

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

---

**СОВРЕМЕННЫЕ  
НАУКОЕМКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**

---

**№ 1, 2015  
Часть 1**

Электронная версия  
<http://www.rae.ru/snt>  
12 выпусков в год  
Импакт фактор РИНЦ = 1,030

Журнал основан в 2003 г.  
**ISSN 1812–7320**

*ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР М.Ю. Ледванов*

*ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Н.Ю. Стукова*

*Ответственный секретарь М.Н. Бизенкова*

***РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ***

д.т.н., профессор Антонов Александр Владимирович Обнинск  
д.т.н., профессор Беляев Владимир Львович Санкт-Петербург  
д.ф.-м.н., профессор Бичурин Мирза Имамович Великий Новгород  
д.т.н., профессор Гилёв Анатолий Владимирович Красноярск  
д.т.н., профессор Грызлов Владимир Сергеевич Череповец  
д.т.н., профессор Захарченко Владимир Дмитриевич Волгоград  
д.т.н., профессор Корячкина Светлана Яковлевна Орел  
д.т.н., профессор Крупенин Виталий Львович Москва  
д.т.н., профессор Литвинова Елена Викторовна Орел  
д.т.н., профессор Нестеров Валерий Леонидович Екатеринбург  
д.т.н., профессор Пен Роберт Зусьевич Красноярск  
д.т.н., профессор Петров Михаил Николаевич Красноярск  
д.т.н., профессор Попов Федор Алексеевич Бийск  
д.т.н., профессор Пындак Виктор Иванович Волгоград  
д.т.н., профессор Салихов Мухаммет Габдулхаевич Йошкар-Ола  
д.т.н., профессор Важенин Александр Николаевич Нижний Новгород  
д.т.н., профессор Арютов Борис Александрович Нижний Новгород  
д.т.н., профессор Гоц Александр Николаевич Владимир  
к.ф.-м.н. Капитонова Тамара Афанасьевна Якутск

Учредитель – **Академия Естествознания**  
123557, Москва,  
ул. Пресненский вал, 28  
Свидетельство о регистрации **ПИ № 77-15597**  
ISSN 1812–7320

**АДРЕС РЕДАКЦИИ**  
440026, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3  
Тел. редакции (8412) 30–41–08  
Факс (8452) 47–76–77  
E-mail: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

Подписано в печать 09.06.2015

Формат 60x90 1/8  
Типография  
ИД «Академия Естествознания»  
440000, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор  
Митронова Л.М.

Усл. печ. л. 14,5  
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2015/1  
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАБОТ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	7
ВОЗМОЖНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОСТОЯНИЙ НАНОРАЗМЕРНОГО (NNN) КЛАССА ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ МОДУЛЯРНЫХ СТРУКТУР НАНОКОМПОЗИТОВ <i>Дерлугян П.Д., Иванова И.В., Иванов В.В., Шишка В.Г.</i>	13
ВОЗМОЖНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОСТОЯНИЙ ФРАКТАЛЬНОГО ГИБРИДНОГО (FFF) КЛАССА ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ МОДУЛЯРНЫХ СТРУКТУР КОМПОЗИТОВ <i>Дерлугян П.Д., Иванова И.В., Иванов В.В., Шишка В.Г.</i>	16
О МОДЕЛИРОВАНИИ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВИБРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И МАШИНАХ С УЧЕТОМ НЕУДЕРЖИВАЮЩИХ СВЯЗЕЙ <i>Елисеев А.В., Копылов Ю.Р.</i>	19
ИЛЛЮСТРАТИВНОСТЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ ДИНАМИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДИССИПАТИВНЫМИ СОСТАВЛЯЮЩИМИ <i>Игонин В.И., Мнушкин Н.В.</i>	23
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА <i>Кадыров А.С., Аманжол Ж.И., Жумабаев Б.С.</i>	31
АЛГОРИТМ КОРРЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОБОБЩЕННОЙ ПОЛИАДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ <i>Калмыков М.И., Дунин А.В., Ашихмин С.В., Любенко Д.В.</i>	36
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПОКОЯ ПОЛИАМИДНОГО ПОКРЫТИЯ ПО СТАЛИ <i>Кущенко А.В., Башкарев А.Я., Корелин В.Ф.</i>	42
МАГНИТНАЯ ВИБРАЦИЯ И СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВИБРАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН <i>Миндрин В.И., Пачурин Г.В., Ребрушкин М.Н.</i>	47
АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМ МЕТАЛЛ – ГРАФИТСОДЕРЖАЮЩАЯ СМАЗОЧНАЯ КОМПОНЕНТА <i>Щербаков И.Н., Сербиновский М.Ю., Иванов В.В.</i>	51
ИЗМЕНЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ <i>Щербаков И.Н., Сербиновский М.Ю., Иванов В.В.</i>	54
<b>Физико-математические науки</b>	
МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПА ЗАПРЕТА ПАУЛИ КУРСА КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В ПРОГРАММЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ <i>Бахтибаев А.Н., Абекова Ж.А., Оралбаев А.Б.</i>	56
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЙ ТИП ДВИЖЕНИЯ ПАССИВНО ГРАВИТИРУЮЩЕГО ТЕЛА ВО ВТОРОЙ ЗАДАЧЕ ХИЛЛА <i>Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Бесбаев Г.А., Курымбаева Н., Бекболатова С.С.</i>	59
ДВИЖЕНИЕ МАЛОГО ТЕЛА ПО ЭЛЛИПСУ В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ХИЛЛА <i>Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Садыков Ж.А., Аман М., Карибай Г., Мақанова Г.С.</i>	62
О ДВИЖЕНИИ ПАССИВНО ГРАВИТИРУЮЩИХ ТЕЛ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ МАСС В НЕЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ <i>Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Жайлаубаев Н.М., Джамбулова Д.Т., Туркестанбаева Г.</i>	64
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ МИКРОМИРА, ХАРАКТЕРНЫЕ ОТЛИЧИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Рахашев Б.К., Абекова Ж.А., Оралбаев А.Б., Адинева Ш.И.</i>	66

---

<b>Геолого-минералогические науки</b>	
ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ <i>Портнов В.С., Петров С.Н., Талерчик М.П.</i>	69
<b>Сельскохозяйственные науки</b>	
ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ <i>Алиев З.Г.</i>	75
<b>Медицинские науки</b>	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ПАРЕНТЕРАЛЬНЫХ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ <i>Миронова Н.И., Спирин В.Ф., Софьин В.С.</i>	79
СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВРАЧА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ДИАГНОСТИКЕ УРОГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ <i>Петров С.В., Чернега М.С., Новиков А.В., Серегин С.П., Петрова Ю.П.</i>	81
<b>Биологические науки</b>	
ЦВЕТНАЯ РАДУГА ВОДЫ <i>Кулясов П.А.</i>	86
<b>Экономические науки</b>	
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТНЫХ ФИНАНСОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕГИОНА <i>Раст Д.В.</i>	98
<b>Экология и здоровье населения</b>	
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПОСЕЛКА АЙТЕКЕ-БИ АРАЛЬСКОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА <i>Хантурина Г.Р., Сейткасымова Г.Ж., Русяев М.В., Машин К.В., Федорова И.А., Амирханова Н.Ж.</i>	103
<hr/> <b>КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ</b>	
<b>Химические науки</b>	
СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ <i>Цветов Е.М., Леденев С.М.</i>	105
<hr/> <b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</b>	
<b>ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКАДЕМИИ</b>	
	106 115

---

**CONTENTS**
**Technical sciences**

AN UNMANNED AERIAL VEHICLE TO PERFORM FIRE WORKS <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	7
POSSIBLE COMPLEX COMPONENTS OF THE STATES OF THE NANODIMENSIONAL (NNN) CLASS FOR DETERMINISTIC MODULAR STRUCTURES OF NANOCOMPOSITES <i>Derlugian P.D., Ivanova I.V., Ivanov V.V., Shishka V.G.</i>	13
POSSIBLE COMPLEX COMPONENTS OF THE STATES OF THE FRACTAL HYBRIDIC (FFF) CLASS FOR DETERMINISTIC MODULAR STRUCTURES OF COMPOSITES <i>Derlugian P.D., Ivanova I.V., Ivanov V.V., Shishka V.G.</i>	16
ABOUT MATHEMATIC MODELING OF CONTACT INTERACTION IN THE VIBRATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MACHINERY TAKING INTO ACCOUNT UNILATERAL CONSTRAINTS <i>Eliseev A.V., Kopylov Y.R.</i>	19
THE ILLUSTRATIVE NON-EQUILIBRIUM DYNAMICS SIMULATION OF POWER SYSTEMS WITH DISSIPATIVE COMPONENTS <i>Igonin V.I., Mnushkin N.V.</i>	23
HISTORY OF DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT <i>Kadyrov A.S., Amanzhol Z.I., Zhumabaev B.S.</i>	31
COEFFICIENTS OF A GENERALIZED CORRECTION ALGORITHM POLYADIC SYSTEM <i>IKalmykov M.I., IDunin A.C., 2Ashikhmin S.V., 2Lyubenko D.V.</i>	36
THE STUDY OF THE COEFFICIENT OF STATIC FRICTION POLYAMIDE COATING ON STEEL <i>Kushchenko A.V., Bashkarev A.Y., Korelin V.F.</i>	42
MAGNETIC VIBRATION AND REDUCE THE NEGATIVE CONSEQUENCES OF TECHNICAL VIBRATION POWER MACHINES <i>Mindrin V.I., Pachurin G.V., Rebrushkin M.N.</i>	47
ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES OF MATERIALS OF THE METAL – GRAPHITE CONTAINING LUBRICANT COMPONENT SYSTEMS <i>Shcherbakov I.N., Serbinovskii M.Y., Ivanov V.V.</i>	51
THE ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES CHANGE OF THE POWDER COMPOSITIONAL MATERIALS UNDER PRESSING <i>Shcherbakov I.N., Serbinovskii M.Y., Ivanov V.V.</i>	54
<b>Physical and mathematical sciences</b>	
METHODOLOGY OF STUDY OF PRINCIPLE OF PROHIBITION OF PAULIE OF COURSE OF QUANTUM MECHANICS IS IN PROGRAM OF HIGHER SCHOOL <i>Bahtibaev A.N., Abekova Z.A., Oralbayev A.B.</i>	56
HYPERBOLIC TYPE MOTION PASSIVELY GRAVITATING BODY IN THE SECOND TASK OF THE HILL <i>Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Besbaev G.A., Kurymbaeva N., Bekbolatova S.S.</i>	59
THE SMALL MOVEMENT OF A BODY IN AN ELLIPSE IN THE GRAVITATIONAL FIELD OF THE HILL <i>Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Sadykov Z.A., Aman M., Karibaj G., Maqanova G.S.</i>	62
ON MOTION OF A PASSIVELY GRAVITATING BODIES OF VARIABLE MASS IN A NONCENTRAL GRAVITY FIELD <i>Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Zhajlaubaev N.M., Dzhambulova D.T., Turkestanbaeva G.</i>	64
STUDYING OF LAWS OF THE MICROCOSM, CHARACTERISTIC DIFFERENCES AND FEATURES OF PHYSICAL PROCESSES OF MICROSCOPIC SYSTEMS <i>Rakhashev B.K., Abekova Z.A., Oralbayev A.B., Adineeva S.I.</i>	66

---

<b><i>Geological-mineralogical sciences</i></b>	
CHARACTERISTICS OF OIL AND GAS FIELDS OF THE CASPIAN DEPRESSION <i>Portnov V.S., Petrov S.N., Talerchik M.P.</i>	69
<b><i>Agricultural sciences</i></b>	
ABOUT THE EFFECTIVENESS OF PERENNIAL GRASSES IN EROSION CONTROL <i>Aliev Z.G.</i>	75
<b><i>Medical sciences</i></b>	
TOOL SUPPLY OF PRIMARY PREVENTION OF PARENTERAL VIRAL HEPATITIS <i>Mironova N.I., Spirin V.F., Sofyin V.S.</i>	79
STRUCTURE OF AUTOMATED DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM OF THE DOCTOR IN CASE OF PREDICTION AND DIAGNOSIS OF UROGINEKOLOGICHESKY DISEASES <i>Petrov S.V., Chernega M.S., Novikov A.V., Seregin S.P., Petrova Y.P.</i>	81
<b><i>Biological sciences</i></b>	
COLOR RAINBOW WATER <i>Kulyasov P.A.</i>	86
<b><i>Economical sciences</i></b>	
PROBLEMS OF FORMATION OF LOCAL FINANCE MUNICIPALITIES OF THE REGION <i>Rast D.V.</i>	98
<b><i>Ecology and population health</i></b>	
ASSESSING AIR POLLUTION VILLAGEVI AYTEKE-BI ARAL REGION OF KAZAKHSTAN <i>Khanturina G.R., Seitkassymova G.J., Russyaev M.V., Machin K.V., Fedorova I.A., Amirkhanova N.J.</i>	103

УДК 62

## БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАБОТ

**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.**

*ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

Повысить эффективность технических средств пожаротушения, находящихся в современном противопожарном арсенале, возможно без утраты их достоинств, если применять беспилотные летательные аппараты вертикального взлета и посадки с комбинированной силовой установкой, позволяющей использовать эффект Коанда и центростремительное расширение воздушного потока на выходе из кольцевого сопла. У таких аппаратов подъемная сила создается не только за счет аэродинамической составляющей, но также и за счет реакции отбрасываемой массы воздуха. Аппараты такого типа могут осуществлять вертикальную посадку на водоемы, расположенные в черте городов, в том числе на водоемы малой глубины и площади, и обеспечивать локализацию и тушение пожаров в высотных зданиях и сооружениях.

**Ключевые слова:** поверхность «Коанда», центростремительное расширение воздушного потока, комбинированная силовая установка, турбовальный силовой агрегат, центробежный вентилятор

## AN UNMANNED AERIAL VEHICLE TO PERFORM FIRE WORKS

**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.**

*ANTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

To increase the effectiveness of firefighting equipment in modern firefighting Arsenal, possibly without losing their advantages, if you apply unmanned aerial vehicles with vertical takeoff and landing hybrid, allowing the use of the Coanda effect and centripetal expansion of the air stream at the outlet of the annular nozzle. In such devices the lifting force is created not only due to the aerodynamic component, but also due to the reaction drop air mass. Devices of this type can perform a vertical landing on the ponds located within the city, including to waters of the shallow depth and area, and to provide localization and extinguishing fires in high-rise buildings.

**Keywords:** surface «Coanda», centripetal expansion of the air stream, the combined power-plant, turboshaft powerplant, centrifugal fan

### Общая концепция решаемых задач

Одной из основных задач, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является создание беспилотного летательного аппарата с автоматизированным управлением, способного производить вертикальное приводнение, набор огнегасящей жидкости (воды) в баки при нахождении аппарата на плаву, взлетать вертикально, доставлять жидкость к месту пожара и производить её сброс на очаг пожара по сигналам бортовых датчиков.

Второй задачей является разработка такого аппарата, который мог бы иметь защищенную силовую установку от попадания брызг воды при его взлете и посадке, а также быть безопасным в эксплуатации для окружающих.

Третьей задачей является обеспечение такой компоновки аппарата, при которой баки с огнегасящей жидкостью сосредоточены в непосредственной близости от его оси с наименьшим разнесом масс.

Основные требования к аппарату в рамках решаемых задач

- относительная компактность;
- безопасность эксплуатации;

- ветроустойчивость;
- отсутствие низкочастотных вибраций, присущих летательным аппаратам вертолетных схем из-за работы автомата перекоса;
- относительная простота аэродинамических исполнительных органов управления;
- достижение более высокого КПД;
- относительно небольшой разнос масс, позволяющий иметь довольно высокую маневренность аппарата.

### Пути решения поставленных задач

Один из вариантов решения поставленных технических задач представлен следующим образом. Беспилотный летательный аппарат для выполнения противопожарных работ обеспечен возможностью вертикального взлёта и посадки, выполнен по дисковидной компоновке. Создание аэродинамической подъемной силы аппарата основано на эффекте «Коанда», а тяги – на использовании центростремительного расширения выходящей струи воздуха под корпусом аппарата. Он оснащен турбовальным силовым агрегатом со свободной турбиной, установленным сверху дисковидного корпуса по его вертикальной оси. Силовой агрегат имеет газодинамический и механи-

ческий приводы на вентиляторы противоположного вращения. Один из вентиляторов, центробежный в кольце, прикреплён коаксиально с зазором к внешней поверхности наружного дисковидного корпуса, нагнетает поток с изменением направления от осевого к радиальному вдоль поверхности «Коанда». Другой обеспечивает движение потока с его центростремительным расширением на выходе из внутреннего пространства дисковидного корпуса. Внутри дисковидного корпуса содержится удобообтекаемый модуль оборудования и целевой нагрузки, который размещен эквидистантно его внутренней поверхности. Внутри модуля содержатся баки для огнегасящей жидкости и различное обеспечивающее оборудование. Изменение величины подъемной силы, управление и перемещения аппарата в пространстве осуществляются в автоматизированном режиме полета отклонениями дополнительного кольцевого крыла, обдуваемого потоком воздуха реактивной струи. Развороты аппарата вокруг вертикальной оси обеспечивают выдвигаемые в поток из модуля оборудования и целевой нагрузки аэродинамические управляющие поверхности.

*Существенными признаками технического решения являются:*

– Применение турбовального силового агрегата, который имеет газодинамическую связь с центробежным вентилятором левого вращения и механическую связь с центробежным вентилятором правого вращения, или наоборот.

– Использование наружной поверхности аппарата, сформированной в виде поверхности «Коанда» для создания дополнительной подъемной силы путем ее обдува потоком воздуха.

– Использование центростремительной реактивной струи воздуха, истекающей из кольцевого сопла центробежного вентилятора, которая обтекает верхнюю поверхность дополнительного кольцевого крыла для создания управляемого приращения подъемной силы.

– Применение подвижного подвеса крыла на эластомерных втулках, скользящих независимо вдоль опор шасси аппарата, позволяет менять углы установки крыла относительно осей X и Z.

– Использование выдвигаемых аэродинамических поверхностей управления по курсу и для его разворотов относительно оси Y

позволяет устранить выступающие за габариты аппарата элементы.

– Использование внутреннего осесимметричного водяного бака в зоне вертикальной оси аппарата позволяет выполнять более точный сброс огнегасящей жидкости на очаг пожара.

– Использование кольцевого поплавка с обдуваемой верхней профилированной поверхностью, над которой проходит эжектируемый воздух, позволяет иметь дополнительную подъемную силу.

– на рис. 1 – вид аппарата сбоку в разрезе на водной поверхности.

– на рис. 2 – вид аппарата сверху;

Технический результат, полученный особенностями компоновки аппарата – интеграция используемых аэродинамических эффектов, поясняет возникновение его подъемной силы за счет следующих составляющих:

– использование эффекта Коанда для создания разряжения на верхней поверхности крыла;

– наддув нижней поверхности круглого крыла;

– эжектирующее действие выходящей струи воздуха на поверхность кольцевого крыла

– эжектирующее действие выходящей струи воздуха на поверхность кольцевого поплавка.

– совместное действие всех или части этих сил;

### **Описание конструкции и работа аппарата**

Летательный аппарат для выполнения противопожарных работ (рис. 1, рис. 2), выполнен в виде дисковидного несущего корпуса, образованного двумя линзообразными поверхностями 1, 2, установленными с определенным зазором 3 одна относительно другой. Под дисковидным несущим корпусом зазор 3 формирует кольцевое сопло 4 аппарата и обеспечивает центростремительное направление расширения реактивной струи 5. Линзообразная поверхность 1 сформирована в соответствии с математическим описанием поверхности «Коанда». Одновременно, эквидистантно сформированная линзообразная поверхность 2, принадлежит модулю оборудования и целевой нагрузки 6.

Аппарат оснащен турбовальным силовым агрегатом 7 со свободной турбиной 8. Турбовальный агрегат 7 вращает цен-

тробежные вентиляторы 9, 10 во взаимно противоположных направлениях. С вентилятором 9 турбовальный агрегат 7 соединен газодинамической связью, а с вентилятором 10 – механической.

Вентилятор 9 нагнетает поток воздуха, смешанный с выхлопными газами турбовального агрегата 7, в сопло 11 и интенсивно обдувает линзообразную поверхность

1, сформированную в виде поверхности «Коанда». В результате такого обдува линзообразной поверхности 1 возникает зона пониженного давления с повышенной температурой, а с противоположной, нижней стороны поверхности модуля оборудования и целевой нагрузки 6 – зона повышенного давления, что и приводит к возникновению подъемной силы.

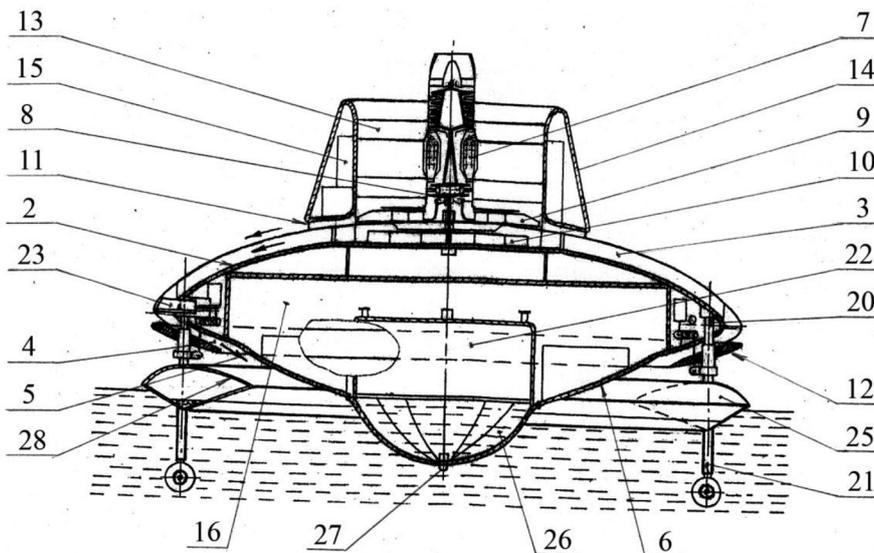


Рис. 1

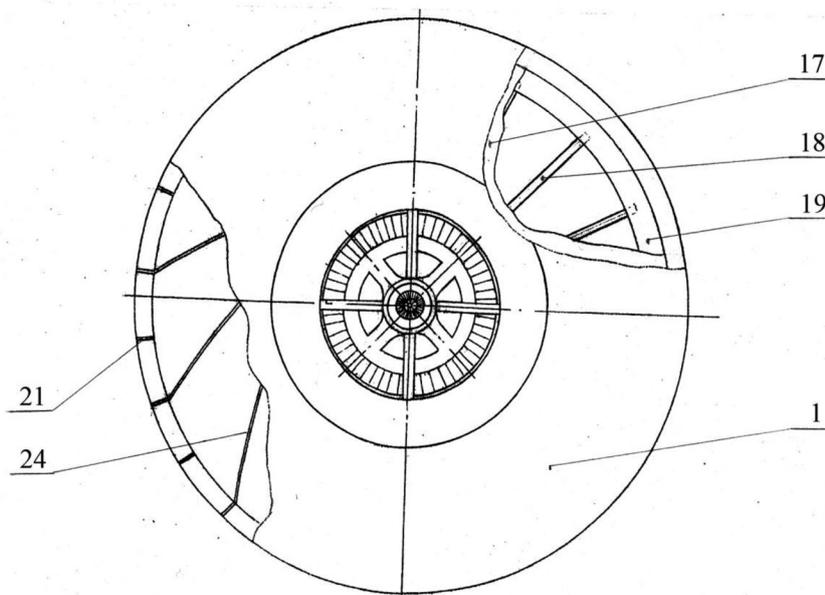


Рис. 2

Вал свободной турбины 8, соединенный с центробежным вентилятором 10, вращает его, нагнетая поток в зазор 3 между двумя линзообразными поверхностями 1, 2. Далее поток направляется в центростремительном направлении в кольцевое сопло 4. Кольцевое сопло 4 обеспечивает центростремительное расширение потока 5 воздушной струи. Поток 5 направляется вдоль нижней поверхности модуля оборудования и целевой нагрузки 6 вниз и создает реактивную тягу.

Изменение величины подъемной силы, управление и перемещения аппарата в пространстве осуществляются отклонениями дополнительного кольцевого крыла управления 12, обдуваемого потоком воздуха реактивной струи из кольцевого сопла 4. Крыло 12 закреплено подвижно на эластомерных втулках, скользящих независимо вдоль опор шасси аппарата. Такая схема подвески кольцевого крыла управления 12 позволяет его противоположно расположенным частям попеременно то удаляться, то приближаться к кольцевому соплу 4 центробежного вентилятора 10. В результате меняется интенсивность обдува этих участков кольцевого крыла 12 с соответствующим изменением аэродинамических сил. Сам процесс качания кольцевого крыла управления 12 во всем диапазоне его отклонений на заданные углы относительно осей X и Z практически не сказывается на аэродинамике полета аппарата ввиду очень малых относительных значений углов его отклонения.

Силовой турбовальный агрегат 7 закреплен по оси аппарата над линзообразной поверхностью 1 посредством пилонов 13 в кольцевом обтекателе 14. Во внутренней полости кольцевого обтекателя 14 размещено электронное оборудование, БСАУ 15, системы навигации, связи, управления и телеметрии.

Модуль оборудования и целевой нагрузки 6 состоит из обшивки двойной кривизны 17, меридиональных 18 и экваториальных 19 элементов каркаса с прикрепленными к ним узлами 20 крепления опор шасси 21. Опоры 21 являются скользящими направляющими кольцевого крыла управления 12, обеспечивающими его независимое качание по осям X и Z.

