую область он внес предложения и рекомендации по дальнейшему процветанию города. 15 ноября 2011 года было принято Постановление первого Президента «О мерах по реализации генерального плана города Ферганы, строительства и реконструкции объектов социальной и транспортно-коммунальной инфраструктуры на 2012-2015 годы». Вследствие этих решений мы являемся очевидцами великих перемен.

Реконструкция парка культуры и отдыха имени Ахмада аль-Фаргони, открытие парка между улицами Бобура и Ахмад аль-Фаргоний, а также улицы Навои и Аккар и зоны отдыха, музыкальные фонтаны служат населению города и гостям города.

Одной из проблем градостроительной архитектуры является нерациональное использование ландшафтной архитектуры города Ферганы в организации рекреационных зон с точки зрения эффективного использования природных и климатических условий города Ферганы.

Рекреационные зоны (зоны отдыха) являются важными местами в жизни человека и городском планировании. Его составные элементы располагают в городах, промышленных зонах. Также бывают краткосрочные (выходные) и долгосрочные (праздничные) зоны отдыха (пансионаты, кемперы, садоводческие хозяйства) [1].

Рис. 1. Фотогалерея парка отдыха в центре города Ферганы

В процессе климатического анализа города Ферганы можно сделать вывод, что есть очень удобные места для рекреационных зон в самом городе и прилегающих районах. Стоит отметить, что климатические зоны в Республике Узбекистан состоят из 3 типов.

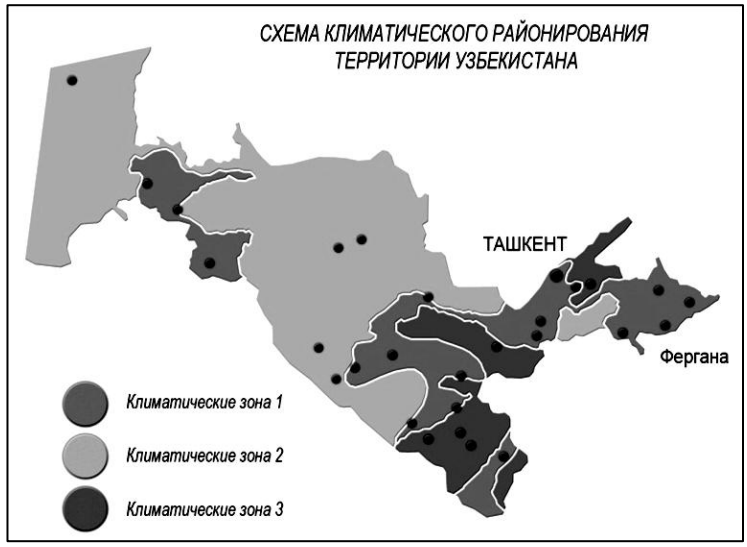

Рис. 2. Схема климатического районирования территории Узбекистана

Мы все знаем, что рекреационные зоны в основном расположены в гористых местностях и возле водоёмов, а в рекреационных зонах города мы должны понимать, что это рекреационные парки, бульвары, кинотеатры и другие места отдыха.

Культурные и рекреационные парки – это места для культурного отдыха населения, украшенные различными декоративными деревьями и цветниками. Культурные и рекреационные парки строятся исходя из архитектурного облика и естественных условий и традиционного облика города. Такие зоны должны составлять в небольших городах один, в крупных городах несколько, а где население более 500 тыс. человек помимо основных парков отдыха должны быть отдельные зоны отдыха в каждом районе, которые имеют большое значение [1, 2].

Рис. 3. Схема планирования зоны отдыха в Фергане

При определении структуры и потенциала медицинских учреждений и оздоровительных центров необходимо учитывать необходимость загородных зон отдыха, направлений развития, повышения туристической важности и семейного отдыха.

Работающие в городе население физически и эмоционально устают от жизни и работы, и для поддержания хорошей активности им необходим отдых.

Экономическое развитие страны нельзя рассматривать отдельно от природы, и действия, которые происходят отдельно от природы и не дают ожидаемых результатов. На данный момент правильным решением является объединения экономической и экологической политики [3].

Схема проектирования зон отдыха и зеленого пояса в городе Фергане (рис. 3) является эффективным инструментом для поддержания температурного режима в городских условиях. Эффективное управление микроклиматом также зависит от площади и типов деревьев, и следует отметить, что нужно обратить особое внимания в выборе видов деревьев.

Список литературы / References

1. *Fayzullayeva N.N., Rakhimov K.D.* Architecture today and prospects of info-graphic modeling // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Proceedings of the 3rd International scientific conference. Busch P. (Ed.). 2014. С. 3-8.

2. *Юсупов К.* Райский уголок в городе Исфаре новые постройки в Узбекистане. // Архитектура. Строительство. Дизайн, 2005. Т. 38. № 1. С. 28-29.
3. *Игамбердиев Б.Г., Артикова М.А.* Использование волокон из вторичного сырья для улучшения свойств вяжущих веществ // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 23 (105). С. 14-17.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
153008, РФ, Г. ИВАНОВО, УЛ. ЛЕЖНЕВСКАЯ, Д. 55, 4 ЭТАЖ
ТЕЛ.: +7 (910) 690-15-09.

HTTP://WWW.IPI1.RU
E-MAIL: INFO@P8N.RU

ТИПОГРАФИЯ:
ООО «ПРЕССТО».
153025, Г. ИВАНОВО, УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, Д. 39, СТРОЕНИЕ 8

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «ОЛИМП»
УЧРЕДИТЕЛИ: ВАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ;
ВОРОБЬЕВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ
117321, Г. МОСКВА, УЛ. ПРОФСОЮЗНАЯ, Д. 140

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ». HTTPS://WWW.SCIENCEPROBLEMS.RU
ISSN 2304-2338(Print), ISSN 2413-4635(Online). EMAIL: INFO@P8N.RU, +7(910)690-15-09

РОСКОМНАДЗОР

СВИДЕТЕЛЬСТВО ПИ № ФС 77-47745

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU

Российская книжная палата ТАСС

Google Scholar

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ /PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION»
В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ РАССЫЛАЕТСЯ:

1. Библиотека Администрации Президента Российской Федерации, Москва;
Адрес: 103132, Москва, Старая площадь, д. 8/5.
2. Парламентская библиотека Российской Федерации, Москва;
Адрес: Москва, ул. Охотный ряд, 1
3. Российская государственная библиотека (РГБ);
Адрес: 110000, Москва, ул. Воздвиженка,3/5
4. Российская национальная библиотека (РНБ);
Адрес: 191069, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
5. Научная библиотека Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва;
Адрес: 119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ, Научная библиотека

ПОЛНЫЙ СПИСОК НА САЙТЕ ЖУРНАЛА: HTTPS://IPI1.RU

Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ указанием авторства.
Подробнее о правилах цитирования: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru

ЦЕНА СВОБОДНАЯ