Во внутренней полости 16 модуля оборудования и целевой нагрузки 6 расположен осесимметричный бак 22 для огнегасящей жидкости и различное оборудование.

Развороты аппарата вокруг вертикальной оси обеспечивают выдвижные из модуля оборудования и целевой нагрузки 6 аэродинамические управляющие поверхности 23, установленные на его максимальном радиусе. Они имеют возможность поступательно перемещаться в радиальном направлении и в четном количестве связаны с объединенным узлом управления по курсу.

На внутренней линзообразной поверхности 1 расположены лопатки диффузора 24 центробежного вентилятора 10. Нагнетаемый вентилятором 10 в зазор 3 поток воздуха проходит между лопатками диффузора 24, расширяется, трансформируя, таким образом, в соответствии с законом Бернулли, энергию скоростного напора воздуха в энергию давления. Кроме того, направление закрутки лопаток диффузора 24 создает силу, позволяющую полностью нейтрализовать действие реактивного момента от силовой установки на конструкцию аппарата.

Для обеспечения непотопляемости аппарата на плаву при наборе воды и выполнении иных задач с базированием на водной поверхности, аппарат оснащен кольцевым водоизмещающим поплавком 25. В нижней части аппарата выполнены створки 26, обеспечивающие набор и сброс воды. Там же размещены и датчики наведения вертикального сброса воды 27.

Дополнительная подъемная сила возникает также от эжектирующего влияния выходящей из кольцевого сопла 4 струи воздуха, обтекающей поверхность кольцевого поплавка 28.

При условии превышения суммы подъемной силы и тяги аппарата над его массой аппарат взлетает.

Управление взлетом, набором необходимой высоты, горизонтальным полетом, снижением высоты и посадкой аппарата обеспечивается бортовой автоматизированной системой управления (БСАУ) 15.

Бортовая автоматизированная система управления (БСАУ) 15 содержит:

- датчики скорости полета ( $V_x, V_y, V_z$ );
- датчики угловых скоростей ( $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ );
- датчики угловых отклонений ( $\theta, \gamma, \chi$ );
- датчики высоты полета ( $Y_1, Y_2$ );
- датчики позиционирования (GPS) ( $X, Z$ );
- бортовой процессор (БСАУ);
- подсистемы автоматизированного управления центробежными вентиляторами ( $\delta_1, \delta_2$ ) и турбовальным силовым агрегатом ( $\delta_3$ );

- подсистему адаптивного управления дополнительным кольцевым крылом 9 ( $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$ );
- подсистему адаптивного управления аэродинамическими управляющими поверхностями 19;
- подсистему ввода информации (заданный маршрут, профиль полета, базовые законы управления);
- командный блок управления ЛА;
- подсистему определения зоны повышенных температур и задымления;
- подсистему набора, учета количества и сброса огнегасящей жидкости.

### **Взлет и набор воды для тушения очага пожара**

Необходимым предварительным условием взлета аппарата является включение наземной станции управления. При этом наземная станция управления может быть установлена внутри технического средства (ТС) (возимый вариант) или находиться непосредственно у оператора (носимый вариант).

Взлет аппарата с поверхности земли осуществляется вертикально вверх при включении оператором бортовой системы автоматизированного управления (БСАУ) 15. Далее команды, необходимые для управления полетом аппарата, подает уже сама БСАУ 15. Высота подъема аппарата измеряется с помощью высотомера, входящего в состав БСАУ 15. Его показания передаются в процессор БСАУ, в котором сравниваются с заданным пороговым значением. После перехода в режим зависания аппарат сохраняет неизменной высоту своего подъема и ориентацию. Стабилизация в пространстве осуществляется автоматически по принципу автопилота, в котором имеются три канала стабилизации: курса, крена и тангажа. В качестве измерителей угловых скоростей используются микромеханические гироскопы, расположенные в бесплатформенном инерциальном блоке. После выдерживания заданной высоты зависания аппарата, наклоном дополнительного кольцевого крыла управления 12, задается пропульсивная сила, перемещающая аппарат с горизонтальной скоростью к водоему, из которого будет производиться набор воды. Над водоемом аппарат снижает горизонтальную скорость до нулевой. После зависания аппарата над водоемом плавно уменьшается подъемная сила, создаваемая центробежным вентилятором 9 при обдуве поверхности «Коранда», и обороты вентилятора 10, который

обеспечивает центростремительное расширение потока воздушной струи с наддувом нижней части аппарата. По мере уменьшения подъемной силы и тяги сокращается высота полета аппарата до касания его корпуса водной поверхности. Определенная глубина погружения корпуса аппарата в водоем является сигналом для открытия створок 26 и заполнения бака 22 огнегасящей жидкостью. Дозаполнение бака 22 водой выше уровня водоема обеспечивается бортовой насосной системой. Во время нахождения аппарата на водной поверхности с целью набора воды его турбовальный силовой агрегат 7 работает в режиме «малого газа». После заполнения бака 22 огнегасящей жидкостью (водой) по сигналам, поступающим в процессор БСАУ 15 от датчиков, сервоприводы герметично закрывают створки 26. Аппарат при этом имеет положительную плавучесть и гарантию непотопляемости.

Для взлета с водной поверхности с заполненным баком 22 работа турбовального силового агрегата 7 переводится во «взлетный» режим. Аппарат отрывается от водной поверхности, набирает высоту и в горизонтальной конфигурации полета направляется к очагу пожара.

При входе в область задымления и повышенных температур, в соответствии с сигналами датчиков нахождения аппарата в такой зоне, он может снижать или, наоборот, увеличивать высоту полета и горизонтальную скорость. В зависимости от скорости и высоты распространения огня, аппарат в режиме зависания по сигналам датчиков наведения вертикального сброса воды 27 или с заданной горизонтальной скоростью производит сброс огнегасящей жидкости на очаг пожара.

### **Выводы**

Обеспечиваемый технический результат заключается в интеграции используемых аэродинамических эффектов и особенностей компоновки аппарата, которые позволяют придать новые свойства классу летательных аппаратов, выполненных по схеме «Летающая тарелка» и использовать подобные аппараты для тушения пожаров.

Одной из особенностей аппарата является его возможность зависать и находиться некоторое время в зоне повышенных температур благодаря отводу большого количества тепла при центростремительном расширении выходящей струи воздуха в нижней части аппарата.



Рис. 3. Экспериментальная летающая модель прототипа описываемого аппарата, патент № 2518143 с приоритетом от 04.09.2012 г.

Описываемый летательный аппарат вертикального взлёта и посадки может производить компактный прицельный сброс огнегасящего состава на очаги пожара.

Аппарат имеет повышенную безопасность, надежность и эффективность при полете в условиях турбулентной атмосферы, он ветроустойчив и может быть использован для работы в горных районах, северных широтах, а также в Военно-морском флоте России.

Беспилотный летательный аппарат для выполнения противопожарных работ может приземляться на улицах и площадях городов и населенных пунктов при отсутствии там воздушных линий электропередач и связи для заполнения баков водой от существующих пожарных гидрантов.

Аппарат имеет возможность приводняться на водоемы малой глубины и площади, набирать внутрь бака воду под действием собственной массы.

Таким образом, разработана концепция беспилотного летательного аппарата, способного работать при тушении пожаров в стесненных городских условиях.

Авторами проводятся работы по изготовлению летающих моделей прототипов летательного аппарата вертикального взлёта и посадки для исследований и отработ-

ки их аэродинамических свойств, изучения динамики полета при вертикальном взлете, зависании и посадке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин Ф.П. Основы проектирования самолетов с вертикальным взлетом и посадкой. – М.: Машиностроение, 1970.
2. Шайдаков В.И. Аэродинамические исследования системы «винт в кольце» на режиме висения // Труды МАИ. – М.: МАИ, 1959. – Вып. 111.
3. Шайдаков В.И. Аэродинамика винта в кольце: Учебное пособие. – М.: МАИ, 1996.
4. Шмитц Н.В. Аэродинамика малых скоростей / Пер с немецкого. – М.: ДОСААФ, 1963.
5. Болонкин А.А. Теория полета летающих моделей. – М.: ДОСААФ, 1962.
6. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд. МАИ, 1994.
7. Патентные материалы авторов СССР, России и стран мира.
8. К.т.н. Ушаков А.П. Тезисы доклада на Первом Московском Международном форуме «Беспилотные многоцелевые комплексы в интересах ТЭК» «UVS-TECH 2007» Общая компоновка и внешняя аэродинамика дисковидных микро- и мини летательных аппаратов вертикального взлета и посадки.
9. Воронков Ю.С., Воронков О.Ю., Ушаков А.П. Патент РФ на изобретение № 2518143 с приоритетом от 04.09.2012 г. (RU) «Летательный аппарат вертикального взлета и посадки»
10. Мировая компьютерная сеть Интернет, информация 1995–2014 гг.
11. Материалы Благотворительного общества научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога.

УДК 548.3:669.018

**ВОЗМОЖНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОСТОЯНИЙ  
НАНОРАЗМЕРНОГО (NNN) КЛАССА ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ  
МОДУЛЯРНЫХ СТРУКТУР НАНОКОМПОЗИТОВ**

**Дерлугян П.Д., Иванова И.В., Иванов В.В., Шишка В.Г.**

*ФГУП ОКБ «ОРИОН», Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Обсуждаются возможные комплексные компоненты состояний наноразмерного (n n n) класса детерминистических модулярных структур нанокompозитов.

**Ключевые слова:** структурное состояние, наноструктура, наночастица, композиционный материал

**POSSIBLE COMPLEX COMPONENTS OF THE STATES OF THE  
NANODIMENSIONAL (NNN) CLASS FOR DETERMINISTIC MODULAR  
STRUCTURES OF NANOCOMPOSITES**

**Derlugian P.D., Ivanova I.V., Ivanov V.V., Shishka V.G.**

*FGUE SDTU «ORION», Platov South-Russian state polytechnic university  
(Novocherkassk polytechnic institute), Novocherkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru*

The possible complex components of the states of nanodimensional (n n n) class for deterministic modular structures of nanocomposites were discussed.

**Keywords:** structural state, nanostructure, nanoparticle, compositional material

В случае фазово-разупорядоченного состояния ультрадисперсных компонентов системы может проявляться эффект синергизма – отклонение свойства материала от величины, которая может быть получена по аддитивной схеме с учетом индивидуальных характеристик фаз [1–4]. В соответствии с моделью «концентрационной волны» [4] трибологические свойства композитов определяются размерным и наноструктурным факторами. Экспериментально установлено [5–17], что для композитов разного фазового состава наноструктурный параметр принимает значения в интервале от 0,03 до 0,17 и характеризует объемную долю наночастиц фаз твердых компонент трибосопряженных поверхностей.

Будем считать, что в общем случае состояния детерминистических модулярных структур определяются возможными кристаллическими  $r$ , наноразмерными  $n$  и фрактальными  $f$  компонентами. Множество вероятных структурных 1D состояний детерминистических модулярных структур композитов включает три основные состояния ( $r_r \equiv r$ ,  $n_n \equiv n$ ,  $f_f \equiv f$ ) и три пары из сопряженных состояний ( $r_n$  и  $n_r$ ,  $r_f$  и  $f_r$ ,  $n_f$  и  $f_n$ ). Возможные пространственные компоненты структурных состояний поверхности проанализированы в работе [18]. Сформулированы принципы формирования возможных

структурных состояний из наноразмерных компонент с учетом свойств множества соответствующих нанообъектов [19]. Проанализированы размерные характеристики возможных состояний многокомпонентных структур, включающих наноразмерную компоненту, и их влияние на свойства системы [20, 21].

Из десяти классов вероятных структурных состояний класс (n n n) характеризует возможные структурные состояния, включающие в себя в основном только наноразмерную компоненту.

Симметрия структур  $R_{nnn}^3$  может описываться пространственными  $G_3^3$ , слоевыми  $G_3^2$ , стержневыми  $G_3^1$ , точечными  $G_0^3$  группами [22, 23]. Перечислим возможные виды состояний наноразмерного класса (n n n) и приведем сопряженные им (\*) состояния.

1) (n n n) – 3D-наночастица, (n n n)\* = (n n n),

2) (n n  $n_r$ ) – 3D-нанообъект из 1D-фрагмента структуры, (n n  $n_r$ )\* = (n  $n_r$  n),

3) (n n  $n_f$ ) – 3D-нанообъект из 1D локального фрактала, (n n  $n_f$ )\* = (n n  $f_n$ ),

4) (n  $n_r$   $n_r$ ) – 3D- нанообъект из 2D нанофрагментов структуры, (n  $n_r$   $n_r$ )\* = (n  $r_n$   $r_n$ ),

5) (n  $n_f$   $n_f$ ) – 3D-нанообъект из 1D-фрагмента структуры и 1D локального фрактала, (n  $n_f$   $n_f$ )\* = (n  $f_n$   $f_n$ ),

6) (n  $n_r$   $n_f$ ) – 3D-нанообъект из 2D локальных фракталов, (n  $n_r$   $n_f$ )\* = (n  $f_n$   $r_n$ ).

7)  $(n_r n_r n_r)$  – 3D-нанообъект из 3D-нанофрагментов структуры,  $(n_r n_r n_r)^* = (r_n r_n)$ ,

8)  $(n_r n_r n_r)$  – 3D-нанообъект из 2D-нанофрагмента структуры и 1D локального фрактала,  $(n_r n_r n_r)^* = (r_n r_n f_n)$ ,

9)  $(n_r n_r n_r)$  – 3D-нанообъект из 1D-нанофрагмента структуры и 2D локального фрактала,  $(n_r n_r n_r)^* = (r_n f_n f_n)$ .

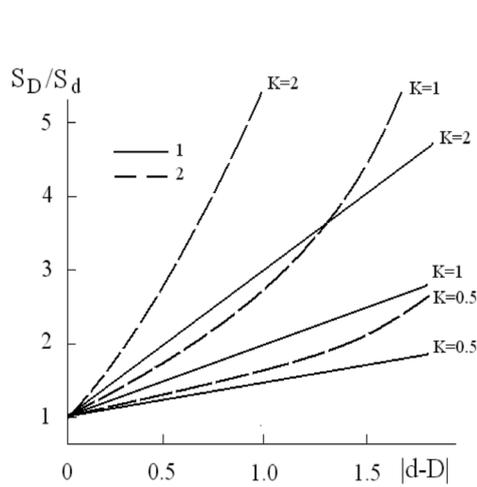
10)  $(n_f n_f n_f)$  – 3D локальный фрактал,  $(n_f n_f n_f)^* = (f_n f_n f_n)$ .

Условный размерный параметр  $D$  для каждого структурного состояния может быть представлен следующим образом:  $D = d_r D(r) + d_f D(f) + d_n D(n)$ , где  $d_r$ ,  $d_f$  и  $d_n$  – количества соответствующих компонент одного сорта. Условный размерный параметр для кристаллической компоненты  $D(r) = 1$ , для фрактальной компоненты он полностью совпадает с фрактальной размерностью:  $D(f) = \text{Dim}R_f = \text{Dim}(\text{Gen}R_f) < 1$ , для наноразмерной компоненты  $D(n) = \langle n \rangle / n_0 < 1$ , если средний размер нанообъекта  $\langle n \rangle < n_0 = 100$  нм и  $D(n) = 1$ , если  $\langle n \rangle \geq n_0$ .

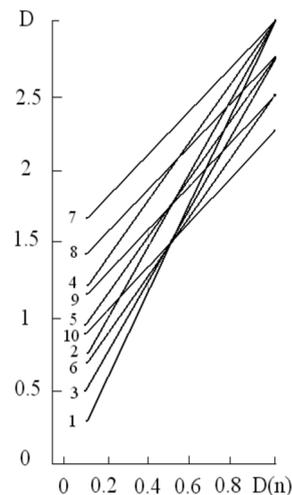
Пример. Определим размерный параметр для состояния  $(n_r n_f n_f)$ , характеризующего 3D-нанообъект из 1D-нанофрагмента структуры и 2D локального фрактала. Сопряженным с ним является состояние  $(r_n f_n f_n)$ , представляющее собой 3D структуру из 1D нанофрагмента структуры и 2D локального фрактала. С учетом разложения  $(n_r n_f n_f) = 1/6 [3(n n n) + (r r r) + 2(f f f)]$  окон-

чательно получим  $D = 1/6 [9\langle n \rangle / n_0 + 3 + \text{DimGen}R_{\text{ff}}^1 + \text{DimGen}R_{\text{ff}}^2]$ . Отметим, что для сопряженного структурного состояния  $(n_r n_f n_f)^* = (r_n f_n f_n)$  размерный параметр идентичен.

Предположим, что если компоненты структурных состояний – пространственные, то на свойство  $S_D$  влияет отклонение условного размерного параметра  $D$  от мерности пространства  $d$ , т.е. величина  $|d-D|$ . Формально можно рассматривать два вида зависимостей:  $S_D = S_d(1 + K|d-D|)$  и  $\ln(S_D/S_d) = K|d-D|$ , где коэффициент пропорциональности  $K$  обусловлен как характеристиками структурного состояния, так и характеристиками пространства, в котором существует система с данным состоянием. При расчете размерных параметров структурных состояний для отдельных компонент использовали следующие условные значения:  $D(r) = 1$ ,  $D(f_1) = D(f_2) = D(f_3) = 0,5$ ,  $D(n_1) = D(n_2) = D(n_3) = 0,1$ . Вторая зависимость от размерного параметра – экспоненциальная  $S_D = S_d \exp(K|d-D|)$  и является более сильной по сравнению с первой (рисунк, а). На величину  $|d-D|$  существенно влияют значения компонент  $D(f)$  и  $D(n_1)$ . В частности, влияние величины наноразмерной компоненты  $D(n)$  на условный размерный параметр  $D$  для каждого из десяти структурных состояний класса  $(n n n)$  показано на рисунке, б.



а)



б)

Влияние условного размерного параметра  $D$  структурного состояния детерминистических модулярных структур на свойства систем по зависимостям вида  $S_D = S_d(1 + K|d-D|)$  (а-1) и  $S_D = S_d \exp(K|d-D|)$  (а-2). Влияние величины наноразмерной компоненты  $D(n)$  на условный размерный параметр  $D$  десяти структурных состояний класса  $(n n n)$  (б)

Представления о возможном влиянии комплексного состояния композитов, обусловленного как кристаллическими фазами, так и распределенными определенным образом наночастицами некоторых из этих фаз были использованы при целенаправленном поиске и интерпретации трибологических свойств поверхности композиционных материалов и покрытий на основе жидкого стекла [10–12], систем Ni-P [1-4, 13-17] и Ni-B [5–9]. Основные характеристики некоторых вероятных нанообъектов на поверхности указанных выше нанокompозитов, обладающих антифрикционными свойствами, представлены в работах [24–36].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
2. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 3. – С. 113–115.
3. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 4. – С. 116–118.
4. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.
5. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2006. – Т.79. – Вып.4. – С. 619–621.
6. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В., и др. // Журн. прикладной химии, 2008. – Т.81. – Вып. 12. – С. 2059–2061.
7. Балакай В.И., Сметанкин Г.П., Иванов В.В., Балакай И.В. // Вестник ВЭЛНИИ, 2009. – Вып.1 (57). – С. 32–41.
8. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2009. – Т. 82. – Вып. 5. – С. 797–802.
9. Балакай В. И., Сметанкин Г.П., Иванов В.В., Мурзенко К.В. // Вестник ВЭЛНИИ, 2013. – Вып.2 (66). – С. 121–128.
10. Иванов В.В., Башкиров О.М., Марченко С.И. и др. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – Спецвыпуск. Композиционные материалы. – 2005. – С. 15–17.
11. Иванов В.В., Марченко С.И. // Научная мысль Кавказа. – Спецвыпуск, 2006. – С. 87–89.
12. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 1. – С. 84–87.
13. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 5. – С. 72–75.
14. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 6. – С. 79–82.
15. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 3. – С. 54–57.
16. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
17. Щербаков И.Н., Попов С.В. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал. – 2014. – № 3(22). – Часть 2. – С. 21–22.
18. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 7. – С. 126–128.
19. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 7. – С. 96–99.
20. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 7. – С. 121–123.
21. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 7. – С. 124–125.
22. Заморзаев А.М. Теория простой и кратной антисимметрии. – Кишинев: Штиинца. 1976. – 283 с.
23. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 7. – С. 93–95.
24. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал. – 2013. – № 8-1. – С. 65–66.
25. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал. – 2013. – № 8-1. – С. 70–71.
26. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал. – 2013. – № 8-1. – С. 72–73.
27. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. – 2013. – № 4. – С. 26–29.
28. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. – 2013. – № 4. – С. 30–33.
29. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. – 2013. – № 5. – С. 21–24.
30. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. – 2013. – № 5. – С. 25–28.
31. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2013. – № 7. – С. 82–84.
32. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2013. – № 7. – С. 85–87.
33. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания. – 2013. – № 8. – С. 131–133.
34. Иванов В.В. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10(3). – С. 493.
35. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 58–59.
36. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 59–60.

УДК 548.3:669.018

## ВОЗМОЖНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОСТОЯНИЙ ФРАКТАЛЬНОГО ГИБРИДНОГО (FFF) КЛАССА ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ МОДУЛЯРНЫХ СТРУКТУР КОМПОЗИТОВ

**Дерлугян П.Д., Иванова И.В., Иванов В.В., Шишка В.Г.**

*ФГУП ОКБ «ОРИОН», Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Обсуждаются возможные комплексные компоненты состояний фрактального гибридного (f f f) класса детерминистических модулярных структур композитов.

**Ключевые слова:** структурное состояние, фрактальная структура, модулярная структура, композиционный материал

## POSSIBLE COMPLEX COMPONENTS OF THE STATES OF THE FRACTAL HYBRIDIC (FFF) CLASS FOR DETERMINISTIC MODULAR STRUCTURES OF COMPOSITES

**Derlugian P.D., Ivanova I.V., Ivanov V.V., Shishka V.G.**

*FGUE SDTU «ORION», Platov South-Russian state polytechnic university (Novochechassk polytechnic  
institute), Novochechassk, e-mail: valivanov11@mail.ru*

The possible complex components of the states of fractal hybridic (f f f) class for deterministic modular structures of composites were discussed.

**Keywords:** structural state, fractal structure, modular structure, compositional material

В соответствии с концепцией синергизма свойств фаз твердой и смазочной компонент композиционных покрытий параметры химического и фазового состава, микроструктурные характеристики фаз твердой компоненты и особенности конфигурации межфазных границ влияют на трибологические свойства поверхности [1–7]. Квазифрактальные структуры в 2D пространстве могут рассматриваться как возможные аппроксиманты сайз-распределения ультрадисперсных частиц фаз и конфигураций межфазных границ на поверхности антифрикционных покрытий в процессе трибовоздействия со стороны контр-тела [5, 7–11].

Будем считать, что в общем случае состояния детерминистических модулярных структур определяются возможными кристаллическими  $r$ , наноразмерными  $n$  и фрактальными  $f$  компонентами. Множество вероятных структурных 1D состояний детерминистических модулярных структур композитов включает три основные состояния ( $r_r \equiv r$ ,  $n_n \equiv n$ ,  $f_f \equiv f$ ) и три пары из сопряженных состояний ( $r_n$  и  $n_r$ ,  $r_f$  и  $f_r$ ,  $n_f$  и  $f_n$ ). Возможные пространственные компоненты структурных состояний поверхности проанализированы в работе [12]. Сформулированы принципы формирования возможных структурных состояний из фрактальных компонент с учетом полугрупповых свойств

множества соответствующих 1D генераторов [13]. Проанализированы размерные характеристики возможных состояний многокомпонентных структур, включающих фрактальную компоненту, и их влияние на свойства системы [14, 15].

Из десяти классов вероятных структурных состояний класс (f f f) характеризует возможные структурные состояния, включающие в себя в основном только фрактальную компоненту. Симметрия структур  $R_{fff}^3$  может описываться пространственными  $G_3^3$ , слоевыми  $G_2^3$ , ленточными  $G_{2,1}^3$ , точечными слоевыми  $G_{2,0}^3$ , точечными ленточными  $G_{2,1,0}^3$ , стержневыми  $G_1^3$  группами [16, 17]. Перечислим возможные виды состояний фрактального гибридного класса (f f f), приведем сопряженные им (\*) и соподчиненные состояния.

1) (f f f) – 3D фрактальная гибридная структура,  $(f f f)^* = (f f f)$ ,  $(f f f) \in (n_f n_r n_p)$ ,

2) (f f f) – 3D фрактал из 1D детерминистических фракталов,  $(f f f)^* = (f f r_p)$ ,  $(f f f) \in (n_f n_r n_p)$ ,

3) (f f f) – 3D фрактал из 1D фрактальных нанообъектов,  $(f f f)^* = (f f n_p)$ ,  $(f f f) \in (n_f n_r n_p)$ ,

4) (f f f) – 3D фрактал из 2D детерминистических фракталов,  $(f f f)^* = (f r_r r_r)$ ,  $(f f f) \in (n_f n_r n_p)$ ,

5) (f f f) – 3D фрактал из 1D детерминистических фракталов и из 1D фракталь-

ных нанообъектов,  $(f_r f_n f_n)^* = (f_r r_n n_p)$ ,  $(f_r f_n f_n) \in (n_r n_r n)$ ,

6)  $(f_r f_n f_n)$  – 3D фрактал из 2D фрактальных нанообъектов,  $(f_r f_n f_n)^* = (f_n r_n n_p)$ ,  $(f_r f_n f_n) \in (n_r n_r n)$ ,

7)  $(f_r f_r f_r)$  – 3D детерминистический фрактал,  $(f_r f_r f_r)^* = (r_r r_r r_p)$ ,  $(f_r f_r f_r) \in (n_r n_r n_r)$ ,

8)  $(f_r f_r f_n)$  – 3D фрактал из 2D детерминистических фракталов и 1D фрактальных нанообъектов,  $(f_r f_r f_n)^* = (r_r r_r n_p)$ ,  $(f_r f_r f_n) \in (n_r n_r n)$ ,

9)  $(f_r f_n f_n)$  – 3D фрактал из 1D детерминистических фракталов и 2D фрактальных нанообъектов,  $(f_r f_n f_n)^* = (r_r n_r n_p)$ ,  $(f_r f_n f_n) \in (n_r n_r n)$ ,

10)  $(f_n f_n f_n)$  – 3D фрактальный нанообъект,  $(f_n f_n f_n)^* = (n_r n_r n_p)$ ,  $(f_n f_n f_n) \in (n_r n_r n)$ .

Размерный параметр  $D$  для каждого структурного состояния может быть представлен следующим образом:  $D = d_r D(r) + d_f D(f) + d_n D(n)$ , где  $d_r$ ,  $d_f$  и  $d_n$  – количества соответствующих компонент одного сорта, размерный параметр для кристаллической компоненты  $D(r) = 1$ , для фрактальной компоненты  $D(f) = \text{Dim}R_f = \text{Dim}(\text{Gen}R_f) < 1$ , для наноразмерной компоненты  $D(n) = \langle n \rangle / n_0 < 1$ , если средний размер нанообъекта  $\langle n \rangle < n_0 = 100$  нм [14, 15].

Пример. Определим размерный параметр для состояния  $(f_r f_n f_n)$ , характеризующего 3D фрактал из 1D детерминистических фракталов и 2D фрактальных нанообъектов. Сопряженным с ним является состояние  $(r_r n_r n_p)$ , представляющее собой 3D струк-

туру из 1D локального фрактала и 2D нанообъекта с фрактальной структурой. С учетом разложения

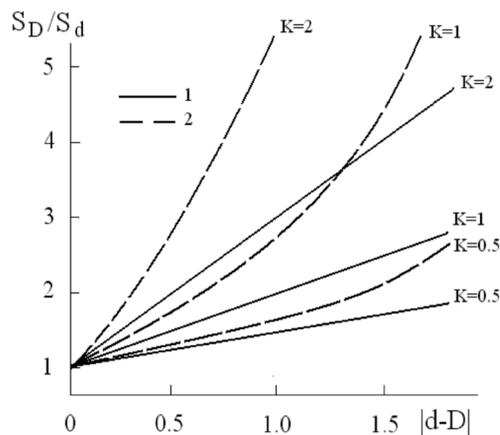
$(f_r f_n f_n) = 1/6 [2(n_r n_r n) + (r_r r_r) + 3(f_r f_r)]$  окончательно получим

$$D = 1/6 [6(\langle n \rangle / n_0) + 3 + \text{DimGen}R_{\text{fff}}^{-1} + \text{DimGen}R_{\text{fff}}^{-2} + \text{DimGen}R_{\text{fff}}^{-3}].$$

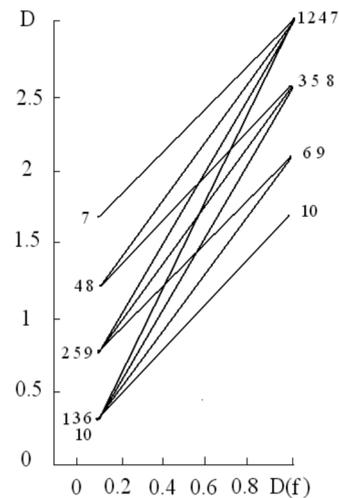
Отметим, что для сопряженного структурного состояния  $(f_r f_n f_n)^* = (r_r n_r n_p)$  размерный параметр идентичен.

В соответствии с [15] на свойство  $S_D$  влияет отклонение размерного параметра  $D$  от мерности пространства  $d$  и формально можно рассматривать два вида зависимостей:  $S_D = S_d(1 + K|d-D|)$  и  $\ln(S_D/S_d) = K|d-D|$ . Коэффициент пропорциональности  $K$  обусловлен как характеристиками структурного состояния, так и характеристиками пространства, в котором существует система с данным состоянием.

При оценке размерных параметров структурных состояний для отдельных компонент использовали следующие условные значения:  $D(r) = 1$ ,  $D(f_1) = D(f_2) = D(f_3) = 0,5$ ,  $D(n_1) = D(n_2) = 0,1$ . Экспоненциальная зависимость от размерного параметра  $S_D = S_d \exp(K|d-D|)$  является более сильной по сравнению с первой (рисунок, а). На величину  $|d-D|$  существенно влияют значения компонент  $D(f)$  и  $D(n)$ . В частности, влияние величины фрактальной компоненты  $D(f)$  на условный размерный параметр  $D$  для каждого из десяти структурных состояний класса  $(f_r f_r)$  показано на рисунке, б.



а)



б)

Влияние условного размерного параметра  $D$  структурного состояния детерминистических модулярных структур на свойства систем по зависимостям вида  $S_D = S_d(1 + K|d-D|)$  (а-1) и  $S_D = S_d \exp(K|d-D|)$  (а-2). Влияние величины фрактальной компоненты  $D(f)$  на условный размерный параметр  $D$  десяти структурных состояний класса  $(f_r f_r)$  (б)

В ранее опубликованных работах проанализированы спектральные характеристики вероятных детерминистических гибридных фракталов – сложных фрактальных структур с двумя и более точечными или линейными генераторами в 2D пространстве [18–26]. Разработан алгоритм выбора и идентификации данных структур с необходимыми характеристиками. Значения локальной и лакунарной размерностей каждой фрактальной структуры могут быть использованы при определении квазиупорядоченного сайт-распределения определенных фаз по поверхности композиционных покрытий и конфигурационных характеристик межфазных границ [27–37]. На основе этих данных возможна оценка поверхностной доли твердого смазочного компонента и расчет трибологических свойств покрытия в соответствии с синергической моделью [1, 38, 39]. Расчетные данные косвенно подтверждают, в частности, результаты трибологических испытаний соответствующих антифрикционных покрытий [2, 5–11].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
2. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 1. – С. 84–87.
3. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2010. – № 5. – С. 72–75.
4. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2010. – № 6. – С. 79–82.
5. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 3. – С. 54–57.
6. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
7. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.
8. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2006. – Т. 79. – Вып. 4. – С. 619–621.
9. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В., и др. // Журн. прикладной химии, 2008. – Т. 81. – Вып. 12. – С. 2059–2061.
10. Балакай В.И., Сметанкин Г.П., Иванов В.В., Балакай И.В. // Вестник ВЭЛНИИ, 2009. – Вып. 1 (57). – С. 32–41.
11. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2009. – Т. 82. – Вып. 5. – С. 797–802.
12. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 7. – С. 126–128.
13. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 7. – С. 100–104.
14. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 7. – С. 121–123.
15. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 7. – С. 124–125.
16. Заморзаев А.М. Теория простой и кратной антисимметрии. Кишинев: Штиинца. 1976. – 283 с.
17. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 7. – С. 93–95.
18. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 9. – С. 86–88.
19. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 10. – С. 158–160.
20. Дерлугян П.Д., Иванов В.В., Иванова И.В. и др. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 10. – С. 161–163.
21. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. – 2013. – № 5. – С. 29–31.
22. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С. 136–137.
23. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С. 134–135.
24. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 8. – С. 129–130.
25. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – № 11. – С. 61–65.
26. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – № 9. – С. 89–93.
27. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 35–37.
28. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 28–30.
29. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 31–33.
30. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 30–31.
31. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 33–35.
32. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 7-1. – С. 26–28.
33. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2013. – № 8-1. – С. 25–27.
34. Иванов В.В. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2013. № 10(3). – С. 493.
35. Иванов В.В. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2013. № 10(3). – С. 493–494.
36. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – № 4. – С. 105–108.
37. Щербаков И.Н., Попов С.В., Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies, 2014. № 3(22). – Часть 2. – С. 22–23.
38. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 58–59.
39. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 59–60.

УДК 534.014, 621.802

## О МОДЕЛИРОВАНИИ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВИБРАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И МАШИНАХ С УЧЕТОМ НЕУДЕРЖИВАЮЩИХ СВЯЗЕЙ

<sup>1</sup>Елисеев А.В., <sup>2</sup>Копылов Ю.Р.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщений», Иркутск,  
e-mail: eavsh@ya.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж,  
e-mail: urkopulov@mail.ru

Предлагается подход к построению математических моделей вибрационного взаимодействия элементов технологических систем с учетом неудерживающих связей. Рассмотрены математические модели для режимов кратного подбрасывания рабочей среды с учетом дополнительных постоянных сил и сил вязкого трения. Представлены элементы методологического базиса исследования режимов на основе функции зазора. Предложен метод определения условий безззорного колебания составных твердых тел. Рассмотрена математическая модель, отражающая особенности процесса колебания нескольких твердых тел без нарушения контакта. Разработаны технические средства контроля вибрационного поля технологических процессов и машин.

**Ключевые слова:** неудерживающие связи, вибрационное упрочнение, вибрация сыпучей среды, непрерывное подбрасывание, безззорное колебание

## ABOUT MATHEMATIC MODELING OF CONTACT INTERACTION IN THE VIBRATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MACHINERY TAKING INTO ACCOUNT UNILATERAL CONSTRAINTS

<sup>1</sup>Eliseev A.V., <sup>2</sup>Kopylov Y.R.

<sup>1</sup>FGBOU VPO «Irkutsk State Transport University», Irkutsk, e-mail: eavsh@ya.ru;

<sup>2</sup>FGBOU VPO «Voronezh State Technical University», Voronezh, e-mail: urkopulov@mail.ru

An approach to the construction of mathematical models of vibrating elements interaction of technological systems with unilateral constraints is offered. Mathematical models for multiple modes tossing working environment, taking into account additional permanent forces and viscous friction, are considered. Elements of the methodological basis of research modes based on the function of the gap are presented. A method for determining the conditions of gapless vibration of composite solids is proposed. A mathematical model of the fluctuation of several solids without breaking the contact is reviewed. Technical device for vibration field controlling of technological processes and machines is developed.

**Keywords:** unilateral constraints, vibration hardening, vibration granular medium, continuous tossing

Вибрационные технологические процессы получили широкое распространение в производственных системах, относящихся к различным отраслям техники. Вибрация активно используется в процессах вибрационного переноса и технологиях обработки материалов, таких как вибрационное резание, виброгалтовка, вибрационное упрочнение, вибросепарация и др.

Во многих случаях вибрационное взаимодействие рассматривается как факт воздействия на состояние взаимодействующих сторон контакта соприкасающихся тел и возникающих при этом связей. В меньшей степени изучены особенности неудерживающих связей, которые характерны для технологических процессов виброупрочнения и вибрационного транспортирования.

**Постановка задачи. Общие положения. Особенности реализации режимов вибрирующей поверхности с элементами рабочей среды.** Рассматриваются подходы

к построению математических моделей, отражающих особенности динамических взаимодействий, характерных для технологических процессов вибрационного упрочнения. Технологические эффекты достигаются в периодических виброударных контактах рабочей среды из мелких стальных шариков и вибрирующей рабочей поверхности обрабатываемой детали. Предложены некоторые фрагменты общей концепции математического моделирования технологического процесса вибрационного взаимодействия материальной частицей с вибрирующей поверхностью, на основе использования представлений о соударении без упругого отскока. Рассматривается вариант, когда рабочая среда представлена одной материальной частицей.

Методологический базис исследования включает в себя закономерности формирования траектории с непрерывным подбрасыванием, длительность которого

кратна периоду вибрации контактирующей поверхности, характеристики и аналитические соотношения, определяющие условия отрыва и движения материальных частиц, особенности контактных взаимодействий и влияние ряда технологических факторов, связанных с учетом возникающих сил сопротивления со стороны рабочей среды [1÷9].

В качестве примера на рис. 1 приведены варианты графиков траекторий, для которых варьирование настроечных параметров приводит к нарушению возможности реализации режима с кратным подбрасыванием.

На основе использования функции зазора [2] получены аналитические зависимости амплитуды реализации кратного режима от параметров. С учетом влияния сил вязкого трения предложена и разработана методика исследования возможности реализации режимов кратного подбрасывания [3]. В частности, установлено, что силы вязкого трения могут выступать фактором регуляризации режима непрерывного подбрасывания.

**Особенности оценки условий динамического контакта для составного твердого тела с учетом неударяющего характера связей.** Особый интерес представляет развитие обобщенных представлений о контактных взаимодействиях, которые не сопровождаются нарушением

контакта. В качестве контактирующих элементов рассматриваются твердые тела конечных размеров, для которых смещение допускается только вдоль нормали к контактной поверхности.

Для ряда модельных задач разработана методика оценки условий сохранения динамического контакта. На рис. 2 показана математическая модель, в которой условие нарушения контакта определяется параметрами массоинерционных и упругих связей. Для реализации метода оценки условий сохранения контакта вводится понятие о полной и динамической реакциях. Критерием сохранения контакта выступает положительность полной контактной реакции. Критическим состоянием считается состояние, когда полная контактная реакция равна нулю.

В основе метода определения условий движения без нарушения контакта лежит построение амплитудно-частотной характеристики передаточной функции с входного воздействия на динамическую компоненту контактной реакции. Сравнение амплитуды колебания динамической реакции со статической реакцией для различных параметров механической системы формирует аналитический инструментарий для исследования условий беззачерных колебаний.

В зависимости от параметров системы условие контактного движения принимает вид:

$$\sqrt{\frac{(m_2 k_1 \omega_1^2)^2 + (p_2 k_1 \omega_1)^2}{(k_1 - (m_1 + m_2) \omega_1^2)^2 + ((p_1 + p_2) \omega_1)^2}} \times A_1 < m_2 g + f_c. \quad (1)$$

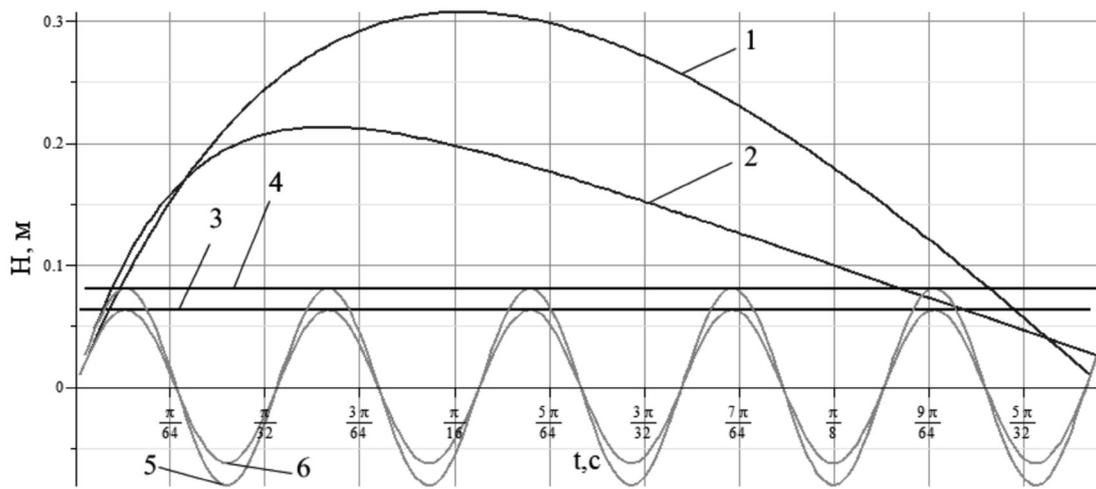


Рис. 1. Графики подлетов для кратных режимов подбрасывания с разными коэффициентами трения  $p_1 = 6 \text{ кг/с}$ ,  $p_2 = 18 \text{ кг/с}$ ,  $m = 1 \text{ кг}$ ,  $\omega = 60 \text{ рад/с}$ ,  $A_1 = 0,06 \text{ м}$ ,  $A_2 = 0,08 \text{ м}$

Неравенство (1) может быть представлено в виде множества параметров системы в виде амплитудно-частотной области контакта. На рис. 3 представлено множество  $I$  амплитуд и частот, обеспечивающих только контактное колебание составного твердого тела на промежутке установившегося движения.

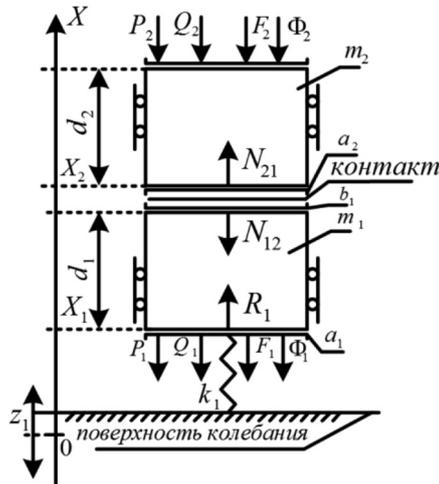


Рис. 2. Составное твердое тело на упругом колеблющемся основании  $Z_1$ .  $P_i$  – силы вязкого трения,  $Q_i$  – силы тяжести,  $F_i$  – постоянные силы,  $N_{12}$ ,  $N_{21}$  – полные контактные реакции,  $a_2$ ,  $b_1$  – контактные поверхности

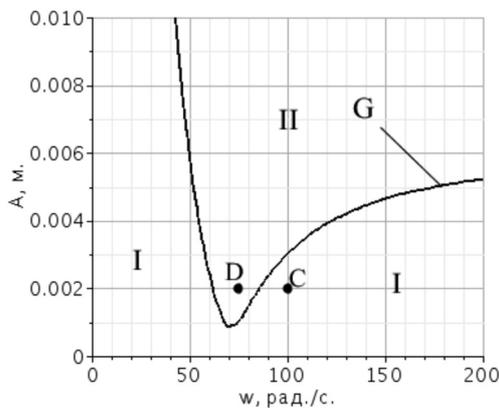


Рис. 3. Амплитудно-частотная область контакта.  $I$  – область контакта,  $II$  – область возможного зазора,  $G$  – линия уровня  $N_{21}^z$  для функции  $A_i \cdot A(\omega)$ ,  $C$  – контакт,  $D$  – возможный отрыв

Сформированное неравенство (1) определяет разбиение амплитудно-частотной области на подобласти различных режимов колебания составного твердого тела в зависимости от дополнительной постоянной силы, являющейся фактором контактного движения с учетом массы элементов.

Предлагаемая методика обобщается на многомерные модельные задачи. На рис 4 представлена механическая система с несколькими составными частями, зажатыми между поверхностями посредством упругих элементов. Контакт между частями носит неудерживающий характер.

Предлагаемая модель рассматривается как переходная к модели слоя материальных частиц.

**Некоторые приложения. Возможности контроля вибрационного поля.** Вибрационное поле реального технологического процесса или машины формируется в результате взаимного влияния разнородных факторов. Длительная работа технологической машины может привести к отклонению характеристик от допустимых значений. На основе проведения теоретических и экспериментальных исследований [8, 9] для контроля характеристик вибрационного поля разработана, апробирована и запатентована конструкция датчика (рис. 5) определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах [10].

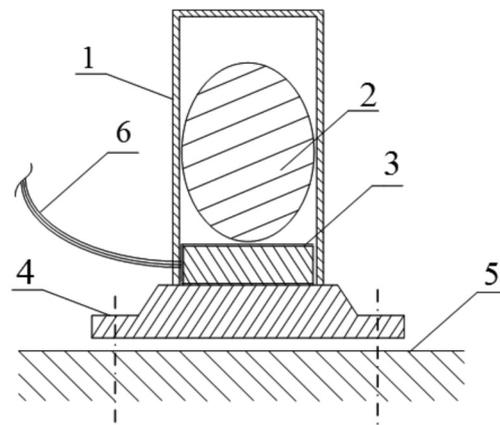


Рис. 5. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах: поверхность вибростола (5); цилиндрический корпус (1); инерционные элементы рабочей среды (2); пьезоэлектрический элемент (3); крепежный элемент (4); токовыводы (6)

Техническая применимость и реализация датчика обоснована теоретическими результатами и модельным экспериментом. На основе опытного образца получены и обработаны графики форм сигналов для соответствующих режимов движения опорной поверхности экспериментальной установки.

Разработанный методологический базис исследования контактного взаимодействия с учетом неударяющих связей был применен к рассмотрению комплекса вопросов связанных с обоснованием выбора параметров работы вибрационного стенда, на котором реализуется процесс виброупрочнения лопасти вертолета [8].

### Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать ряд предварительных выводов.

1. Предлагается обобщенный подход к исследованию сложного контактного взаимодействия в механической колебательной системе, содержащей составные твердые тела, находящиеся под внешним кинематическим и силовым воздействием. Основой подхода служит метод функция зазора и условия, детализирующие отрыв материальной частицы от рабочей поверхности колебания.

2. Новизна предлагаемого подхода заключается в постановке задачи на определение условий сохранения сложного контакта между фрагментами составных твердых тел, входящих в состав механической системы на промежутке установившегося движения, в предположении неударяющего характера связей.

3. Предлагаемый метод исследования динамического контактного взаимодействия расширяется на системы с несколькими степенями свободы.

4. Выявленные особенности и характер зависимости контактного взаимодействия позволяют регулировать условия реализации контакта для требуемого частотного диапазона. В качестве безразмерных параметров регулирования могут выступать обобщенные параметры системы.

5. Разработанный датчик точечного контроля параметров вибрационного поля выступает как элемент технологии регулирования технологического процесса в задачах

увеличения эффективности работы вибрационных технологических машин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеев А.В. Режимы подбрасывания материальной частицы на вибрирующей поверхности в модельной задаче с неударяющими связями / Елисеев С.В., Елисеев А.В. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2012. – № 3(35). – С. 86–96.
2. Елисеев А.В. Теоретические основы процессов взаимодействия материальной частицы с вибрирующей поверхностью с неударяющими связями / И.С. Ситов, А.В. Елисеев // Системы. Методы. Технологии. 2012. – № 4(16). – С. 19–29.
3. Елисеев А.В. Определение коэффициента вязкого трения для режима кратного подбрасывания материальной частицы в модельной задаче с неударяющей связью / С.В. Елисеев, А.В. Елисеев // Системы. Методы. Технологии. – 2013. – № 1. – С. 22–27.
4. Елисеев А.В. Исследование взаимодействия материальной частицы с вибрирующей поверхностью при наличии силы вязкого трения в модельной задаче с неударяющими связями / С.В. Елисеев, А.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2013. – № 1. – С. 69–77.
5. Елисеев А.В. Обобщенные подходы в задачах определения контактных реакций в твердых телах при статических нагрузках с учетом неударяющих связей // С.В. Елисеев, А.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2013. – № 4. – С. 51–60.
6. Елисеев, А.В. Определение контактных реакций в составных твердых телах при динамических нагрузках с учетом неударяющих связей / С.В. Елисеев, А.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2014. – № 1. – С. 45–54.
7. Елисеев А.В. Технология оценки свойств динамических взаимодействий в контактах составных твердых тел / А.В. Елисеев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 1–2. – С. 179–183.
8. Елисеев А.В. Неударяющие связи в динамических взаимодействиях сыпучей среды и вибрирующей поверхности: научно-методологическое обоснование технологии вибрационного упрочнения / А.В. Елисеев, С.В. Елисеев, А.Г. Пнев, В.Б. Кашуба, И.С. Ситов // Системы. Методы. Технологии. БрГУ. № 3(23). – Братск, 2014. – С. 17–31.
9. Елисеев А.В. Математические модели динамики вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей / С.В. Елисеев, А.В. Елисеев / Ирк. гос. ун – т путей сообщ. – Иркутск, 2015. – 158 с.: ил. – Библиогр.: 56 назв. – Рус. – Деп. в ВИНИТИ 21.01.2015 № 14- В2015.
10. Патент РФ 148250. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах / А.В. Елисеев, А.И. Артюнин, С.В. Елисеев, Е.В. Каимов; Заявл 05.05.2014. Оpubл. 27.11.2014. Бюл. № 33.

УДК 62

## ИЛЛЮСТРАТИВНОСТЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ ДИНАМИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДИССИПАТИВНЫМИ СОСТАВЛЯЮЩИМИ

**Игонин В.И., Мнушкин Н.В.***ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный университет», Вологда, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Работа посвящена анализу на макро уровне условий применимости диссипативной и интегральной формулировки первого и второго начал термодинамики к модельной структуризации тепло гидравлической системы. Последовательное освещение проблем построения единой или интегральной модели служащей для оценки эффективности энерго технической системы. Поиск обобщенного интегрального энергетического показателя в условиях интеграции и трансформации наук существующего знания.

**Ключевые слова:** субъект, формулы для моделирование разных систем, неравновесная термодинамическая система, диссипативная термодинамическая запись модели, тепло гидравлическая система, коэффициент диссипации энергии, организация множества бифуркационных систем, условия саморегуляции, деградации и развития, условия совершенства процессов в энергетической системе

## THE ILLUSTRATIVE NON-EQUILIBRIUM DYNAMICS SIMULATION OF POWER SYSTEMS WITH DISSIPATIVE COMPONENTS

**Igonin V.I., Mnushkin N.V.***Vologda state University, Vologda, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

The work is devoted to the analysis of macro-level conditions of applicability of a dissipative integral formulation of the first and second laws of thermodynamics on the model tax structuring heat hydraulic system. Consistent coverage of problems of creation of the unified or integrated models used to assess the effectiveness of energy technical system. Search generalized integral energy indicator in the conditions of integration and transformation of Sciences of existing knowledge.

**Keywords:** subject formula for the simulation of different systems, non-equilibrium thermodynamic system, dissipative thermodynamic entry model, heat hydraulic system, exit to the entropic wording, the coefficient of energy dissipation, the organization of the set of bifurcation systems, self-regulation conditions, degradation and development, conditions of perfection of processes in the energy system

В настоящее время в литературе имеет место более широкая трактовка понятия технического объекта как диссипативной технически организованной системы, в которой энергия, взятая из окружающей среды в любом случае в нее возвращается. Но чтобы ее удержать для использования в формах теплоты и работы требуется специальная организация диссипативных неравновесных процессов [1], [2], [4], [5], [6], [15], [24], [32]. Субъект всегда имеет ввиду, что организованные технические системы являются человекомерными и диссипативными [2], [3], [4], [13], [17]. Сознательное конструирование явлений с диссипативными составляющими в настоящее время являются наиболее важной проблемой, с которой сталкивается субъект при проектировании систем, в которых идут многочисленные энергетические превращения из одной формы энергии в другую. Диссипативная составляющая не теряется, и не концентрируется в одной точке. Субъект отмечает, что только через контроль диссипативных процессов в исследуемой системе успешно рассматриваются

понятия эффективности условий энергосбережения за счет уменьшения потерь энергии при ее концентрации в нужной для исследователя области [4], [5], [6], [25], [26].

Процессы, происходящие с рабочим телом в теплогенерирующей системе как правило нестабильные, неравновесные, нестационарные и субъект вынужден обращать внимание на узлы перехода энергии из одной формы в другую, где явления диссипации энергии наиболее сильно проявляются. Для учета энергопревращений, возникающих походу энерготехнического процесса получения электричества и теплоты выстроена цепочка коэффициентов полезного действия характеризующая все этапы преобразования энергии в полезно используемую [6], [30], [33].

Для того, чтобы объяснить все сказанное выше, субъект приводит иллюстрацию основных идей с помощью обобщенных моделей связывающих равновесную и неравновесную части энерготермодинамического изложения.

Для каждого блока структуры определяются входные и выходные потоки. Органи-

зация модельного представления показана (рис. 1) в виде алгоритмической обобщенной модели преобразования параметров и определения скрытой искомой функции процессов диссипации энергии [16], [28]. На обобщенный характер анализа указывает наличие блока с рабочим телом (РТ), горячим источником теплоты (ГИТ) и холодным источником теплоты (ХИТ). Термодинамические особенности модели ГИТ → РТ → ХИТ описаны в [4]. Для получения полезного эффекта необходимо организовать разность потенциалов, т.е. реализовать условно горячие и холодные источники теплоты для рабочих тел.

Функционально состояние системы описывается термическими параметрами:  $T$  – температурой,  $P$  – давлением,  $v$  – удельным объемом рабочего тела.

Термические параметры функционально связаны с калорическими параметрами:  $Y$  – энтальпией,  $S$  – энтропией,  $U$  – внутренней энергией рабочего тела. В свою очередь, знание термических и калорических параметров позволяет получить функции потоков энергии в формах теплоты  $\Delta Q$ , работы  $\Delta L$  и внутренней энергии  $\Delta U$  [16], [23].

На рис. 2. к блокам равновесного изложения добавлен блок диссипационного превращения энергии. Добавление блока диссипационной формы превращения энергии при разработанности модели позволяет усилить общность представления, что требуют условия междисциплинарности при изложении ряда теплотехнических дисциплин.

Эта общность достигается введением цикла последовательных преобразований диссипационной формы энергии внутри

системы с условиями соблюдения минимума количественного ее отклонения для получения того или иного полезного для субъекта эффекта [1], [3], [5], [13]. Т.е. субъект организует нужные ему процессы внутри системы с минимально возможными затратами диссипационной формы энергии, которая необходима для удержания полезно используемой энергии в рамках термодинамической организации той энергетической установки которая создается для тех или иных целей [14], [21], [23], [24], [27], [28].

При уходе минимальной части диссипационной энергии в окружающую среду работоспособность и полезность системы сохраняются с обеспечением минимума отклонения от нуля диссипационной составляющей.

Субъект достигает своей цели введением итерационного цикла последовательных преобразований диссипационной формы энергии внутри системы с условиями соблюдения количественного минимума ее отклонения для создания того или иного полезного для эффекта. Т.е. субъект организует нужные ему процессы внутри системы с минимально возможными затратами диссипационной формы энергии, которая необходима для удержания полезно используемой энергии в рамках термодинамической организации той энергетической установки которая создается для тех или иных целей. При уходе минимальной части диссипационной энергии в окружающую среду работоспособность и полезность системы сохраняются с обеспечением минимума отклонения от нуля потенциала энергосбережения [23].



Рис. 1. Равновесное описание последовательности преобразования параметров термодинамической структуры модели полезного использования энергии

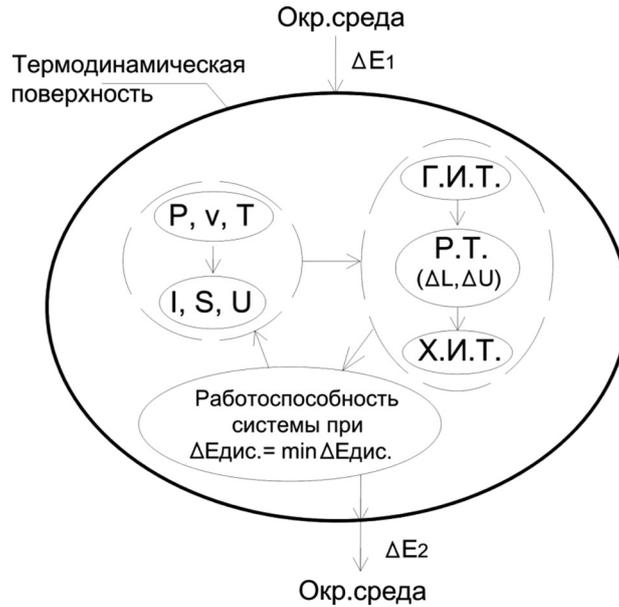


Рис. 2. Предлагаемое неравновесное описание последовательности преобразования параметров термодинамической структуры к полезному использованию энергии

Модель термодинамической структуры рис. 2 имеет традиционные для равновесной термодинамики блоки: горячего источника теплоты (Г.И.Т.), рабочего тела (Р.Т.), холодного источника теплоты (Х.И.Т.). Блоки связывают между собой первый и второй законы термодинамики через термические  $P, v, T$  и калорические  $I, U, S$  параметры процессов, образующих функциональные связи и обеспечивающие нужные энергетические формопреобразования.

Здесь  $\Delta E_1$  – энергия, взятая из окружающей среды,  $\Delta E_2$  – выходные формы энергии, возвращаемые в окружающую среду,  $\Delta E_{дис.}$  – диссипационные формы энергии, рассеивающиеся в окружающую среду или циркулирующие до какого-то момента в установке,  $\min \Delta E_{дис.}$  – минимально необходимые диссипационные формы энергии служащие для удержания полезно используемой энергии и обеспечивающие наличие полезного эффекта,  $\Delta U, \Delta L$ , – энергия в форме теплоты и работы.

Первый закон термодинамики является универсальным законом для описания энергетического состояния человека и энергетической системы. Поскольку люди энергетические системы, то они бе-

рут энергию из окружающей среды и обратно в нее ее возвращают. На этом принципе основаны особенности работы всех организованных субъектом технических объектов [3], [17].

Поэтому мы можем сказать, что рис. 2 соответствует математическая модель в виде формулы (1), которая показывает, что субъект берет из окружающей среды энергию  $\Delta E_{oc1}$  и превращает её в теплоту  $\Delta Q$ , при этом изменяется внутренняя энергия рабочего тела  $\Delta U_{p.t.}$ , или рабочее тело совершает необходимую работу  $\Delta L_{p.t.}$ . Принимается, что потери механической формы энергии переходят в тепловую ее форму. В процессе изменения внутренней энергии имеет место аналогичное равенство. Далее обязательное условие, что вся взятая из вне энергия тем или иным способом возвращается в окружающую среду  $\Delta E_{oc2}$  [21].

Таким образом мы имеем первоначально созданный  $\Delta E_{oc1}$  – запас энергии в той или иной ее форме; а затем возврат созданного запаса после его использования в виде  $\Delta E_{oc2}$  в окружающую среду. Полученный энергетический баланс имеет вид формулы (1) [7], [20], [22].

$$\Delta E_{oc1} \Rightarrow \Delta Q = \Delta U \pm \Delta L + \Delta Q_{\Delta U} + \Delta Q_{\Delta L} \Rightarrow \Delta E_{oc2} \quad (1)$$

Действительно в (1),  $\Delta E_{o.c.1}$  – запас первоначальной энергии,  $\Delta Q$  – теплота в которую превратилась эта энергия,  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии рабочего тела;  $\Delta L$  – совершённая работа теплоносителем или подведенная к нему;  $\Delta Q_{\Delta L}$ ,  $\Delta Q_{\Delta U}$  – возможные потери энергии от явления диссипации. Используя (1) субъект видит аналитическую запись разности (рис. 2) энергетических потенциалов ( $\Delta E_{o.c.1} - \Delta E_{o.c.2}$ ), которые он создает.

За счет записи разности потенциалов в аналитическом виде визуально планируется серия взаимопревращений энергии из одной формы в другую. Часть энергии полезно используется в формах теплоты и работы, а часть рассеивается в окружающей среде, создавая условия существования другим субъектам и т.д. Цикл повторяется по заранее предписанному субъектом алгоритму до тех пор, пока не исчезнут условия целесообразности или причинности его осуществления.

$$\Delta E_o \Rightarrow (\Delta Q_1 + \Delta L_{p1}) + [(\Delta U + \Delta U_d)] + [(\Delta L_o + \Delta L_d)] = \Delta Q_2 = \Delta E_1, \quad (2)$$

$$\Delta E_1 \Rightarrow (\Delta Q_{2o} + \Delta L_{o.cp.}) + [(\Delta U_2 + \Delta U_d)] + [(\Delta L_{o.cp.} + \Delta L_d)] = \Delta Q_{1o} = \Delta E_2. \quad (3)$$

Более подробно формулы (2) и (3) можно объяснить следующим образом.

В первой модели (2) из окружающей среды подводится энергия  $\Delta E_o$  для создания механического  $\Delta L_{p1}$  и теплового  $\Delta Q_1$  потенциалов горячего источника. Рабочее тело получает от ГИТ внутреннюю энергию  $(\Delta U + \Delta U_d)$  механическую энергию  $(\Delta L_o + \Delta L_d)$ . Слагаемые описывают работу проталкивания и перенос тепловой формы энергии (РТ) с соответствующими изменениями тепловой и механической диссипационными составляющими.  $\Delta Q_2$  – тепловая форма энергии рассеивается с течением времени в окружающую среду с помощью специально организованного (ХИТ) холодного источника. В этом случае в окружающую среду уходят все диссипационные составляющие не использованные при создании полезного эффекта.

Отличительная особенность организации второй системы заключается в последовательном подводе из окружающей среды энергии в виде теплоты  $\Delta Q_{2o}$  к рабочему телу в ХИТ, а затем к РТ. К рабочему телу подводится механическая энергия  $\Delta L_{o.cp.}$  (возможно из модели 2.), что позволяет соз-

дать ГИТ  $\Delta Q_{1o}$ . Такая комбинация потоков энергии с отводом теплоты в окружающую среду в ГИТ и подводом теплоты в ХИТ позволяет подавать в окружающую среду тепло и холод одновременно. Создавать холодильные и теплонасосные установки. К особенности построения моделей описанного типа следует отнести тот факт, что в обоих случаях рабочие тела в процессе организации меняют свое фазовое состояние. Периодически организуются процессы конденсации и парообразования. Для получения холода, электричества и теплоты используются теплоносители с разными энергиями фазовых переходов.

Модели (2) и (3) позволяют вести количественные относительные оценки форм превращения энергии. Для этого субъект вводит коэффициент диссипации изменения энергии  $\eta_{дисс}$ . В случае термомеханической системы он имеет вид (4)

$$\eta_{дисс} = \frac{\Delta U_{дисс} + \Delta L_{дисс}}{\Delta U + \Delta L} \quad (4)$$

где  $\Delta U + \Delta L$  – полученные после преобразования целевые формы энергии,  $\Delta U_{дисс} + \Delta L_{дисс}$  – диссипативные составляющие. Очевидно,

что коэффициент  $\eta_{\text{дисс}}$  для достижения целевого полезного эффекта должен быть определенным образом подобран. Он представляет собой отношение полного диссипативного термомеханического превращения энергии в системе к полезно использованной энергии. Коэффициент диссипации энергии в большинстве случаев меньше единицы. Что соответствует здравому физическому смыслу, когда в системе идут процессы со значительным преобладанием полезных эффектов над диссипативными.

Однако, если, например,  $\Delta U_{\text{дисс}}$  используется полезно, то переход в знаменатель уменьшает численное значение коэффициента (5).

$$\eta_{\text{дисс}} = \frac{\Delta L_{\text{дисс}}}{\Delta U_{\text{дисс}} + \Delta U + \Delta L}. \quad (5)$$

Так для отопительной системы помещенной в ограждающие поверхности диссипативные превращения механической энергии за счет сил вязкого трения могут значительно менять внутреннюю энергию рабочего тела, а комфортная температура в помещении напрямую зависит от диссипативной способности элементов установки отдавать тепло [8], [10].

Субъект может предположить, что модель (а), (2) является источником централизованного производства энергии для множества моделей (б), (3). Блоки модели (3) являются разнородными потребителями разных форм энергии. Они связаны между собой сетевой структурой. Тогда множеству моделей соответствует множества источников тепловой, механической и других форм существования энергии.

Положим, что воспроизводство энергии осуществляется в цикле Ренкина [16], [30]. Транспорт энергии идет через сети для множества потребителей. Множество потребителей получают механическую или электрическую формы. Субъект имеет пример энергетической системы централизованного тепло и электроснабжения. Где  $\Delta L$  эквивалентное количество электрической энергии, отдаваемой централизованно и потребляемое на конечных участках сети. На конечных участках энергопроводов идущих от теплоэлектроцентрали субъект имеет множество моделей большого и различного количества потребителей – это холодильные установки, тепловые насосы, системы внутридомового теплового и электрического потребления и т.д.

Для иллюстрации модели рис. 2 и аналитических выражений (2), (3) субъект рассматривает принципиальную схему тепло и электроснабжения, рис. 3.

На схеме представлены основные конструктивные элементы, которые лежат в основе централизованного производства электрической и тепловой форм энергии. Это многоконтурная система. Преобразования энергии в ее разнообразные формы идут в объектах, расположенных по контурам, в которых осуществляется движение целого ряда рабочих тел. Здесь же отчетливо видны связи рассматриваемой системы с окружающей средой. Основные структурные элементы схемы организованы между собой таким образом, чтобы выполнялись законы термодинамики, рис. 1 и 2. Субъект видит, что энергия, взятая из окружающей среды служит для создания энергетического потенциала, который выше потенциала окружающей среды. Полученная разность энергетических потенциалов предназначена для получения и использования энергии в тепловой, механической, электрической формах. Структурная организация позволяет создавать объекты, работающие в зонах положительных и отрицательных температур.

В четырехконтурной системе движутся разные теплоносители. Первый контур с рабочим телом (вода-пар-вода) организован для получения электрической и тепло-механической форм энергии. Часть тепло-механической энергии во втором контуре циркулирует через сетевые подогреватели, системы тепловых потребителей уходит на нужды горячего водоснабжения, отопления, вентиляции. В третьем контуре обеспечивается работа промышленных производственных установок с возвратом конденсата в систему первого контура. Четвертый, и пятый и другие контура условны, так как завязаны на окружающую среду. Это трансмиссионные потоки энергии через ограждающие поверхности обогреваемых зданий и сооружений, потоки, связанные с циркуляционной водой, идущей через конденсатор турбины, с уходящими газами продуктов сгорания, которые уходят через дымовую трубу.

С точки зрения неравновесной термодинамики такого рода термосистема энергоснабжения является открытой, поскольку оформлен обмен с окружающей средой энергией и массой. В окружающую среду

для получения полезного эффекта поступают продукты сгорания, электрическая и тепловая формы энергии, пар на производство, циркуляционная вода для охлаждения конденсатора. Из ОС забирается холодный воздух и топливо, возвращается конденсат с производства.

Наличие такой обобщенной схемы открытого типа [18], [29], указывает на применение экотехнологий для урегулирования антропогенного воздействия технической системы на окружающую среду. Это регуляторы связей с окружающей средой: электрические фильтры, скрубберные установки, дымовые трубы, продукты загрязнений, остающиеся после промывки различного рода фильтров химводоочистки, промывочных вод, продувочного пара и шлама из котельного агрегата, продувочных агрессивных сред из деаэраторов, систем золоудаления. Здесь возникают вопросы специальной утилизации такого рода потоков вещества и энергии [9], [30].

Таким образом, субъект видит несколько контуров, замкнутых на окружающую среду, в которую уходят диссипационные потоки энергии:

- «Рабочее тело – топливо – воздух – продукты сгорания»;
- «Рабочее тело – электроэнергия»;
- «Рабочее тело – циркуляционная вода»;
- «Рабочее тело – сетевая вода»;
- «Рабочее тело – сетевая вода – отопление, горячее водоснабжение, вентиляция»;

- «От необратимости процессов передачи теплоты через ограждающие поверхности»;

- «Трансмиссионные потоки энергии через ограждающие поверхности зданий сооружений и тепловых сетей»;

- «Диссипационные потоки энергии от гидравлического сопротивления рабочему телу в трубопроводах различного назначения».

Это потоки диссипационного типа рис. 2, которые в основном циркулируют в замкнутых контурах и их трубопроводных системах. Следует отметить, что элементы многоконтурной тепловой схемы выполняют различные функции в энергетическом цикле. Часть из них трансформирует энергию (понижает ее потенциальные параметры) форма энергии остается неизменной (сетевой подогреватель) – это трансформаторы энергии. Другая часть осуществляет преобразование одной формы в другую – (турбина -электродгенератор). Это объекты преобразователи энергии. Присутствуют в схеме и смешанные системы. Так необходимым элементом для перехода  $\Delta E_{1oc}$  от окружающей среды к рабочему телу является котельный агрегат, который представляет собой систему теплообразующих устройств, одно из которых – это преобразователь энергии (горелочное устройство), а остальные – это трансформаторы теплоты. Такая классификация энергетических объектов позволяет думать о том, что элементы имеют разные схемы моделирования.

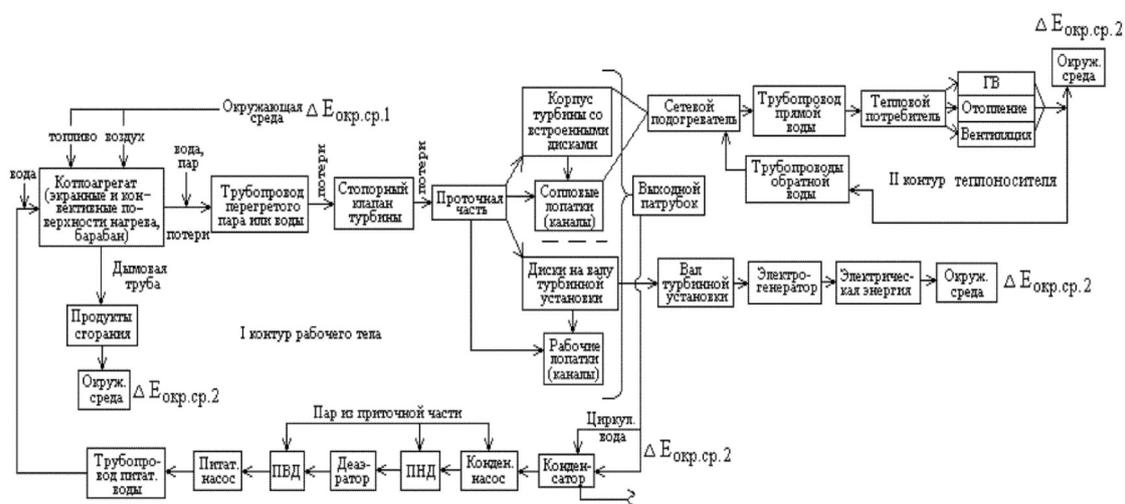


Рис. 3. Структурная схема основных потоков для выработки электрической и тепломеханической форм энергии

То есть энергия топлива  $\Delta E_{\text{Юс}}$  организовано забирается из окружающей среды субъектом для получения полезного эффекта. После его получения в большинстве случаев предоставляются условия в случае необходимости организованного рассеивания с понижением выходного потенциала во времени и пространстве до уровня потенциала окружающей среды (1), (2)  $\Delta E_{2\text{ос}}$ .

Субъект имеет возможность записать комплекс уравнений содержащих диссипационные формы превращения энергии. Для простоты принимается, что, пусть  $Q_p$  теплотворная способность топлива. По мере движения энергии по своему маршруту, который обеспечивает полезный эффект часть энергии превращается в диссипационную форму  $\Delta Q_{\text{дис}}$ . Не использованная ее часть уходит по своему маршруту, рис. 2. Энергетический потенциал от объекта к объекту уменьшается. Обозначим маршруты уменьшения энергии до энергии окружающей среды. В соответствии со схемой № 3 рассматриваются пути движения электрической и тепловой форм. Пусть субъект видит двенадцать уровней преобразования энергии (6)–(18).

Источником энергии является котельный агрегат имеющий свою диссипационную составляющую энергии  $\theta_{\text{ка}}^{\text{дисс}}$  уравнение (6).

$$\theta_p - \theta_{\text{ка}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых}}^{\text{к.а}}, \quad (6)$$

где  $Q_{\text{вых}}^{\text{к.а}}$  – энергия на выходе из к.а. Следуя по трактам получения электрической и тепловой форм энергии получим следующую систему уравнений:

$$Q_{\text{вых}}^{\text{к.а}} - \theta_{\text{тр.к-т}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых}}^{\text{турб}}, \quad (7)$$

где  $Q_{\text{вых}}^{\text{турб}}$  – энергия на выходе из трубопроводов соединяющих к.а. со стопорным клапаном турбины.  $\theta_{\text{тр.к-т}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в трубопроводах до стопорного клапана.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{турб}} - Q_{\text{с.кл.}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вх.}}^{\text{турб}}, \quad (8)$$

где  $Q_{\text{с.кл.}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии на стопорном клапане.  $Q_{\text{вх.}}^{\text{турб}}$  – энергия на входе в турбину.

$$Q_{\text{вх.}}^{\text{турб.}} - Q_{\text{пр.ч.}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вх.}}^{\text{конд.}}, \quad (9)$$

где  $Q_{\text{пр.ч.}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в проточной части турбины.  $Q_{\text{вх.}}^{\text{конд.}}$  – энергия на входе в конденсатор турбины.

$$Q_{\text{вх.}}^{\text{конд.}} - Q_{\text{конд.}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вх.}}^{\text{турб.}}, \quad (10)$$

где  $Q_{\text{вх.}}^{\text{турб.}}$  – составляющая изменения энергии на входе в конденсатор турбины.  $Q_{\text{конд.}}^{\text{дисс}}$  –

составляющая изменения энергии диссипации в конденсаторе.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{турб}} - Q_{\text{эл.ген}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых}}^{\text{эл.ген}}, \quad (11)$$

где  $Q_{\text{эл.ген}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в электрогенераторе.  $Q_{\text{вых}}^{\text{эл.ген}}$  – энергия на выходе из генератора.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{эл.ген}} - Q_{\text{эл.сетях}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вх.}}^{\text{эл.потр.}}, \quad (12)$$

где  $Q_{\text{эл.сетях}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в электрических сетях.  $Q_{\text{вх.}}^{\text{эл.потр.}}$  – энергия на входе в электрические потребители.

$$Q_{\text{вх.}}^{\text{эл.потр.}} - Q_{\text{эл.сетях.потр.}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых}}^{\text{сетях.эл.потр.}}, \quad (13)$$

где  $Q_{\text{эл.сетях.потр.}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в электрических потребителях.  $Q_{\text{вых}}^{\text{сетях.эл.потр.}}$  – энергия на выходе из электрических потребителей.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{сетях.эл.потр.}} - Q_{\text{эл.эн.вокр.среду}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вход.}}^{\text{эл.эн.окр.среду}}, \quad (14)$$

где  $Q_{\text{эл.эн.окр.среду}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в окружающей среде.  $Q_{\text{вход.}}^{\text{эл.эн.окр.среду}}$  – электрическая энергия на входе в окружающую среду.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{турб}} - Q_{\text{тс}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых}}^{\text{тс}}, \quad (15)$$

где  $Q_{\text{тс}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в проточной части тепловой сети.  $Q_{\text{вых}}^{\text{тс}}$  – энергия на входе из тепловых сетей.

$$Q_{\text{вых}}^{\text{тс}} - Q_{\text{зд.сет}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых.сет.з}}^{\text{зд}}, \quad (16)$$

где  $Q_{\text{зд.сет}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в сети здания.  $Q_{\text{вых.сет.з}}^{\text{зд}}$  – энергия на выходе через сети в здания.

$$Q_{\text{вых.сет.з}}^{\text{зд}} - Q_{\text{пом.зд}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вх.огр.пов.з}}^{\text{зд}}, \quad (17)$$

где  $Q_{\text{пом.зд}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии в помещениях зданий.  $Q_{\text{вх.огр.пов.з}}^{\text{зд}}$  – энергия на выходе ограждающих поверхностей зданий.

$$Q_{\text{вх.огр.пов.з}}^{\text{зд}} - Q_{\text{огр.пов.}}^{\text{дисс}} = Q_{\text{вых.окр.среду}}^{\text{зд}}, \quad (18)$$

где  $Q_{\text{огр.пов.}}^{\text{дисс}}$  – составляющая изменения энергии при переходе энергии в окружающую среду.  $Q_{\text{вых.окр.среду}}^{\text{зд}}$  – поток энергии в окружающую среду.

Из полученных выше исследований следует, что наблюдая за коэффициентами диссипационного преобразования энергии субъект имеет возможность найти и предоставить заказчику те параметры системы, которые вытекают из условий рис. 2 (2, 3) – минимума обобщенной диссипационной составляющей удерживающей энергетическую систему в том или ином работоспособном состоянии.

Субъект последовательно, рассматривая контур за контуром циркуляции рабочих тел (замкнутый или разомкнутый с окружающей средой), диссипационные формы, связанные с самим процессом получения полезного эффекта и через выходы в окружающую среду получает визуальную возможность оценить падение, набранного после преобразования химической энергии топлива, потенциала по мере приближения рабочего тела к потребителю. Для первой итерации справедлива укрупненная оценка энергетических балансовых соотношений, полученная на основе формул (1–17).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Игонин В.И., Пешков А.С. Обобщенная междисциплинарная образовательная модель управления энергосбережением. В сб.н.тр. Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (САД/САМ/РДМ). Труды 13-ой международной конференции. Под ред. Е.И. Артамонова. – М.: ООО «Аналитик», 2013. – С. 380–381. <http://lab18.ipu.ru/>- сайт лаборатории № 18 ИПУ РАН.
- Князева Е.В., Курдюмов С.П. Основания синергетики: Синергетическое мировидение. Изд.3-е, доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 256 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
- Игонин В.И. Особенности системной идентификации человекомерной модели функционирования технической энергосистемы. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии». – 2013. – № 1. – С. 22–26.
- Игонин В.И., Модельная структуризация и синергетический анализ энерготехнической системы. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии». – 2013. – № 5. – С. 39–45.
- Игонин В.И. К построению математической человекомерной модели технического объекта в терминах энергетического пространства состояния. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии» № 3. – 2013. – С. 25–28.
- Игонин В.И. Исследование применимости синергетического подхода к анализу структуры энерготехнологического типа. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии» № 5, 2013. – С. 32–38.
- Игонин В.И. Об очевидности проявления свойств интегральности при системном термодинамическом анализе энергетической установки/ В.И. Игонин. Вестник Череповецкого государственного университета. Научный журнал. – 2013. – № 1(45). – С. 12–14.
- Игонин В.И. Расчетно-экспериментальная идентификация балансовой модели теплообмена в ограждающей поверхности / Д.А. Белянский, В.Г. Пычѳ // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Санкт-Петербург, том 14, № 1, 2009. – С. 79–94.
- Копп И.З. Планетарные экологические ресурсы. Методология определения и согласования международных оценок. Вестник МАНЭБ, Санкт-Петербург, периодический теоретический и научно-практический журнал, том.14, № 1, 2009. – С. 11–23.
- Игонин В.И. К термодинамическому анализу отопительной системы как структуры диссипативного типа. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии» № 11, 2013. – С. 65–69.
- Игонин В.И. К разработке методики определения эффективности от диссипативных энергетических процессов для электрического теплогенератора проточно-гидравлического типа / В.И. Игонин О.В. Стратунов / Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии» № 4, 2014. – С. 70–75.
- Игонин В.И. Роль изначального представления диссипативных составляющих при моделировании термогидравлических систем. Журнал РАЕ «Современные наукоемкие технологии» № 3, 2014. – С. 51–55.
- Игонин В.И. «Методология научных исследований и научно-техническое развитие «субъекта». «International journal of applied and fundamental research» РАЕ, № 6, 2014. – С. 116–118. (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований).
- Бакунов В.С., Беляков А.В. Технология керамики как процесс аккумуляции и диссипации энергии. Конструкции из композиционных материалов № 2. – М., 2005. – С. 5–18.
- Барков В.Ф. Философия и методология науки: Учебное пособие. В.Ф. Барков. – М.: Новые знания, 2004. – 336 с.
- Вукалович М.П. Термодинамика. Учеб. Пособие для вузов / М.П. Вукалович, И.И. Новиков. – М.: «Машиностроение», 1972. – 672с.: ил.
- Гутнер Г.Б. Субъект как энергия. С. 490–502. Синергетическая парадигма. Когнитивно-коммуникативные стратегии современного научного познания. – М.: Прогресс-Традиция, 2004 – 560 с.
- Дмитриенко А.В., Попов В.Г. Введение в феноменологическую неравновесную термодинамику: учеб. пособие. / Дмитриенко А.В., Попов В.Г. – М.: МАТИ, 2007. – 180 с.
- Игонин В.И., Ставских В.М. Интегральные энергетические показатели, методические особенности моделирования и реконструкции предприятия строительной отрасли. Журнал РАЕН. «Современные наукоемкие технологии» № 3, 2013. – С. 33–39.
- Игонин В.И. Проявления свойств интегральности при системном термодинамическом анализе энергетической установки/ В.И. Игонин. Международный научно-исследовательский журнал. Часть 1–5 (5). – 2012. – С. 93–94. Research Journal of International Studies, ISSN 2303-9868/ <http://research-journal.org>, технические науки,
- Игонин В.И. Основы автоматизации и идентификации энтропийной модели на примере открытой неравновесной синергетической системы / Д.В. Титов, А.С. Пешков, В.И. Игонин // Научно-технический журнал Информационные технологии в проектировании и производстве. – М.: ФГУП «ВИМИ», 2011. – № 4. – С. 50–57.
- Игонин В.И. О принципах интегральности и системности и живневоспроизводства / Игонин В.И. // Экология и безопасность. Газета МАНЭБ. – 2009. – № 7.
- Игонин В.И. Пути повышения эффективности теплоэнергетических систем: Монография / В.И. Игонин. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 119 с.
- Игонин В.И. Теоретические основы моделирования нестационарных процессов переноса теплоты и массы в промышленных теплоэнергетических системах. Специальность 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Вологда 2000г.-320 с.
- Князева Е.В., Курдюмов С.П. Основания синергетики: Синергетическое мировидение. Изд. 3-е, доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 256 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
- Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Изд.6-ое. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009 – 412 с. (Синергетика от прошлого к будущему).
- Попов С.К., Стогов П.А. Теоретический минимум энергопотребления в теплотехнологии производства строительного кирпича. МЭИ, Промышленная теплоэнергетика № 9, 2007. – С. 31–34.
- Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. – М., ИЛ, 1960.
- С Де Гроот, П. Мазур. Неравновесная термодинамика. – М.: Издательство «Мир», 1964. – 456 с.
- Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2001 – 472 с.
- Степин, В.С. Синергетика и системный анализ. В кн. Синергетическая парадигма. Когнитивно-коммуникативные стратегии современного научного познания. М.: Прогресс-Традиция, 2004. – 560 с., С. 58–78.
- Умов, Н.А. Физико-механическая модель живой материи (1901 г.) – Собр. соч. Т.№ 3 М., 1916.
- Чистович, С.А. Технологические системы теплофикации, теплоснабжения и отопления. Научно технический журнал АВОВ Северозапад, № 7, 2007. – С. 10–18.

УДК 656.2

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Кадыров А.С., Аманжол Ж.И., Жумабаев Б.С.

*Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: balskaya@inbox.ru*

Проведен анализ развития железнодорожного транспорта, от появления первых дорожных сетей, до внедрения тепловозной и электрической тяги. При рассмотрении истории развития железнодорожного транспорта, уделяется внимание появлению и развитию грузовых и пассажирских вагонов, без которых нельзя сейчас представить железнодорожную отрасль.

**Ключевые слова:** рельсовая транспортировка, железнодорожный транспорт, грузовые дороги, электрическая тяга

## HISTORY OF DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT

Kadyrov A.S., Amanzhol Z.I., Zhumabaev B.S.

*Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: balskaya@inbox.ru*

We have done the analysis of development of railway transport, from the first road networks, before the introduction of diesel and electric traction. When considering the history of the development of railway transport, attention is paid to the emergence and development of freight and passenger cars, without which it is impossible now to imagine the railway industry.

**Keywords:** rail transport, railway transport, road freight, electric traction

Дороги в нашем мире стали появляться вместе с культурным развитием человечества.

Большой скачок в дорожном строительстве произошел с появлением колесного транспорта. Первые дорожные сети появились в Ассирии, затем в Персии, а на рубеже эпох самая большая сеть дорожных путей возникла в Древнем Риме. Дороги, покрытые камнем, появлялись в империи Ахеменидов, Хеттском царстве, Ассирии. В это же время начинают строиться мосты, изобретается технология выравнивания дорог [1].

В Древнем Риме находилась самая большая дорожная сеть в мире. При завоевании новых территорий жителям великой империи нужно было налаживать передвижение по ней.

Уже в 5 веке до нашей эры существовали нормы строительства римских дорог. В зависимости от важности они делались различной ширины, одни обеспечивали беспрепятственное двустороннее прохождение только лошадей, другие колесниц [2].

О том, что для перевозки тяжеловесных грузов необходимы транспортные средства, человечество стало догадываться практически со времен собственного возникновения. Так появились на свет древние транспортные средства – плот, лодка, повозка (рис. 1). В окружающем мире человек в основном видит движение линейное. Поэтому идея колеса, соединяющего вращение обода с поступательным движением оси, была далеко не очевидной и требовала немалой изобретательности [1, 2].

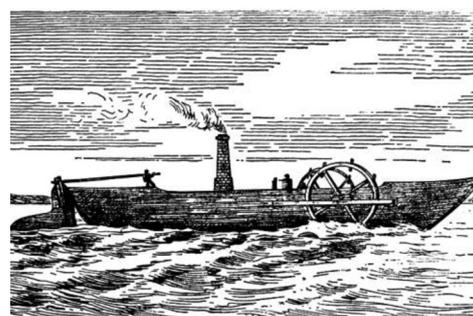
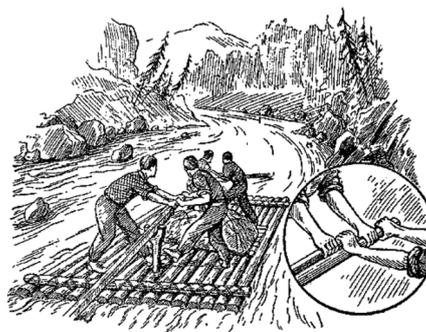


Рис. 1. Первый плот и судно в эпоху древнейших цивилизаций

Чуть позже люди примерились использовать в целях транспортировки животных, самыми распространенными из которых были, конечно же, лошади. Конный транспорт довольно долго считался наиболее продуктивным, и ему не предлагалось никаких конкурентоспособных альтернатив.

Идея создания рельсовой транспортировки пришла в мысль представителям человечества еще в древние времена. Так, в Древней

Греции существовал так называемый *диолк*, представляющий собой каменный путь, по которому волоком перемещали тяжеловесные корабли через Коринфский перешеек. Тогда в роли направляющих выступали глубокие желоба, в которых были размещены смазанные животным жиром полозья.

Одними из наиболее приближенных прообразов современного железнодорожного полотна стали деревянные рельсы, возникшие в шахтах Германии и соседних к ней регионов в XVI веке. В то время по деревянным рельсам перемещали груженные вагонетки, колеса которых, как и в наше время, были исполнены с использованием своеобразных гребней (реборд), препятствующих частому сходу вагонеток с колеи.

В Британии XVI столетия также был зафиксирован факт использования рельсовых путей из дерева для перемещения грузов в вагонетках. А уже спустя два века в XVIII столетии на смену деревянным рельсам пришли их собратья, выполненные из гораздо более износостойкого материала – железа.

Впервые железная дорога проектировалась не только для грузовых, но также и для пассажирских перевозок.

В сентябре 1825 года произошло торжественное открытие первой в истории человечества железной дороги (рис. 2), предназначенной для общественного пользования. В этот день поезд длиной в 33 вагона, которыми послужили груженные повозки, с тепловозом под персональным управлением самого Джорджа Стефенсона отправился со станции Дарлингтон. Скорость движения локомотива составляла 8 км/ч. Из 33 вагонов, находящихся в составе поезда, лишь 12 были нагружены

мукой и углем, в остальных находились первые пассажиры, общая численность которых составила около шестисот человек [3].

Скорость движения локомотива составляла 8 км/ч. Из 33 вагонов, находящихся в составе поезда, лишь 12 были нагружены мукой и углем, в остальных находились первые пассажиры, общая численность которых составила около шестисот человек.

Создание паровой машины как универсального теплового двигателя явилось важной вехой в развитии всего человечества и послужило первым шагом к созданию железнодорожного транспорта.

Широкое внедрение тепловозной тяги началось после окончания Второй мировой войны. В СССР один за другим появляются тепловозы серии ТЭ 1 и двухсекционный тепловоз серии ТЭ2. В 1953 г. был построен первый тепловоз ТЭ3, а с 1956 г. начато его серийное производство. К этому периоду относится начало бурного развития отечественного паровозостроения.

Появление электрической тяги принято считать 31 мая 1879 г., когда на промышленной выставке в Берлине демонстрировалась первая электрическая железная дорога длиной 300 м, построенная Вернером Сименсом (рис. 3). Электровоз, напоминавший современный электрокар, приводился в движение электродвигателем мощностью 9,6 кВт (13 л.с). Электрический ток напряжением 160В передавался к двигателю по отдельному контактному рельсу, обратным проводом служили рельсы, по которым двигался поезд – три миниатюрных вагончика со скоростью 7 км/ч, скамейки вмещали 18 пассажиров [5, 6].



Рис. 2. Открытие железнодорожного полотна



Рис. 3. Первая электрическая железная дорога Сименса

В первое время существования железных дорог не было такого понятия, как пассажирский вагон. Для перевозки пассажиров по железной дороге использовали обычные экипажи и кареты, которые ставили на железнодорожные платформы или прямо на рельсы. Первые пассажирские вагоны очертаниями очень напоминали кареты или старые почтовые дилижансы (рис. 4). Многие вагоны не имели окон и крыш или окна были, но не застекленные. На линии Лейпциг – Дрезден пассажирам предлагали даже приобретать маски для защиты лица от ветра и паровозных искр. Вагоны не отапливались, в них не было освещения, удобных сидений. Пассажиры страдали от тряски и шума [3, 6].



Рис. 4. Первые пассажирские вагоны

Первые грузовые вагоны были универсальными. Для грузов, боящихся атмосферных осадков, предназначались крытые вагоны, для других грузов – платформы. Однако быстро выявились преимущества вагонов, специализированных для перевозки отдель-

ных грузов. Процесс насыщения вагонного парка специализированным подвижным составом продолжается в течение всего периода существования железных дорог. Эта тенденция сохранится и в перспективе.

Еще одно направление совершенствования грузовых вагонов – развитие отдельных элементов его конструкции, которое облегчает выполнение различных операций при следовании вагонов в составе поезда и маневровой работы на станциях, – совершенствование сцепных устройств, тормозов, приспособлений для погрузочно-выгрузочных работ, ходовых частей и кузова. Наиболее важным этапом был переход к автотормозам, автосцепке и роликовым подшипникам.

Казахстан обладает разветвленной сетью железных дорог общей протяженностью около 15 тыс. км, 6 тыс. из которых двухпутные и около 5 тыс. – электрифицированные. Развернутая длина главных путей – 18,8 тыс. км, станционных и специальных путей – 6,7 тыс. км. Значение железнодорожного транспорта в Казахстане очень велико.

Открытие первой железнодорожной магистрали на территории Казахстана состоялось 25 октября 1894 году – после завершения строительства узкоколейной линии Покровская слобода – Уральск (рис. 5), 130 км этой железной дороги прошли по территории нынешнего Казахстана. Спустя 4 года вступила в строй узкоколейка Урбах – Астрахань, 77 км которой также пролегли по казахстанской степи [5].

Эпохальным событием стало продолжавшееся в 1927–1930 годах строительство Туркестано-Сибирской магистрали протяженностью 1444 км. Она связала Казахстан с Сибирью и способствовала активизации экономического развития республики, освоению многих пустынных земель.



*Рис. 5. Первая железнодорожная магистраль на территории Казахстана*

В годы Великой Отечественной войны сполна доказала свою стратегическую важность и построенная в 1936–1944 годах магистраль Гурьев (Атырау) – Кандагач – Орск, связавшая нефтепромыслы Эмбы с Уралом и улучшившая сообщение между рядом регионов России. Столь же большое значение имела созданная в 1939–1943 годах линия Акмолинск – Карталы, обеспечившая, в частности, эффективную доставку угля Караганды на Южный Урал. В эти же годы вступили в строй участки Коксу – Текели – Талдыкорган и Атасу – Каражал. Протяженность казахстанских стальных магистралей достигла 10 тысяч км. Период Великой Отечественной войны отмечен и созданием на железных дорогах Казахстана производственной базы по ремонту подвижного состава и путевого хозяйства.

В апреле 1977 года на базе Казахской железной дороги были образованы три дороги: Целинная, Алма-Атинская и Западно-Казахстанская.

Все эти годы продолжалось строительство и реконструкция десятков новых вокзалов, вводились в эксплуатацию новые типы тепловозов, электровозов, путевой техники, систем сигнализации и связи, с 1980-х годов активно внедрялись автоматика и информационно-вычислительные системы.

Один из примечательных фактов истории железнодорожного транспорта Казахстана: 20 февраля 1986 года, впервые в мире, по Целинной железной дороге проведен состав в 440 вагонов – общим весом 43,4 тысячи тонн и длиной 6,5 км.

Путь, пройденный железнодорожным транспортом Казахстана за десятилетний период государственной независимости республики и время существования Совета по железнодорожному транспорту, можно условно разделить на три этапа [2].

Первый период (1992–1996 годы) – адаптация отрасли к последствиям распада СССР и принципиально новым экономическим условиям.

Сутью второго этапа (1997–2001 годах) стало становление и развитие первого казахстанского железнодорожного предприятия РГП «Казахстан темір жолы», объединившего в себе три казахстанские магистрали, сумевшего преодолеть кризисные явления и заложить основу для дальнейшего реформирования отрасли.

Третий период (с 2001 года по настоящий момент) – знаменует начало реформирования отрасли. По сути, создание ЗАО Национальная компания «Казахстан темір жолы» явилось началом осуществления новых реформ в отрасли. Они, главным образом, направлены на превращение железнодорожного транспорта страны в современный, высокоэффективный организм, органично интегрированный в континентальную систему перевозок и способный максимально соответствовать требованиям клиентов в условиях развитой рыночной конкуренции.

Весь год прошел под эгидой столетия железной дороги. В память о великом историческом прошлом стальной магистрали и в подтверждение ее непреходящей зна-

чимости для Казахстана, в этом году были завершены крупнейшие проекты по строительству и модернизации железных дорог, развитию социальной сферы, условий труда и быта железнодорожников.

Более 68% всего грузооборота и свыше 57% пассажирооборота страны приходится на долю железных дорог. В железнодорожной отрасли занято более 125 тысяч человек, что составляет почти 1% населения Казахстана. Большая часть сети находится под управлением Казахских железных дорог, остальная часть под управлением Южно-Уральских железных дорог.

Железнодорожный транспорт оказал неопределимые услуги в развитии мировой цивилизации. Без железных дорог уже немыслимы пассажирские и грузовые перевозки. Решение проблем, стоящих перед железнодорожным транспортом, невозможно без осознания его истории. История всегда была важным мерилом определения уровня образования [4].

Железнодорожный транспорт не остановился в своем развитии, продолжают совершенствоваться технические средства, системы управления и другие элементы железнодорожного транспорта.

### Заключение

Опыт прошлого в области техники нужно максимально использовать, заставляя работать на будущее. Исследуя развитие любого механизма или машины в исторической и хронологической последовательности, можно установить определенные закономерности и тенденцию развития. С этими целями в статье представлен обзор, и анализ развития железнодорожного транспорта. Нужно помнить что, важнейшей задачей любого специалиста является овладение огромным запасом опыта и знаний, накопленных предыдущими поколениями, и их использование применительно к нуждам современной жизни.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дятчин Н.И. История развития техники. – Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 320 с.
2. Кадыров А.С., Бестембек Е.С., Лигай А.Б. История развития техники. Караганда: Ак Нур – 2012. – 148 с.
3. Виргинский В.С. История техники железнодорожного транспорта – М.:Трансжелдориздат, 1938.
4. Сотников Е.А. Железные дороги мира из XIX–XXI вв. – М.: Транспорт, 1993.
5. URL: <http://ruzgd.ru/kazakhstan.shtml> – Обзор истории железных дорог Казахстана.
6. Кологривая И.Е. История развития железнодорожного транспорта. – Хабаровск: ДВГУПС, 2006.

УДК 681.3

## АЛГОРИТМ КОРРЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОБОБЩЕННОЙ ПОЛИАДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

<sup>1</sup>Калмыков М.И., <sup>1</sup>Дунин А.В., <sup>2</sup>Ашихмин С.В., <sup>2</sup>Любенко Д.В.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,  
e-mail: kia762@yandex.ru;

<sup>2</sup>Филиал Московского государственного университета приборостроения и информатики  
в городе Ставрополе, e-mail: kia762@yandex.ru

Коды полиномиальной системы классов вычетов позволяют проводить вычисления и обработку сигналов в реальном масштабе времени. Такое свойство непозиционных модулярных кодов связано с независимой параллельной обработкой остатков по основаниям системы. Если в состав оснований ввести дополнительные модули, то коды классов вычетов способны обнаруживать и исправлять ошибки, которые возникают из-за отказа оборудования. В работе представлена нейросетевая реализация алгоритма вычисления коэффициентов обобщенной полиадической системы, позволяющая корректировать ошибки в модулярном коде.

**Ключевые слова:** модулярные коды, полиномиальная система классов вычетов, коэффициентов обобщенной полиадической системы, обнаружение и коррекция ошибок, нейронная сеть

## COEFFICIENTS OF A GENERALIZED CORRECTION ALGORITHM POLYADIC SYSTEM

<sup>1</sup>Kalmykov M.I., <sup>1</sup>Dunin A.C., <sup>2</sup>Ashikhmin S.V., <sup>2</sup>Lyubenko D.V.

<sup>1</sup>Federal state Autonomous educational institution higher professional education  
«North-Caucasian federal university, Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru;

<sup>2</sup>Filial Moscow state University of instrument engineering and informatics  
in the city of Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

Codes polynomial system of residue classes allow calculations and signal processing in real time. This property nonpositional modular codes associated with independent parallel processing residues on the grounds of the system. If the composition of the bases to introduce additional, module, class codes deductions are able to detect and correct errors that fuss, mess because of equipment failure. The paper presents a neural network implementation of the algorithm for calculating the coefficients of the generalized co-polyadic system that allows you to correct errors in a modular code.

**Keywords:** modular codes polynomial system of residue classes, the coefficients of the generalized-gap of polyadic system, detection and correction of errors, the neural

Для обеспечения максимальной скорости цифровой обработки сигналов (ЦОС) используют специализированные процессоры (СП). Как правило, такие СП имеют параллельную архитектуру. Чтобы обеспечить предельные показатели при обработке сигналов в ряде работ [1–5] предлагается использовать непозиционные коды. Известно, что такие коды позволяют эффективно реализовать операции сложения, умножения и вычитания по модулю, которые широко применяются во многих алгоритмах ЦОС. Кроме того, модулярные коды, которые построены с использованием алгебраических систем, обладающих свойством кольца и поля, способны обнаруживать и исправлять ошибки, которые могут возникать из-за отказов или сбоя оборудования [1, 6, 7, 8, 9]. При этом такие процедуры проводятся при выполнении обратного преобразования из модулярного кода в позиционный. Поэтому разработка алгоритма позволяющего исправлять

ошибки на основе обобщенной полиадической системы (ОПС), которая используется в блоке обратного преобразования, является актуальной задачей.

В подавляющем большинстве задачи ЦОС сводятся к нахождению значений ортогонального преобразования конечной реализации сигнала для большого числа точек в реальном масштабе времени, что предопределяет повышенные требования к скорости и разрядности вычислительного устройства. Для эффективной решения данной задачи целесообразно перейти от одномерной обработке сигналов к многомерной в кольце полиномов. Такой переход к параллельной обработке сигналов базируется на изоморфизме, порожденном китайской теоремой об остатках (КТО). В работах [2–4] доказана возможность реализации обобщенного дискретного преобразования Фурье (ДПФ) в кольце полиномов. При этом вычисления организуются в кольце полиномов  $P(z)$  с коэффициентами в виде

элементов поля  $GF(p)$ , представляющем собой сумму

$$P(z) = P_1(z) + P_2(z) + \dots + P_m(z), \quad (1)$$

где  $P_j(z)$  – локальное кольцо полиномов, образованное неприводимым полиномом  $p_j(z)$  над полем  $GF(p)$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ .

В этом случае целесообразно использовать полиномиальную систему классов вычетов (ПСКВ), в которой вычисления организуются параллельно, помодульно и независимо друг от друга, так как операции сложения, вычитания и умножения сводятся к соответствующим операциям над остатками по модулям  $p_l(z)$  над полем

$$|A(z) \otimes B(z)|_{p_l(z)}^+ = |\alpha_l(z) \otimes b_l(z)|_{p_l(z)}^+, \quad (2)$$

где  $\otimes$  – операции сложения, вычитания и умножения в  $GF(p)$ ;  $A(z) = (\alpha_1(z), \alpha_2(z), \dots, \alpha_n(z))$  и  $B(z) = (b_1(z), b_2(z), \dots, b_n(z))$  – модулярный код в кольце полиномов;  $\alpha_l(z) \equiv A(z) \pmod{p_l(z)}$ ;  $b_l(z) \equiv B(z) \pmod{p_l(z)}$ ;  $l = 1, \dots, m$ .

Как показано в работах [1,2,4] обобщенное ДПФ в кольце полиномов, предназначенное для вычисления  $d$  спектральных составляющих, будет реализовано в следующем виде

$$X_l^k(z) \pmod{p_j} = \left( \sum_{n=0}^{d-1} x_l^n(z) \beta_l^{kn}(z) \right) \pmod{p_j}, \quad (3)$$

где  $\{ X_l^k(z), x_l^n(z), \beta_l^{kn}(z) \} \in P_l(z)$ ;  $\beta$  – порождающий элемент;  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $k = 0, 1, \dots, d-1$ .

После выполнения вычислений в СП ПСКВ необходимо осуществить обратное преобразование из модулярного кода в позиционный код. Одним из наиболее привле-

кательных с точки зрения схемных затрат является алгоритм обратного преобразования использующий промежуточную систему – обобщенную полиадическую систему. При этом могут, благодаря параллелизму алгебраической системы, вычисления могут быть реализованы с помощью нейронных сетей [1–3].

В работе [10] приведена нейронная сеть для перевода из модулярного кода ПСКВ в обобщенную полиадическую систему, в которой используется 5 неприводимых полиномов  $p_1(z) = z + 1$ ,  $p_2(z) = z^2 + z + 1$ ,  $p_3(z) = z^4 + z^3 + z^2 + z + 1$ ,  $p_4(z) = z^4 + z^3 + 1$ ,  $p_5(z) = z^4 + z + 1$ . Если положить, что первые три основания являются информационными, т.е.  $k = 3$ , то рабочий диапазон будет определяться согласно

$$P_{\text{раб}}(z) = \prod_{i=1}^3 p_i(z) = z^7 + z^6 + z^5 + z^2 + z + 1.$$

Оставшиеся два основания  $p_4(z) = z^4 + z^3 + 1$  и  $p_5(z) = z^4 + z + 1$ , будем считать контрольными модулями, с помощью которых будет производиться поиск и коррекция ошибок, возникающих в кодах ПСКВ.

В этом случае, любой полином, представленный в коде ПСКВ, чья степень будет меньше семи, то есть  $\deg A(z) < 7$ , является разрешенным, а его кодовая комбинация не содержит ошибки. В противном случае – кодовая комбинация содержит ошибки.

Коэффициенты обобщенной полиадической системы позволяют осуществить поиск и коррекцию ошибок в кодах ПСКВ. Для данного примера полином  $A(z)$  можно представить в обобщенной полиадической системе как

$$A(z) = a_1(z) + a_2(z)P_1^*(z) + a_3(z)P_2^*(z) + a_4(z)P_3^*(z) + a_5(z)P_4^*(z), \quad (4)$$

где  $P_1^*(z) = p_1(z) = z + 1$ ;  $P_2^*(z) = z^3 + 1$ ;

$$P_3^*(z) = \prod_{i=1}^3 p_i(z) = P_{\text{раб}}(z) = z^7 + z^6 + z^5 + z^2 + z + 1;$$

$$P_4^*(z) = \prod_{i=1}^4 p_i(z) = p_4(z)P_{\text{раб}}(z) = z^{11} + z^8 + z^7 + z^5 + z^3 + z^2 + z + 1.$$

Представим ортогональные базисы выбранной системы в виде коэффициентов ОПС

$$\begin{aligned} B_1(z) &= z^{14} + z^{13} + z^{12} + z^{11} + z^{10} + z^9 + z^8 + z^7 + z^6 + z^5 + z^4 + z^3 + z^2 + z + 1 = [1, z, z^3 + z, z^3, z^3 + z^2 + z]; \\ B_2(z) &= z^{14} + z^{13} + z^{11} + z^{10} + z^8 + z^7 + z^5 + z^4 + z^2 + z = [0, z, z^3 + z^2 + 1, z^3 + z + 1, z^3 + z^2]; \\ B_3(z) &= z^{14} + z^{13} + z^{12} + z^{11} + z^9 + z^8 + z^7 + z^6 + z^4 + z^3 + z^2 + z = [0, 0, z^2 + z + 1, z^2 + 1, z^3 + z^2 + z]; \\ B_4(z) &= z^{14} + z^{13} + z^{12} + z^{11} + z^9 + z^7 + z^6 + z^3 = [0, 0, 0, z^2 + z, z^3 + z^2 + z]; \\ B_5(z) &= z^{12} + z^9 + z^8 + z^6 + z^4 + z^3 + z^2 + z = [0, 0, 0, 0, z]. \end{aligned}$$

Согласно китайской теореме об остатках (КТО) полином  $A(z)$  определяется

$$A(z) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i(z) B_i(z) \bmod P_{\text{полн}}(z), \quad (5)$$

где  $P_{\text{полн}}(z) = \prod_{i=1}^5 p_i(z) = z^{15} + 1$  – полный диапазон ПСКВ.

Если в качестве ортогональных базисов  $B_i(z)$  взять их представления в ОПС, то при умножении остатков  $\alpha_i(z)$  на последние, можно получить коэффициенты ОПС

$$a_j(z) = \left| \sum_{i=1}^n \alpha_i(z) \gamma_{\text{неп}}^i(z) \right|_{p_j(z)}^+ \quad (6)$$

где  $\gamma_{\text{неп}}^i(z)$  – коэффициенты ОПС  $i$ -го ортогонального базиса с учетом переполнения  $(i-1)$ -го основания.

Если полином  $A(z)$ , представленный в ПСКВ, не содержит ошибки, то его степень не превысит степень рабочего диапазона. Следовательно, значения старших

коэффициентов ОПС должны равняться нулю, т.е.  $a_4(z) = 0$  и  $a_5(z) = 0$ .

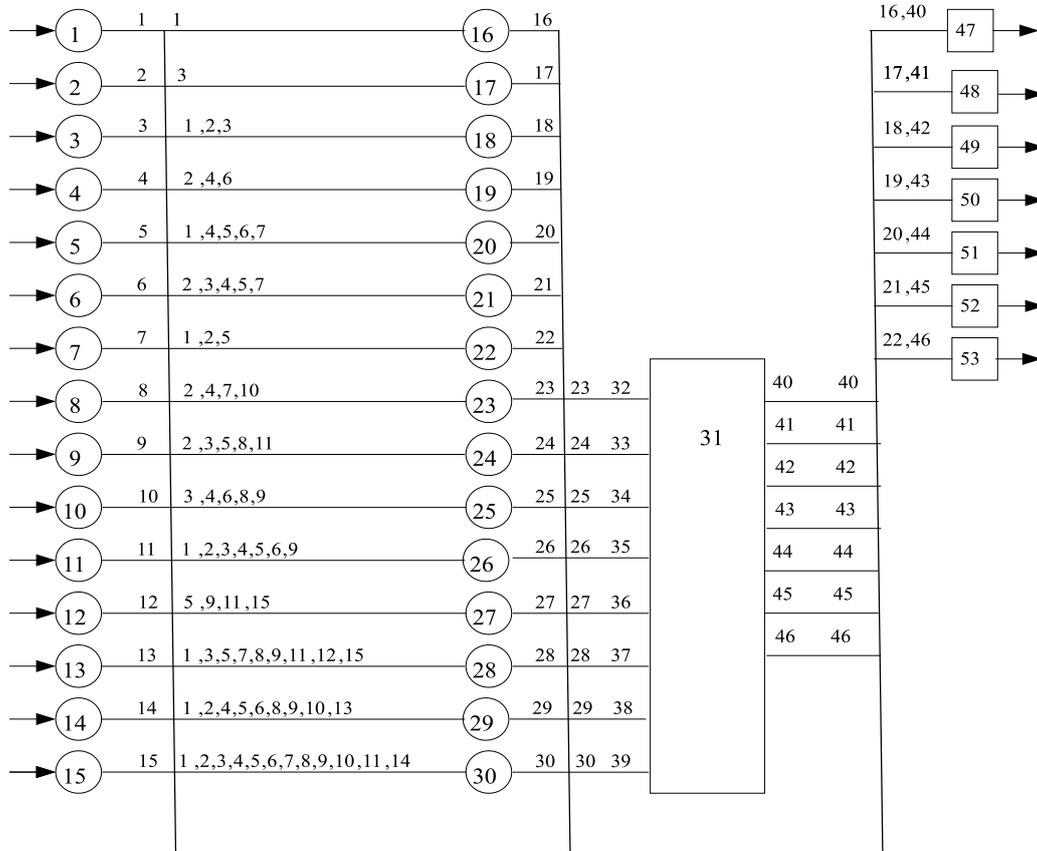
Если полином  $A^*(z)$ , представленный в ПСКВ, содержит ошибку, то его значение будет определяться

$$A^*(z) = (\alpha_1(z), \dots, \alpha_j(z) + \alpha_j^*(z), \dots, \alpha_n(z)) = (A(z) + \alpha_j^*(z) B_j(z)) \bmod P_{\text{полн}}(z) \quad (7)$$

где  $\alpha_j^*(z)$  – глубина ошибки по  $j$ -му основанию ПСКВ.

При переводе из ПСКВ в позиционный код ошибочный код  $A^*(z)$  окажется за пределами рабочего диапазона  $P_{\text{раб}}(z)$ . Тогда, значения старших коэффициентов ОПС будут отличаться от нуля. При этом по величине значений старших коэффициентов ОПС можно однозначно определить местоположение и глубину ошибки.

Чтобы осуществлять коррекцию ошибочного значения коэффициентов ОПС была разработана схема нейросетевого устройства, которая представлена на рисунке.



Нейросетевое устройство для коррекции коэффициентов ОПС

Устройство состоит из двухслойной нейронной сети (нейроны 1–15 образуют первый слой, нейроны 16–30 создают второй слой), блока памяти 31, имеющего восемь входов 32–39 и семь выходов 40–46, семи двухвходовых корректирующих сумматоров 47–53.

Каждый слой нейронной сети содержит по 15 нейронов. Входной слой состоит из 15 нейронов, распределенных в соответствии с размерностью разрядных сеток модулей -1-2-4-4-4. Данные нейроны осуществляют разветвление входного вектора кода ПСКВ  $A(z) = (\alpha_1(z), \alpha_2(z), \alpha_3(z), \alpha_4(z), \alpha_5(z))$ , представленного в двоичной форме. Второй слой нейронной сети содержит также 15 нейронов, распределенных в соответствии с размерностью разрядных сеток коэффициентов  $(a_i(z), i = 1, 2, 3, 4, 5)$  ОПС-1-2-4-4-4. Нейроны 16-30 второго слоя выполняют базовую операцию суммирования по модулю два значений разрядов, поступающих с выходов соответствующих нейронов первого слоя. Синаптические веса связей равны единице.

Выход нейрона 16 соответствует нулевому разряду первого коэффициента ОПС  $a_1(z)$ . Нейроны 17, 18 осуществляют вычисление нулевого и первого  $a_2^0(z), a_2^1(z)$  разрядов второго коэффициента ОПС соответственно. Нейроны 19, 20, 21, 22 осуществляют вычисление нулевого, первого, второго и третьего разрядов  $a_3^0(z), a_3^1(z), a_3^2(z), a_3^3(z)$  третьего коэффициента ОПС  $a_3(z)$  соответственно. Нейроны 23, 24, 25, 26 осуществляют вычисление нулевого, первого, второго и третьего разрядов  $a_4^0(z), a_4^1(z), a_4^2(z), a_4^3(z)$  четвертого коэффициента ОПС  $a_4(z)$  соответственно.

Нейроны 27, 28, 29, 30 осуществляют вычисление нулевого, первого, второго и третьего разрядов  $a_5^0(z), a_5^1(z), a_5^2(z), a_5^3(z)$  пятого коэффициента ОПС  $a_5(z)$  соответственно.

Блок памяти 31 имеет 8 входов. На входы 32–35 блока памяти поступают разряды коэффициента ОПС  $a_4(z)$ . Значения нулевого, первого, второго и третьего разрядов  $a_5^0(z), a_5^1(z), a_5^2(z), a_5^3(z)$  пятого коэффициента ОПС  $a_5(z)$  поступают соответственно на 36–39 входы блока памяти.

Корректирующие сумматоры 47–53 подключены к соответствующим выходам нейронов второго слоя и выходам блока памяти. С выходов этих сумматоров снимаются откорректированные значения коэффициентов ОПС.

Блок памяти предназначен для хранения констант коррекции, значение которых зависит от вычисленных величин старших коэффициентов ОПС. Зависимость значений коэффициентов ОПС  $a_4(z)$  и  $a_5(z)$  от местоположения и глубины ошибки в коде ПСКП приведены в табл. 1.

Зависимость между значениями старших коэффициентов  $a_4(z), a_5(z)$  и корректируемыми значениями коэффициентов ОПС  $a_1(z), a_2(z), a_3(z)$  приведена в табл. 2.

Рассмотрим работу устройства. Пусть задан полином  $A(z) = z^6 + z^5 + z^4 + z + 1$ , который принадлежит рабочему диапазону  $P_{раб}(z)$ . Тогда его код в ПСКВ, который не содержит ошибки, имеет вид  $A(z) = (1, z + 1, z^3 + z^2 + z + 1, z^3 + z^2 + z, z^3 + z)$ . Воспользуемся выражением (6) и произведем вычисление коэффициентов ОПС. В результате были получены значения

$$a_1(z) = 1, a_2(z) = z + 1, a_3(z) = z^3 + z^2 + z + 1, a_4(z) = 0, a_5(z) = 0.$$

Таблица 1  
Зависимость значений коэффициентов ОПС от местоположения и глубины ошибки для поля  $GF(2^4)$

Величина ошибки	Коэффициенты ОПС	
	$a_4(z)$	$a_5(z)$
$\alpha_1^*(z) = 1$	$z^3$	$z^3 + z^2 + z$
$\alpha_2^*(z) = 1$	$z^3 + z + 1$	$z^3 + z^2$
$\alpha_2^*(z) = z$	$z^3 + z^2 + z$	$z^3 + z$
$\alpha_3^*(z) = 1$	$z^2 + 1$	$z^3 + z^2 + z$
$\alpha_3^*(z) = z$	$z^3 + z$	$z^3 + z^2 + z + 1$
$\alpha_3^*(z) = z^2$	$z^3 + z^2$	$z^3 + z^2$
$\alpha_3^*(z) = z^3$	1	$z^3 + z$

Таблица 2

Зависимость значений коррекции коэффициентов ОПС от значений старших коэффициентов  $a_4(z)$  и  $a_5(z)$

Коэффициенты ОПС		Коррекция коэффициентов ОПС		
$a_4(z)$	$a_5(z)$	$\Delta a_1(z)$	$\Delta a_2(z)$	$\Delta a_3(z)$
$z^3$	$z^3+z^2+z$	1	$z$	$z^3+z$
$z^3+z+1$	$z^3+z^2$		$z$	$z^3+z^2+1$
$z^3+z^2+z$	$z^3+z$		$z+1$	$z^2$
$z^2+1$	$z^3+z^2+z$			$z^2+z+1$
$z^3+z$	$z^3+z^2+z+1$			$z^3+z^2+z$
$z^3+z^2$	$z^3+z^2$			$z+1$
1	$z^3+z$			$z^2+z$

Так как старшие коэффициенты ОПС равны нулю, то это свидетельствуют, что кодовая комбинация ПСКВ не содержит ошибку, и ее не надо корректировать. В этом случае на входы блока памяти 31 поступают нулевые сигналы с выходов нейронов 23–26 и 27–30, которые соответствуют двоичному представлению коэффициентов  $a_4(z) = 0$ ,  $a_5(z) = 0$ . В результате этого с выходов 40–46 также снимается нулевой результат, который подается на корректирующие сумматоры 47–53. В соответствии с этим на выходах этих корректирующих сумматоров, выполняющих операцию суммирования по модулю, значения коэффициентов ОПС  $a_1(z) = 1$ ,  $a_2(z) = z+1$ ,  $a_3(z) = z^3+z^2+z+1$ , не будут корректироваться.

Пусть произошла ошибка в первом остатке кода ПСКВ и ее глубина равна  $a_1^*(z) = 1$ . В этом случае  $A^*(z) = (0, z+1, z^3+z^2+z+1, z^3+z^2+z, z^3+z)$ . Тогда на выходах нейронов 16–30 второго слоя получатся значения коэффициентов ОПС

$$a_1(z) = 0, a_2(z) = 1, a_3(z) = z^2+1, a_4(z) = z^3, a_5(z) = z^3+z^2+z.$$

В соответствии с полученными значениями  $a_4(z) = z^3$ ,  $a_5(z) = z^3+z^2+z$  с выходов блока памяти, согласно данным приведенным в табл. 2, будут сниматься корректирующие значения  $\Delta a_1(z) = 1$ ,  $\Delta a_2(z) = z$ ,  $\Delta a_3(z) = z^3+z$ . Эти значения будут поданы на входы соответствующих сумматоров по модулю два 47–53, где и произойдет коррекция коэффициентов ОПС. В результате на выходе первого 47 корректирующего сумматора получаем

$$a_1^0(z) + \Delta a_1^0(z) = 0 + 1 = 1.$$

На выходе третьего 49 корректирующего сумматора получаем сигнал

$$a_2^1(z) + \Delta a_2^1(z) = 0 + 1 = 1.$$

Произошло исправление ошибки. Теперь откорректированное значение второго коэффициента ОПС  $\Delta a_2(z) = z + 1$ . На выходе четвертого 50 корректирующего сумматора получаем исправленное значение сигнал

$$a_3^0(z) + \Delta a_3^0(z) = 0 + 1 = 1.$$

На выходе пятого 51 корректирующего сумматора получаем сигнал

$$a_3^1(z) + \Delta a_3^1(z) = 0 + 1 = 1.$$

Ошибка в разряде исправлена.

На выходе шестого 52 корректирующего сумматора получаем сигнал

$$a_3^2(z) + \Delta a_3^2(z) = 0 + 1 = 1.$$

Ошибка в разряде исправлена.

На выходе седьмого 53 корректирующего сумматора получаем сигнал

$$a_3^3(z) + \Delta a_3^3(z) = 1 + 0 = 1.$$

Ошибка исправлена. Теперь откорректированное значение третьего коэффициента ОПС равно  $a_3(z) = z^3+z^2+z+1$ .

### Выводы

Повысить скорость выполнения цифровой обработки сигналов можно за счет перехода к параллельным вычислениям. В работе показана целесообразность реализации ЦОС с помощью ПСКВ. Также в работе приведен пример реализации алгоритма поиска и коррекции ошибки, который использует старшие коэффициенты обобщенной полиадической системы. Представлена схема нейросетевого устройства, способного исправлять значения коэффициентов ОПС при возникновении ошибки в коде ПСКВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калмыков И.А., Резеньков Д.Н., Горденко Д.В., Саркисов А.Б. Методы и алгоритмы реконфигурации непозиционных вычислительных структур для обеспечения отказоустойчивости спецпроцессоров. – Ставрополь, Фабула. 2014. – 180 с.
2. Калмыков И.А., Саркисов А.Б., Макарова А.В. Технология цифровой обработки сигналов с использованием модулярного полиномиального кода // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – № 12 (149). – С. 234–241.
3. Бережной В.В., Калмыков И.А., Червяков Н.И., Щелкунова Ю.О., Шилев А.А. Нейросетевая реализация в полиномиальной системе классов вычетов операций ЦОС повышенной разрядности // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2004. – № 5–6. – С. 94.
4. Калмыков И.А., Калмыков М.И. Структурная организация параллельного спецпроцессора цифровой обработки сигналов, использующего модулярные коды // Теория и техника радиосвязи. – 2014. – № 2. – С. 60–66.
5. Калмыков И.А., Зиновьев А.В., Резеньков Д.Н., Гахов В.Р. Применение систолических ортогональных преобразований в полиномиальной системе классов вычетов для повышения эффективности цифровой обработки сигналов // Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 4–11.
6. Калмыков И.А., Хайватов А.Б. Математическая модель отказоустойчивых вычислительных средств, функционирующих в полиномиальной системе классов вычетов // Инфокоммуникационные технологии. – 2007. – Т. 5, № 3. – С. 39–42.
7. Мартиросян А.Г., Калмыков М.И. Основные методы обеспечения отказоустойчивости специализированных вычислительных устройств цифровой обработки сигналов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 3. – С. 62–67.
8. Калмыков И.А., Саркисов А.Б., Яковлева Е.М., Калмыков М.И. Модулярный систолический процессор цифровой обработки сигналов с реконфигурируемой структурой // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2013. – № 2 (35). – С. 30–35.
9. Калмыков И.А. Метод пересчета коэффициентов обобщенной полиадической системы для спецпроцессоров с деградируемой структурой // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2005. – № 4 (48). – С. 35–42.
10. Стрижков Н.С., Калмыков М.И. Алгоритм преобразования из модулярного кода в полиадическую систему оснований для систем обнаружения и коррекции ошибок // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 3-1. – С. 127–131.

УДК 621.88.084.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПОКОЯ ПОЛИАМИДНОГО ПОКРЫТИЯ ПО СТАЛИ

Кущенко А.В., Башкарев А.Я., Корелин В.Ф.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Минобрнауки России»,  
Санкт-Петербург, e-mail: bashkarev@stu.neva.ru

Сопряжения с натягом в конструкциях машин подвергаются разрушению в результате фреттинг-коррозии. Одним из способов борьбы с этим явлением может стать применение тонкослойных полимерных покрытий. В работе исследована величина коэффициента трения покоя полиамидного покрытия, а также некоторых композитных материалов на его основе по стали. Установлено, что он уменьшается с ростом давления в зоне трения.

**Ключевые слова:** сопряжения с натягом, полиамидные покрытия, коэффициент трения, фреттинг-коррозия

## THE STUDY OF THE COEFFICIENT OF STATIC FRICTION POLYAMIDE COATING ON STEEL

Kushchenko A.V., Bashkarev A.Y., Korelin V.F.

Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: bashkarev@stu.neva.ru

Compression connections in the construction of machines may be destroyed as a result of fretting corrosion. One way to combat this phenomenon could be the use of thin-film coatings. We have studied the value of the coefficient of static friction polyamide coating, as well as some of composite materials on its basis on steel. Found that it decreases with increasing pressure in the friction zone.

**Keywords:** compression connection, polyamide coatings, coefficient of friction, fretting corrosion

Одним из возможных перспективных направлений использования полимерных материалов в машиностроении может стать применение некоторых из них, например, полиамидов, в соединениях с натягом. Как известно, такие соединения используются для передачи между деталями осевых сил и крутящих моментов без применения дополнительных крепежных элементов (шпонки, болты, штифты и т.п.). Основной причиной разрушения сопряжений с натягом из металла является фреттинг-коррозия, развивающаяся в них под действием переменных нагрузок [1, 6,7]. Полиамидные материалы, находясь между двумя металлическими поверхностями, исключают ее развитие.

На рис. 1 представлена схема применения полиамидного покрытия при создании соединения с натягом.

В соединении с натягом максимальные значения передаваемой осевой силы и крутящего момента определяются не только размерами соединения и величиной радиального давления в зоне сопряжения  $q$ , а также величиной коэффициента трения покоя  $f_n$  между поверхностью втулки и полимерным покрытием вала [1]. Если величину радиального давления можно определить, используя известные методы теории упругости [3], то информации о величине

коэффициента трения покоя полиамидного покрытия по стали в литературных источниках приводится недостаточно.

В данной работе испытания проводились на образцах (рис. 2), имеющих тонкослойное покрытие из полиамидной смолы ПА-6. Толщина слоя полиамида составляла 0,3 мм.

В ходе эксперимента образцы нагружались сжимающим усилием двумя стальными пластинами с помощью нагружателя, позволяющего создавать давление в зоне контакта до 25 МПа и в последующем сдвигались. Усилие сдвига определялось по диаграмме нагружения фиксировавшейся на компьютере испытательной машины ИР5047-50-11. Аналогичные эксперименты были проведены с образцами из Ст5 без полиамидного покрытия.

Из данных исследований следует, что коэффициент трения покоя полиамида ПА-6 по стали не является постоянной величиной, а уменьшается с ростом давления. Изменение его величины при давлениях в зоне трения от 1 до 25 МПа может быть аппроксимировано выражением:

$$f_n = 0,22 \cdot q^{-0,11}, \quad (1)$$

где  $f_n$  – коэффициент трения покоя полиамида ПА-6 по стали,  $q$  – давление в зоне трения, МПа.

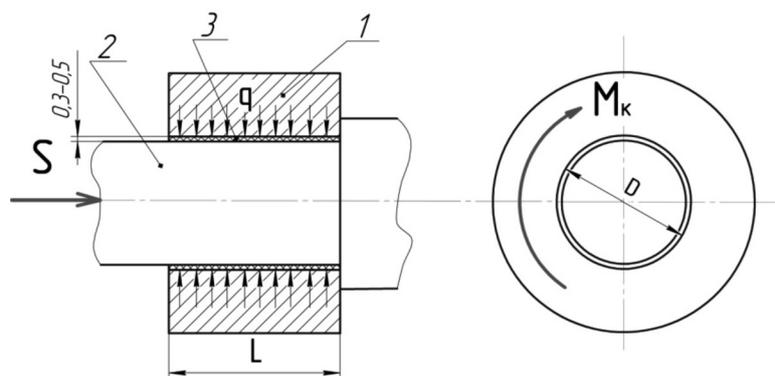


Рис. 1. Схема применения полиамидного покрытия при создании соединения с натягом. 1 – втулка, 2 – вал, 3 – тонкослойное полиамидное покрытие,  $S$  – осевая нагрузка,  $M_k$  – внешний крутящий момент,  $q$  – радиальное давление в зоне сопряжения,  $D$  – номинальный посадочный диаметр,  $L$  – длина сочленения

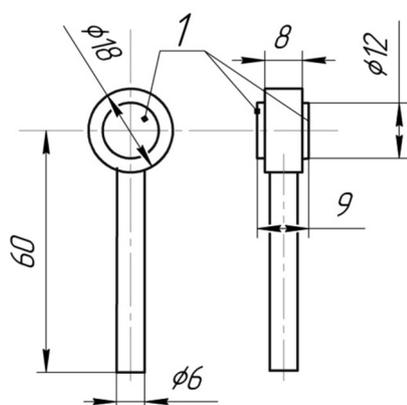


Рис. 2. Образцы для испытаний. 1 – полиамидное покрытие

При давлениях больших, чем 25 МПа коэффициент трения покоя стабилизируется около значения 0,15.

Характер изменения коэффициента трения покоя полиамида по стали и стали по стали совпадает с аналогичными результатами, приведенными в [1, 7]. Анализ причин такого изменения коэффициента трения покоя не входил в задачу исследования.

Из литературных источников [1, 6, 7] известно, что коэффициент трения покоя стали по стали без смазки в зависимости от ее марки, термообработки и шероховатости поверхности находится в диапазоне от 0,35 до 0,25. Более низкий коэффициент трения покоя полиамида ПА-6 по стали свидетельствует о том, что при использовании тонкослойных полимерных покрытий при создании сопряжений с натягом необходимо либо найти способ повышения коэффициента трения покоя стали по полимеру за

счет применения присадок, либо использовать такие технологические режимы нанесения полимерных покрытий, которые позволят увеличить нагрузочные возможности и долговечность соединения за счет увеличенной адгезии, либо использовать соединения с увеличенным натягом.

Для оценки возможности повышения величины коэффициента трения покоя композитов на основе полиамида ПА-6 по стали были использованы три вида добавок: свинцовый сурик, стеклянный порошок и асбест. Известно [6, 7], что применение этих материалов увеличивает коэффициент трения скольжения.

#### Влияние добавки свинцового сурика

При проверке эффективности добавки свинцового сурика на величину коэффициента трения покоя была реализована следующая методика. Было принято, что провер-

ку следует проводить при использовании количества сурика максимально допустимого по условиям адгезии композитного слоя к стали.

Результаты исследований величины адгезии смеси полиамида ПА-6 и свинцового сурика показывает, что массовое содержание свинцового сурика в порошкообразном полиамиде ПА-6 до 20% практически не сказывается на величине адгезии. Большее содержание свинцового сурика приводит к существенному снижению адгезии. Поэтому изучение величины коэффициента трения покоя выполнялось при массовом содержании свинцового сурика в полиамиде ПА-6 в 20%.

Добавление 20% свинцового сурика в полиамид ПА-6 несколько увеличивает коэффициент трения покоя (примерно на 20%) в зоне давлений от 1 до 10–12 МПа, но, тем не менее, не делает его сопоставимым с коэффициентом трения покоя стали по стали. При большем давлении в зоне контакта коэффициент трения покоя становится даже ниже чем у чистого полиамида (рис. 3).

Изменение величины коэффициента трения покоя полиамида ПА-6 с добавкой 20% свинцового сурика по стали может быть аппроксимировано выражением:

$$f_n = 0,28 \cdot q^{-0,2} \quad (2)$$

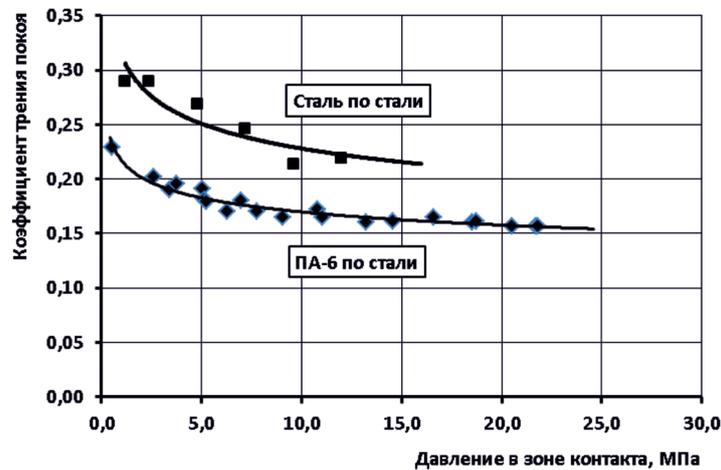


Рис. 3. Сравнение величин коэффициентов трения покоя полиамида ПА-6 по стали и стали по стали

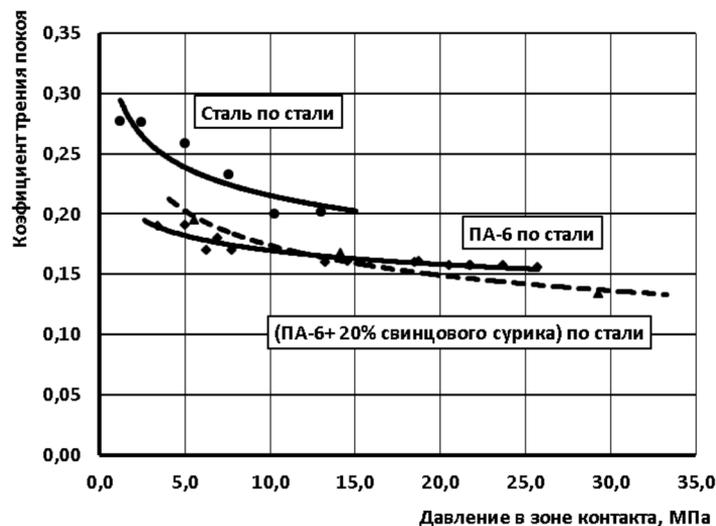


Рис. 4. Изменение коэффициентов трения покоя от давления в зоне контакта для сочетаний: сталь по стали, полиамид ПА-6 по стали и полиамид ПА-6 + 20% свинцового сурика по стали

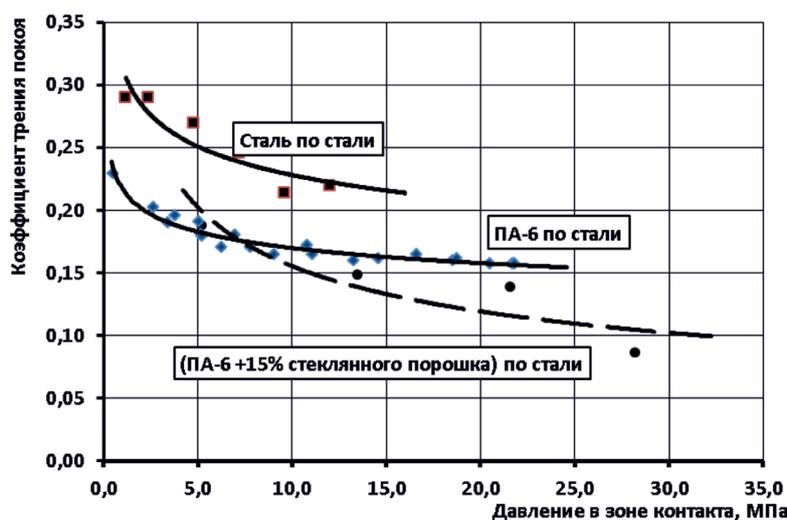


Рис. 5. Изменение коэффициентов трения покоя от давления в зоне контакта для сочетаний: сталь по стали, полиамид ПА-6 по стали и полиамид ПА-6 + 15% стеклянного порошка по стали

### Влияние добавки стеклянного порошка

Добавление стеклянного порошка в полиамид повышает жесткость смеси и шероховатость поверхности. Для экспериментов в полиамид ПА-6 было добавлено в массовой доле 15% стеклянного порошка фракции 0,14 мм и менее. Предварительно было также установлено, что такое количество стеклянного порошка не снижает адгезию смеси к стали.

Сравнение результатов экспериментального определения величины коэффициента трения покоя стали по стали, чистого полиамида по стали и полиамида с добавлением стеклянного порошка показывает, что добавление стеклянного порошка, как и добавление свинцового сурика, увеличивает коэффициент трения покоя в зоне давлений до 5–7 МПа. При большем давлении в зоне контакта коэффициент трения покоя становится меньше чем у чистого полиамида (рис. 4). Изменение его величины может быть аппроксимировано выражением:

$$f_n = 0,34 \cdot q^{-0,36} \quad (3)$$

### Влияние добавки асбеста

Плотность асбеста в естественном состоянии составляет 2400–2600 кг/м<sup>3</sup>, а распушенного всего от 100 до 300 кг/м<sup>3</sup>. Плотность полиамида ПА-6 в порошкообразном состоянии около 1000 кг/м<sup>3</sup>. Такая

значительная разница в плотности распушенного асбеста и полиамида создают проблемы в нанесении тонкослойных композиционных покрытий при использовании технологии псевдооживленного слоя. Поэтому эксперименты удалось провести только с массовой добавкой асбеста в полиамид ПА-6 в 6%. Обычно массовое содержание асбеста в фрикционных материалах, например, таких как ретинак, получаемого горячим прессованием, доходит до 30% [5].

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что добавление асбеста в полиамид ПА-6 несколько повышает коэффициент трения покоя во всем диапазоне давлений. Изменение его величины может быть аппроксимировано выражением:

$$f_n = 0,28 \cdot q^{-0,17} \quad (4)$$

### Выводы

1. Коэффициент трения покоя во всех исследованных сочетаниях материалов тел трения уменьшается с ростом давления на поверхности контакта до 25–30 МПа, а далее остается практически постоянным.

2. Коэффициент трения покоя пары полиамид ПА-6 – сталь меняется от 0,22 при давлении в 1 МПа до 0,15 при давлении 25 МПа. При давлении большем, чем 25 МПа коэффициент трения покоя может быть принят равным 0,15.

3. Коэффициент трения покоя стали по композитным покрытиям из полиамида ПА-6 со свинцовым суриком и со стеклянным порошком при росте давления в зоне контакта уменьшается более интенсивно, чем у пары сталь-покрытие из чистого полиамида ПА-6, достигая величин 0,28–0,34 в зоне давлений от 1 до 5 МПа, а затем становится существенно меньше (0,1–0,14 при давлении более 25 МПа) чем у полиамида без добавок (0,23 и 0,16 соответственно).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречищев Е.С., Ильяшенко А.А. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. – М., Машиностроение, 1981. – 247 с.
2. Иванов С.А., Башкарев А.Я. О долговечности и прочности композитов // Научно-технические ведомости СПбГПУ, № 4 (110), СПб, Изд. СПбГПУ, 2011. – С. 196–199.
3. Казакевич Г.С., Рудской А.И. Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности. – СПб, изд-во СПбГПУ, 2003. – 264 с.
4. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической обработки наблюдений. – М., Физматгиз, 1982. – 320 с.
5. Машиностроительные материалы, Раскатов В.М. [и др.]; под ред. В.М. Раскатова. – М., Машиностроение, 1969. – 351 с.
6. Основы трибологии. А.В. Чичинадзе [и др.]; под ред. А.В. Чичинадзе. – М., Машиностроение, 2001. – 663 с.
7. Трение, изнашивание и смазка. В.В. Алисин [и др.], под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – М., Машиностроение, 1978. – 400 с.
8. Энциклопедия полимеров, т. 2, под ред. В.А. Кабанова. – М., Советская энциклопедия, 1974 – 1032 с.

УДК 621-852

## МАГНИТНАЯ ВИБРАЦИЯ И СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВИБРАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН

**Миндрин В.И., Пачурин Г.В., Ребрушкин М.Н.**

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
Нижний Новгород, e-mail: PachurinGV@mail.ru*

В связи с небывалым развитием техники, ростом нагрузок и скоростей в стационарных установках и транспортных машинах, в настоящее время наблюдается непрерывное ужесточение требований к надежности работы элементов конструкций. Отрицательное влияние вибрации на эксплуатационные свойства деталей машин и металлоконструкций широко освещено в отечественной и зарубежной литературе. Большинство аварий и катастроф на энергетических предприятиях связаны с разрушительным действием вибрации. Данная статья посвящена вопросам магнитной вибрации и безопасности преимущественно паротурбинных агрегатов и электрических генераторов на энергетических предприятиях ТЭЦ, ГРЭС и АЭС. В популярной форме описаны причины технической магнитной вибрации и приведены средства её снижения в источниках возникновения. Кратко изложены негативные последствия вибрации и сделана попытка учета энергии, расходуемой машиной на борьбу с собственной вибрацией и определена величина недоработанной мощности на зажимах генератора. Приведены нормативные значения допустимых вибраций и расцентровок роторов турбин и генераторов в соответствии с действующим в РФ ГОСТ-ами и международными стандартами МЭК ИСО. Сведения, содержащиеся в статье, могут быть полезными широкому кругу работников, связанных с проектированием, эксплуатацией и ремонтом энергетических машин, а также студентам и преподавателям вузов.

**Ключевые слова:** магнитная вибрация, способы снижения вибрации, нормы вибрации, роторы турбин и генераторов

## MAGNETIC VIBRATION AND REDUCE THE NEGATIVE CONSEQUENCES OF TECHNICAL VIBRATION POWER MACHINES

**Mindrin V.I., Pachurin G.V., Rebrushkin M.N.**

*FGBOU VPO «Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev», Nizhny Novgorod,  
e-mail: PachurinGV@mail.ru*

Due to the unprecedented development of technology, increasing loads and speeds in stationary equipment and transport vehicles, there is now a continuous tightening of requirements for the reliability of structural elements. The negative impact of vibration on the performance characteristics of machine parts and metal widely covered in the domestic and foreign literature. Most accidents and disasters on energy companies related to the destructive action of vibration. This article focuses on the issues of the magnetic vibrations and security mainly steam turbine units and electric generators for power plants CHP plants and nuclear power station. In a popular form of technical reasons described magnetic vibration and provides a means to reduce the sources of its occurrence. Summarized the negative effects of vibration and attempted to account the energy consumed by the machine to struggle with its own vibration and determined the value of unfinished power at generator terminals. Given normative values permissible misalignments and vibrations of rotors of turbines and generators in accordance with applicable Russian GOST-s and international standards IEC ISO. The information contained in this article may be useful in a wide range of workers related to the design, maintenance and repair of power machines, as well as students and university professors.

**Keywords:** magnetic vibration, ways to reduce the vibration rate of vibration, rotor turbines and generators

По мере развития техники все большее число ответственных деталей машин и механизмов работает в сложных эксплуатационных условиях. Многие из этих деталей (роторы генераторов, лопатки турбин и др.) подвергаются действию переменных нагрузок [7, 9]. Их надежность в работе определяется, сопротивлением усталости [8, 9]. Разрушение изделия может произойти под действием напряжений, намного меньших пределов прочности и текучести, которые являются мерой прочности при статическом нагружении [6, 10].

На энергетических предприятиях большинство аварий и катастроф, связанных, как правило, с человеческими жертвами, также вызваны разрушительным действием вибра-

ции [5]. Так, например, причиной аварии на Каширской ГРЭС в 2002 г. на турбогенераторе ст. № 3 с паровой турбиной К-300-240 и генератором ТВМ-300 послужила высокая продольная вибрация и крутильные колебания в результате разрушения бандажной втулки генератора и короткого замыкания в цепи статора [4]. Произошел разрыв валопровода турбины и генератора в восьми местах. Фрагменты корпусов цилиндров и роторов были брошены на четырнадцатую отметку и за пределы турбинного цеха. Были полностью разрушены: паровая турбина, конденсатор, электрогенератор, повреждены фундаменты, несущие колонны, возник пожар, обрушилась кровля машинного зала. При этом восстановление последствий от ви-

брационных неполадок и катастроф на энергетических предприятиях занимает от 30% и выше времени и затрат в общем балансе ремонтно-восстановительных работ [2]. Решению этой актуальной задачи и посвящен приведенный ниже материал.

### Магнитная вибрация электрических машин

Во вращающихся электрических машинах, кроме механических вибраций, вызываемых неуравновешенностью масс и расцентровкой осей вращения роторов, при определенных условиях может возникнуть магнитная вибрация, как правило, оборотной частоты.

Источником магнитной вибрации являются вращающиеся переменные магнитные силы и моменты, действующие в воздушном зазоре между статором и ротором. По направлению эти силы разделяются на радиальные, тангенциальные и аксиальные (осевые).

Магнитная вибрация в электрических машинах возникает из-за возможных коротких замыканий в обмотках статора и ротора, на шинопроводах, в фазных проводниках электропередач, а также от несинхронных включений генераторов в сеть и несимметричных нагрузок потребителей. При коротких замыканиях взаимное притяжение ротора и статора становится неравномерным; при вращении точка наибольшего притяжения, перемещаясь по окружности, изменяет концентричность зазора, что создает магнитную асимметрию и связанную с этим вибрацию. При этом на ротор генератора действует переменный крутящий момент (момент сопротивления), достигающий при двухфазном коротком замыкании 10–12 кратного значения по отношению к номинальному вращающему моменту. Силы, вызываемые магнитной асимметрией в электрических машинах, приводящие к повышенной вибрации, называются пандеромоторными.

Для исключения магнитной вибрации необходимо выполнять требования соответствующих правил технической эксплуатации электрических машин: поддерживать высокое сопротивление изоляции проводников, качественно выполнять крепление лобовых обмоток ротора бандажными втулками (капами), соблюдать концентричность воздушного зазора между статором и ротором, иметь надежную защиту от коротких замыканий и не допускать несимметрич-

ных нагрузок в электрической системе «машина – трансформатор – сеть» [4].

### Нормы допускаемых вибраций и расцентровок турбоагрегатов

Работающий турбоагрегат всегда в какой-то степени вибрирует. Поэтому ПТЭ и ГОСТ 25364-97 предусматривают жесткие нормы на допустимый уровень вибрации. Вибрационное состояние турбоагрегата оценивается по наибольшему значению (амплитуде) виброскорости –  $v_m$ , мм/с в вертикальном, поперечном и осевом направлениях.

Допускаемые значения вибрации [1].

1. Основное значение имеет вибрация оборотной частоты.

2. Длительная эксплуатация турбоагрегатов мощностью 200 МВт и более допускается при вибрации подшипниковых опор  $v_m$ , не превышающей 2,8 мм/с, что эквивалентно размаху вибрации – двойной амплитуде смещения  $A_m$ , равной 26 мкм.

3. Для турбогенераторов меньшей мощности с той же частотой вращения 3000 об/м допускается эксплуатация при вибрации подшипников равной 4,5 мм/с или при двойной амплитуде смещения равной 40 мкм.

4. При значениях вибрации  $v_m^{max}$  свыше 7,1 до 11,2 мм/с работа агрегата ограничивается до семи суток.

5. При значениях вибрации выше 11,2 мм/с работа машины не допускается – должно произойти автоматическое отключение системой защиты.

6. При низкочастотной вибрации ( $f_{об} \approx \frac{f_{раб}}{2}$ ) при значениях превышающих 0,5 мм/с, должны приниматься меры по ее устранению. Дальнейшая эксплуатация не разрешается.

7. Приемка в эксплуатацию паровых турбин и электрических генераторов после монтажа допускается при значениях  $v_m^{max}$ , не превышающих 2,8 мм/с и 4,5 мм/с после капитальных ремонтов.

Особенностью вибрации, вызванной расцентровками осей вращения многоопорных роторов, является ее местный характер: обычно увеличенная вибрация наблюдается у того корпуса подшипника, вблизи которого расположена муфта сцепления, соединившая роторы с расцентровкой. При этом сильно изнашивается баббитовые заливки вкладышей этого подшипника. Кроме того торцевая (угловая) расцентровка увеличивает осевую составляющую оборотной вибрации машин.

Допустимые значения торцевых (угловых) расцентровок полумуфт, мм, при D = 500 мм

Муфты сцепления	Частота вращения роторов, с <sup>-1</sup>			
	До 12,5	25	50	более 50
Жесткие	0,08	0,06	0,04	0,02
Упругие	0,10	0,08	0,06	0,04
зубчатые	0,15	0,12	0,10	0,08

Допустимые значения торцевых (угловых) расцентровок полумуфт в соответствии со СНиП III-Г.10.2-62 приведены в таблице.

При диаметре муфты менее или более 500 мм указанные в таблице допустимые значения должны быть уменьшены или увеличены пропорционально отношению диаметров.

Параллельное смещение осей роторов (радиальная расцентровка полумуфт) должна быть не более 0,08; 0,07; 0,06 и 0,05 мм при частоте вращения роторов до 12,5; 25; 50 и более Гц соответственно [2]. При центровке валопроводов турбомашины необходимо учитывать тепловые расширения корпусов подшипников у разных цилиндров и возможные их проседания, например, от веса охлаждающей воды в конденсаторе паровых турбин. С учетом этих обстоятельств при монтаже ротор сознательно устанавливаются с рассчитанными расцентровками для того, чтобы обеспечить центровку при переходе к рабочим условиям.

### Отрицательные последствия вибрации машин

При наличии вибрации в колебательной системе агрегата двигатель затрачивает энергию не только на преодоление момента сопротивления приводного механизма  $M_c$  (н: тормозного момента на роторе турбогенератора) и момента сопротивления в подшипниках ротора, но и на преодоление неуравновешенной вибрационной силы в многоопорных энергетических машинах. Вибрация тормозит вращение и вибрационная мощность  $P_{вб}$  всегда является тормозящей, т.е. часть полезной мощности двигателя расходуется на борьбу с собственной вибрацией. В результате уменьшается активная мощность на зажимах турбогенератора или увеличивается потребляемая мощность на зажимах электрического привода.

Выражение для определения вибрационной мощности отдельного ротора турбоагрегата можно представить в виде:

$$-P_{вб} = F_{вб} \cdot v_m \cdot \frac{H_m}{c}, \text{ Вт} \quad (1)$$

где  $F_{вб}$  – неуравновешенная вибрационная сила, Н;

$v_m$  – амплитуда виброскорости опорных подшипников ротора машины, м/с;

$$F_{вб} = m \cdot 2A_m \cdot \omega^2, \text{ Н} \quad (2)$$

где  $m$  – масса ротора, кг;

$2A_m$  – двойная амплитуда смещения опорных подшипников, м;

$\omega$  – угловая частота вращения ротора, 1/с, Гц.

Тогда вибрационная мощность, т.е. мощность отбираемая вибрацией от полезной мощности, развиваемой ротором машины, может быть выражена зависимостью.

$$-P_{вб} = m \cdot 2A_m \cdot \omega^2 \cdot v_m, \text{ Вт} \quad (3)$$

Знак (–) в формуле (5) означает – вибрационная мощность является тормозящей. Если валопровод машины состоит из нескольких роторов, то вибрационную мощность всего агрегата  $\Delta P_{вб}$  можно рассматривать как сумму вибраций отдельных роторов.

$$\Delta P_{вб} = \sum_{i=1}^k P_{вб}, \text{ Вт} \quad (4)$$

В реальных условиях вибрационная мощность, особенно в агрегатах с повышенной вибрацией, может достигать значительных величин.

Расчеты, выполненные по формулам (1), (2), (3) и (4) показывают, что невыработанная мощность турбогенератора ТГФ–120 с паровой турбиной Т–100–130 при оборотной частоте вращения  $n = 3000$  об/м ( $\omega = 314$  1/с), номинальной амплитуде виброскорости  $v_m = 4,5$  мм/с массе роторов ВД, СД, НД, РГ и РВ равной 12, 25, 28, 30 и 2т соответственно, составляет величину 320 кВт, или 0,31% от номинальной мощности 100 МВт.

Таким образом, работающая с любой нагрузкой паровая турбина Т–100–130 на борьбу с соответствующей вибрацией ежемесячно отбирает у генератора ТГФ–120 электрическую энергию в количестве 270 000 кВт часов. Иными словами: вибрация – это своеобразный технический штраф за неуравновешенное состояние и несим-

метричную конструкцию вращающихся роторов машин величину которого можно оценить как для каждой машины, так и для предприятия в целом. Но, кроме постоянных экономических потерь вибрация, выходящая за рамки допустимого, снижает надежность работы: приводит к заеданию и разрушению рабочих лопаток, концевых и диафрагменных уплотнений в проточных частях турбин, вызывает интенсивный износ и разрушение баббитовой заливки в опорных подшипниках, увеличиваются зазоры, нарушается гидродинамика масляного слоя. Ослабляются связи отдельных половин вкладышей и корпусов подшипников, а также фундаментной плиты.

Если фундамент недостаточно гасит передающиеся на него вибрации, то это приводит к неравномерной осадке фундамента, к взаимному перекосу опорных плит и, как следствие, к расцентровке валопровода и прогрессирующему нарастанию вибрации.

В результате интенсивная вибрация снижает экономичность машины, уменьшает КПД агрегата и приводит к затяжным, трудоемким восстановительным работам с динамической балансировкой роторов и ремонтом опорно-упорных подшипниковых опор турбины. На электрических станциях растут удельные затраты на производство электрической и тепловой энергии. Высокая вибрация представляет большую опасность и для электрического генератора, так как она может привести к смещению электрических обмоток, ослаблению концевых бандажных втулок, и, как следствие, к коротким замыканиям, механическим разрушениям и другим негативным последствиям.

При центровке электрических машин с приводным или исполнительным механизмами наиболее ответственным параметром является величина радиального зазора в воздушном пространстве между ротором и статором, концентричность которого может быть изменена на величину не более  $\pm 10\%$  от расчетного, номинального значения.

В электрическом генераторе недопустимо высокая вибрация может возникнуть из-за несовершенной системы охлаждения, что приводит к тепловому стационарному прогибу ротора турбогенератора.

Особая опасность высокого уровня вибрации – это повышенная пожарная опасность при наличии больших количеств органических масел в системе смазки и регулирования турбоагрегатов, а также в агре-

гатах, перекачивающих взрывопожароопасные и токсичные продукты.

Вибрация увеличивает шум в производственных помещениях, приводит к трудноизлечимым вибрационным заболеваниям и механическим травмам, возникающих у обслуживающего персонала, особенно при ликвидации трудоемких вибрационных неполадок.

### Выводы

Рассмотрена физика возникновения магнитной вибрации турбомашин. Описаны средства снижения вибрации в реальных условиях конкретного вида колебаний.

Перечислены основные негативные последствия повышенной вибрации паровых турбин и электрических генераторов, приводящие к трудоемким и затратным восстановительным работам на энергопредприятиях.

Приведенные формулы для расчета мощности отбираемой машиной на борьбу с собственной вибрацией, позволяют определить количество недовыработанной электрической энергии на энергопредприятии.

Показано, что вибрация основного оборудования турбоагрегатов снижает технико-экономические показатели и постоянно «отсасывает» получаемую прибыль на электрических станциях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25364 – 97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации. – М.: Из-во стандартов, 1997.
2. Григорьев Н.В. Вибрация энергетических машин / Н.В. Григорьев. – Л.: Машиностроение, 1974.
3. Загреддинов И.Ш., Котюк А.Г., Трухний А.Д. Разрушение турбоагрегата 300 МВт Каширской ГРЭС: причины, последствия и выводы // Теплоэнергетика. – 2004. – № 5.
4. Миндрин В.И. Вибрация энергетических машин. Технические средства защиты: учеб. Пособие / В.И. Миндрин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2011. – 81 с.
5. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Гейко И.В. и др. Основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие / Г.В. Пачурин [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – 2-е изд. Перераб. и доп. – Н. Новгород, 2014. – 269 с.
6. Пачурин Г.В. Долговечность пластически деформированных коррозионно-стойких сталей // Вестник машиностроения. – 2012. – № 7. – С. 65–68.
7. Пачурин Г.В., Галкин В.В., Власов В.А., Меженин Н.А. Усталостное разрушение при разных температурах и долговечность штампованных металлоизделий: монография / Г.В. Пачурин [и др.]; под общей ред. Г.В. Пачурина; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. 169 с.
8. Пачурин Г.В. Коррозионная долговечность изделий из деформационно-упрочненных металлов и сплавов: Учебное пособие. – 2-е изд., доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 160 с.
9. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. – 2008. – № 3, Т. 38. – P. 217–220.
10. Pachurin G. V. Life of Plastically Deformed Corrosion Resistant Steel // Russian Engineering Research, 2012. – Vol. 32, № 9–10. – P. 661–664.

УДК 548.3:669.018

**АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМ  
МЕТАЛЛ – ГРАФИТСОДЕРЖАЮЩАЯ СМАЗОЧНАЯ КОМПОНЕНТА**

**Щербаков И.Н., Сербиновский М.Ю., Иванов В.В.**

*ФГУП ОКБ «ОРИОН», Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Обсуждаются антифрикционные свойства материалов систем металл – графитсодержащая смазочная компонента

**Ключевые слова:** антифрикционные свойства, твердофазная смазка, композиционный материал

**ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES OF MATERIALS OF THE METAL – GRAPHITE  
CONTAINING LUBRICANT COMPONENT SYSTEMS**

**Shcherbakov I.N., Serbinovskii M.Y., Ivanov V.V.**

*FGUE SDTU «ORION», Platov South-Russian state polytechnic university  
(Novochoerkassk polytechnic institute), Novochoerkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru*

The anti-frictional properties of materials of the metal – graphite containing lubricant component systems were discussed.

**Keywords:** anti-frictional properties, solid state lubricant component, compositional material

Для обеспечения эффекта самосмазывания поверхности композиционных систем «металл – смазка» в качестве одного из компонентов композиции используют высокодисперсные твердофазные смазки, в частности, графит, свинец, сульфиды некоторых переходных металлов [1]. Наличие в порах металла твердой смазки предохраняет его при трении от катастрофического износа и схватывания, даже если отсутствует жидкая смазка между трущимися поверхностями. Эффективность проявления фрикционных свойств такими композиционными материалами (КМ) существенно зависит от индивидуальных трибологических характеристик введенной смазочной компоненты, характера пористости материала, условий механической обработки поверхности изделия перед трибологическими испытаниями [2, 3]. При этом необходимо также учитывать возможный синергизм свойств компонентов КМ, позволяющий предсказать оптимальное соотношение и распределение их в объеме [4–9].

*Анализ системы «графит – жидкая смазка».* В соответствии с моделью «концентрационной волны» [4, 9] коэффициент трения композиции «твердая смазка – жидкая смазка»  $f_{ксм}$  в зависимости от объемной концентрации жидкой смазки  $p$  может быть записан следующим образом:

$$f_{ксм}(p) = (1-p)f_{тв.см} + pf_{ж.см} - \delta_{ф,ксм} (f_{тв.см} - f_{ж.см})$$

Здесь:  $\delta_{ф,ксм} = 4(1-p)^2p(1-k(1-k_n))$  – относительный синергический эффект для коэффициента трения;  $k = (r_{тв}/(r_{тв} + \Delta x))$  – размерный параметр твердой компоненты КМ, характеризующий соотношение между эффективным размером микрочастиц твердой компоненты  $r_{тв}$  и средней толщиной слоя между двумя сопряженными поверхностями  $\Delta x$ ;  $k_n$  – параметр наноструктурности, учитывающий долю наночастиц твердых фаз с определенной формой в зоне трения (сферической или цилиндрической в случае ионно-ковалентного характера связи между атомами, пластинчатой или дискообразной в случае слоистых структур фаз с преимущественно Ван-дер-ваальсовым характером связи между атомными слоями). В нашем случае  $k \cong 0,5$  и  $k_n \cong 1$ , поэтому  $\delta_{ф,ксм} = 4(1-p)^2p$ .

Из формулы нетрудно получить следующее выражение для величины коэффициента трения:

$$f_{ксм}(p) = (1-p)(1-2p)^2f_{тв.см} + p(5-4p^2)f_{ж.см}$$

Тогда относительная величина коэффициента трения:

$$(f_{ксм}(p)/f_{тв.см}) = (1-p)(1-2p)^2 + p(5-4p^2)(f_{ж.см}/f_{тв.см})$$

При разных фиксированных значениях отношения  $(f_{ж.см}/f_{тв.см})$  синергический эффект компонентов системы проявляется по-разному: чем меньше величина  $(f_{ж.см}/f_{тв.см})$ , тем более интенсивным является положи-

тельный синергизм. При изменении этого отношения от 0,5 до 0,1 максимум синергического эффекта смещается от значения  $p \cong 0,15$  до 0,30 [10].

Таким образом, коэффициент трения композиционной смазки может быть рассчитан, если известны степень пропитки графита жидкой смазкой  $p$  и индивидуальные трибологические характеристики смазочных компонент  $f_{ж,см}$  и  $f_{тв,см}$  в режиме стационарного трения двух приработанных металлических («непористых») поверхностей.

*Анализ системы ««пористый металл» – графитсодержащая смазка».* В соответствии с моделью «концентрационной волны» [4, 9] для коэффициента трения  $f_{KM}$  и скорости линейного износа  $I_{л, KM}$  композиции «металл – композиционная смазка» справедливы следующие соотношения:

$$f_{KM} = (1-x)f_{Me} + xf_{КСМ} - \delta_{f, KM} (f_{Me} - f_{КСМ}),$$

$$I_{л, KM} = (1-x)I_{л, Me} + xI_{л, КСМ} + \delta_{I, KM} (I_{л, Me} - I_{л, КСМ}),$$

где  $\delta_{f, KM} = \delta_{I, KM} = \delta_{KM} = 4(1-x)^2x(1-k(I-k_n))$  – относительный синергический эффект, а  $x$  – объемная доля композиционной смазки в КМ,  $f_{Me}$  и  $I_{л, Me}$  – коэффициент трения и скорость линейного износа пористого металлического тела без смазки,  $I_{л, КСМ}$  – скорость условного линейного износа композиционной смазки при определенном соотношении графит / жидкая смазка.

Для данной системы наиболее вероятными являются значения параметров модели  $k = 0,5$  и  $k_n = 0$  [4–6, 11–22]. В этом случае относительный синергический эффект для коэффициента трения и скорости линейного износа упрощается до следующего выражения:  $\delta_{KM} = 2(1-x)^2x$ . Тогда из представленных выше соотношений могут быть получены следующие выражения для относительных величин трибологических характеристик композиционных материалов:

$$(f_{KM}/f_{Me}) = 1 - (x + \delta_{KM})(1 - (f_{КСМ}/f_{Me})),$$

$$(I_{л, KM}/I_{л, Me}) = 1 - (\delta_{KM} - x)((I_{л, КСМ}/I_{л, Me}) - 1).$$

Из этих формул следует, что эффект синергизма антифрикционных и износостойких свойств компонентов КМ определяется объемной концентрацией композиционной графитсодержащей смазки  $x$  и отношением индивидуальных показателей твердой и смазочной компонент ( $f_{КСМ}/f_{Me}$ ) и ( $I_{л, КСМ}/I_{л, Me}$ ). Отметим, что положительный

синергический эффект для коэффициента трения КМ наблюдается практически во всем интервале изменения параметра состава  $x$ . Максимальное значение положительного синергического эффекта, определенное как отклонение при  $x = 0,33$  отношения ( $f_{КСМ}/f_{Me}$ ) от соответствующей величины, полученной по аддитивной модели, закономерно увеличивается при уменьшении отношения ( $f_{КСМ}/f_{Me}$ ) от 0,5 до 0,1 [10]. В случае проявления износостойкости положительный синергический эффект ( $(I_{л, KM}/I_{л, Me}) < 1$ ) наблюдается только в интервале значений  $x$  от 0 до 0,30. По мере увеличения отношения ( $I_{л, КСМ}/I_{л, Me}$ ) от 1 до 11 величина относительного синергического эффекта увеличивается при  $x \cong 0,165$  от 0 до 0,56 [10].

Таким образом, коэффициент трения и скорость линейного износа композита могут быть рассчитаны для каждого фиксированного значения  $x$ , если известны индивидуальные характеристики твердой и смазочной компонент материала. Отметим также, что для достижения максимального синергического эффекта необходимо целенаправленно изменять величину открытой пористости материала. Если учесть, что вероятная объемная доля смазочной компоненты композиционного материала пропорциональна величине открытой пористости материала, то целенаправленное изменение ее при заполнении пор графитсодержащей композицией позволит, вероятно, достигнуть максимально возможного синергического эффекта при заданных микроструктурных характеристиках и составе матрицы композита [23].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутьков А.А., Щеголев В.А. // Трение и износ. – 1980. – Т. 1, № 2. – С. 209–216.
2. Кутьков А.А., Щеголев В.А. Структурно-кинематическое моделирование подвижных молекулярных форм. – Ростов-н/Д: Изд-во РГУ, 1984. – 160 с.
3. Щербаков И.Н. // Фундаментальные и прикладные проблемы современной техники. – Ростов на Дону: изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – С. 102–110.
4. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 3. – С. 141–145.
5. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М., Логинов В.Т. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 4. – С. 42–44.
6. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
7. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 3. – С. 113–115.

8. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 4. – С. 116–118.
9. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.
10. Иванов В.В., Сербиновский М.Ю., Иванов А.В., Попова О.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Актуальные проблемы машиностроения: Спец. выпуск. Техн. науки, 2006. – С. 74–76.
11. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2006. – Т. 79. – Вып. 4. – С. 619–621.
12. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В. и др. // Журн. прикладной химии, 2008. – Т. 81. – Вып. 12. – С. 2059–2061.
13. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2009. – Т. 82. – Вып. 5. – С. 797–802.
14. Иванов В.В., Башкиров О.М., Марченко С.И. и др. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – Спецвыпуск. Композиционные материалы, 2005. – С. 15–17.
15. Иванов В.В., Марченко С.И. // Научная мысль Кавказа. – Спецвыпуск, 2006. – С. 87–89.
16. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 1. – С. 84–87.
17. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 5. – С. 72–75.
18. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 6. – С. 79–82.
19. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 3. – С. 54–57.
20. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
21. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 58–59.
22. Иванов В.В. // Междунар. журнал экспериментального образования, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 59–60.
23. Иванов В.В., Сербиновский М.Ю., Попова О.В., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – Спецвыпуск. Композиционные материалы и покрытия, 2005. – С. 40–42.

УДК 548.3:669.018

## ИЗМЕНЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

Щербаков И.Н., Сербиновский М.Ю., Иванов В.В.

ФГУП ОКБ «ОРИОН», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru

Обсуждается возможное изменение антифрикционных свойств порошковых композиционных материалов при прессовании.

**Ключевые слова:** антифрикционные свойства, твердофазная смазка, композиционный материал

## THE ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES CHANGE OF THE POWDER COMPOSITIONAL MATERIALS UNDER PRESSING

Shcherbakov I.N., Serbinovskii M.Y., Ivanov V.V.

FGUE SDTU «ORION», Platov South-Russian state polytechnic university (Novochoerkassk polytechnic institute), Novochoerkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru

The possible anti-frictional properties change of the powder compositional materials under pressing were discussed.

**Keywords:** anti-frictional properties, solid state lubricant component, compositional material

Коэффициент трения и скорость линейного износа композита могут быть рассчитаны для каждого фиксированного значения  $x$ , если известны индивидуальные характеристики твердой и смазочной компонент материала [1–3]. Отметим также, что для достижения максимального синергического эффекта необходимо целенаправленно изменять величину открытой пористости материала. Если учесть, что вероятная объемная доля смазочной компоненты композиционного материала пропорциональна величине открытой пористости материала, то целенаправленное изменение ее при заполнении пор графитсодержащей композицией позволит достигнуть максимально возможного синергического эффекта при заданных микроструктурных характеристиках и составе матрицы композита [4].

*Приближение плотнейших упаковок шаров.* Плотнейшие упаковки (гексагональная и кубическая) одинаковых  $R$ -шаров имеют плотность заполнения пространства 74,04%. Остальное пространство представляет собой поры: октаэдрические (17,66%) и тетраэдрические (8,30%) [5]. Заполнение этих пор  $r_o$ -шарами ( $r_o = 0,415R$ ) и  $r_t$ -шарами ( $r_t = 0,225R$ ) приводит к возникновению двух типов тетраэдрических пустот: в окта-поре возникает кластер из восьми тетра-пустот с общим относительным объемом 10,51% ( $v_{o,t} = 1,31\%$ ), в каждой из двух тетра-пор – кластер из четырех тетра-пустот с общим объемом 3,01% ( $v_{t,t} = 0,75\%$ ). Три пары кластеров в октаэдрических порах и четы-

ре пары кластеров в тетраэдрических порах в гексагональной и кубической плотнейших упаковках шаров своими центрами тяжести образуют соответствующие 14-вершинники (ромбододекаэдры: гексагональный и кубический) [5]. Тетра-пустоты обоих кластеров в плотнейших упаковках шаров объединены в трехмерную связную сетку структурных каналов и характеризуют открытую пористость композиционного материала.

Потеря связности внутри кластера из тетра-пустот в каждой из плотнейших упаковок приводит к возникновению закрытой пористости материала. Одной из вероятных причин потери связности внутри кластеров из тетраэдрических пустот является деформация  $R$ -шаров при прессовании их плотнейшей упаковки с  $r_o$ - и  $r_t$ -шарами. Будем считать, что шары подвергаются только пластической деформации, то есть при прессовании изменяется их форма, а объем остается постоянным. Тогда потеря связности между тетра-пустотами достигается при переходе от исходной шарообразной формы микрочастиц к формам соответствующих усеченных многогранников:

$R$ -шар  $\rightarrow$  усеченный кубооктаэдр {468},

$r_o$ -шар  $\rightarrow$  усеченный куб {388},

$r_t$ -шар  $\rightarrow$  усеченный тетраэдр {366},

которые с тетраэдрическими пустотами полностью заполняют пространство [6]. В этом случае суммарный относительный объем октаэдрических и тетраэдрических пор в плотнейших упаковках усеченных

кубооктаэдров уменьшится и будет составлять 19,52%, в том числе 13,28% – доля окта-пор и 6,24% – доля тетра-пор. С учетом их полного заполнения усеченными многогранниками (кубами и тетраэдрами в отношении 1:2) суммарный относительный объем пустот составит 10,11%. Тогда для относительных объемов тетраэдрических пустот соответствующих кластеров получаем  $v'_{o,t} = 0,766\%$  и  $v'_{t,t} = 0,498\%$ .

Отметим, что при гранулометрическом составе шарообразных частиц, равномерно распределенных по размерам в интервале  $[R-\Delta R; R+\Delta R]$ , открытая пористость  $P$  уменьшается от 26% до 22% при увеличении  $(\Delta R/R)$  от 0 до 0,3. В процессе заполнения октаэдрических и тетраэдрических пор шарообразными частицами с соответствующими гранулометрическими характеристиками  $(\Delta r_o/r_o)$  и  $(\Delta r_t/r_t)$  величина  $P$  может снизиться до 8% [4].

Таким образом, объем пустот в ПУ  $R$ -шарообразных частиц можно регулировать в интервале от 26% до 10% путем постепенного заполнения тетраэдрических и октаэдрических пор микрочастицами с радиусами  $0,415R$  и  $0,225R$  в количественном соотношении 1:2, соответственно, а также прессованием до достижения определенной критической деформации. При более сложном гранулометрическом составе  $(R \pm \Delta R; r_o \pm \Delta r_o; r_t \pm \Delta r_t)$  открытая пористость композиционного материала может быть снижена от 22% до 8% [4].

Величина объемной доли открытой пористости после стадии пропитки композиционного материала маслом определяет максимально возможное содержание в нем жидкофазной смазочной компоненты. Тогда регулирование пористости материала означает возможность целенаправленного изменения его коэффициента трения  $f(x)$  и скорости линейного износа  $I(x)$ , где  $x$  – объемная доля смазочной компоненты композита, определяемая величиной  $P$ . В соответствии с моделью «концентрационной волны» [7 – 18] свойства композиционного материала могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$f_{KM}(x) = (1-x)f_{Me} + xf_{KCM} - \delta_{f,KM}(f_{Me} - f_{KCM}),$$

$$I_{l,KM}(x) = (1-x)I_{l,Me} + xI_{l,KCM} + \delta_{I,KM}(I_{l,Me} - I_{l,KCM}),$$

где  $\delta_{f,KM} = \delta_{I,KM} = \delta_{KM}(x) = 4(1-x)x(1 - k(I - k_n))$  – относительный синергический эффект проявления соответствующ-

щих свойств в композиционном материале;  $k$  и  $k_n$  – размерный и наноструктурный параметры, характеризующие соответственно размеры и форму микрочастиц твердой компоненты композиционного материала непосредственно в зоне трения между двумя сопряженными поверхностями. Учет этих характеристик одного из основных компонентов так называемого «третьего тела» (атрибута подавляющего большинства функционирующих трибосистем), позволяет более точно предсказать величину эффекта синергизма.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В., Башкиров О.М. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 3. – С. 141–145.
2. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Башкиров О.М., Логинов В.Т. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – № 4. – С. 42–44.
3. Иванов В.В., Сербиновский М.Ю., Иванов А.В., Попова О.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Актуальные проблемы машиностроения: Спец. выпуск. Техн. науки, 2006. – С. 74–76.
4. Иванов В.В., Сербиновский М.Ю., Попова О.В., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – Спецвыпуск. Композиционные материалы и покрытия, 2005. – С. 40–42.
5. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. – М.: Изд-во МГУ. 1960. – 358 с.
6. Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 204 с.
7. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
8. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 3. – С. 113–115.
9. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – № 4. – С. 116–118.
10. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.
11. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2006. – Т. 79. – Вып. 4. – С. 619–621.
12. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В. и др. // Журн. прикладной химии, 2008. – Т. 81. – Вып. 12. – С. 2059–2061.
13. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2009. – Т. 82. – Вып. 5. – С. 797–802.
14. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 1. – С. 84–87.
15. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 5. – С. 72–75.
16. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – № 6. – С. 79–82.
17. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 3. – С. 54–57.
18. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – № 5. – С. 47–50.
19. Ivanov V.V. // International journal of experimental education, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 58–59.
20. Ivanov V.V. // International journal of experimental education, 2014. – № 4. – Part 2. – С. 59–60.

УДК 371.01

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПА ЗАПРЕТА ПАУЛИ КУРСА КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В ПРОГРАММЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ****<sup>1</sup>Бахтибаев А.Н., <sup>2</sup>Абекова Ж.А., <sup>2</sup>Оралбаев А.Б.**<sup>1</sup>*Международный Казахско-Турецкий университет имени Х.А. Яссави, Туркестан, e-mail: abekova68@mail.ru;*<sup>2</sup>*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, Шымкент*

Теоретические вопросы квантовой механики в предельном случае при стремлении постоянной Планка к нулю должны переходить в формулы классической механики. Одним из основных крупных достижений квантовой механики можно считать полное теоретическое объяснение расположения электронов в атомных оболочках, которая опирается на принцип запрета Паули. В данной статье показана достижение квантовой теории для объяснения свойств элементов периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

**Ключевые слова:** принцип запрета Паули, электронные оболочки, симметричные и антисимметричные волновые функции, фермионы, бозоны, энергетическое состояние, уравнение шредингера, квантовые числа

**METHODOLOGY OF STUDY OF PRINCIPLE OF PROHIBITION OF PAULIE OF COURSE OF QUANTUM MECHANICS IS IN PROGRAM OF HIGHER SCHOOL****<sup>1</sup>Bahtibaev A.N., <sup>2</sup>Abekova Z.A., <sup>2</sup>Oralbayev A.B.**<sup>1</sup>*Mezhdunarodny Kazakh-Turkish University named H.A. Yassavi, Turkestan, e-mail: abekova68@mail.ru;*<sup>2</sup>*South Kazakhstan State University by named M. Auyezov, Shymkent*

Theoretical questions of quantum mechanics in a limit case at aspiration of a constant of Planck to zero have to pass into formulas of classical mechanics. One of the main large achievements of quantum mechanics can consider a full theoretical explanation an arrangement of electrons in nuclear covers which relies on the principle of a ban of Paulie. In this article it is shown achievement of the quantum theory for an explanation of properties of elements of periodic system of elements of D.I. Mendeleyev.

**Keywords:** principle of a ban of Paulie, electron shells, symmetric and antisymmetric wave functions, fermions, bosons, power state, Schrödinger's equation, quantum numbers

Принцип запрета или как его называют в квантовой механике принцип Паули, который определяет конфигурацию внешних электронных оболочек атомов является неотъемлемой составной частью квантовой физики. Благодаря этому принципу запрета Паули можно теоретически предсказать все свойства химических элементов, хотя на практике эта задача требует более сложных математических расчетов. Этот принцип запрета Паули используют не только физики, химики но и специалисты смежных и других наук. Здесь нужно отметить, что одно из существенных достижений квантовой теории заключается в использовании принципа запрета Паули для простого, но полного объяснения свойств элементов на основе периодической таблицы.

Во-первых для полного усвоения свойств химических элементов или электронных оболочек атомов приведем сам принцип запрета Паули, который формулируется следующим образом: в одном квантовом состоянии не может быть более одного электрона, который описывается следующими четырьмя квантовыми числами:  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ . Или другими словами можно описать следующим образом: в одном атоме не мо-

жет быть двух электронов с одним и тем же набором четырех квантовых чисел:  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ . Этот гениальный принцип Паули сформулировал на основании анализа опытных данных еще до появления квантовой механики. Принцип Паули определяет статистическое поведение частиц с полуцелым спином (электроны, протоны, нейтроны и т.д.), которые описываются антисимметричной волновой функцией (фермионы) [1, 2].

Во-вторых нужно отметить, что не все частицы подчиняются принципу запрета Паули. Другие частицы, свойства которых не согласуются с принципом запрета Паули, подчиняются статистике Бозе-Эйнштейна, их называют бозонами (фотоны, альфа частицы, атомы которые состоят из одинакового числа протонов и нейтронов). Здесь например можно наглядно объяснить почему альфа – частица не подчиняется принципу Паули, альфа-частица как известно – это ядра Гелия, она состоит из двух протонов и двух нейтронов, так как протон и нейтрон – это фермионы, со спином  $S = \pm \frac{\hbar}{2}$ , тогда суммарный спин ядра Гелия получается либо нуль, либо единица

( $\hbar$ ), значит альфа-частица относится к бозонам, у которых спин либо нуль, либо единица. В данном вопросе мы должны подробно объяснить, что такое спин, для чего он вводится. Спин – это чисто кванто-механическое свойство микрочастицы, оно не имеет классического аналога. Теоретически было предсказано и экспериментально было подтверждено, что у каждого электрона имеется собственный момент импульса, или спин, равный,  $L = S = \pm \frac{\hbar}{2}$ . Следует отметить, что он составляет половину обычного значения орбитального момента. Это похоже на то, как если бы электрон представлял собой сферу, вращающуюся вокруг собственной оси с постоянным моментом  $L = S = \pm \frac{\hbar}{2}$ . Этот собственный момент, или спин, невозможно ни уменьшить, ни увеличить. Он одинаков у всех элементарных частиц данного типа [3, 4].

Вскоре после того, как был открыт спин электрона, Паули и Дирак разработали релятивистскую теорию частиц для фермионов, с антисимметричной волновой функцией, и с радостью обнаружили, что условие релятивистской инвариантности приводит к волновым функциям электрона, которые автоматически удовлетворяют принципу запрета Паули. Это означало, что принцип запрета Паули не был взят с потолка! Это был блестящий успех Вольфганга Паули! [3, 4].

У частицы со спином  $S = \pm \frac{\hbar}{2}$  проекция ее на ось  $z$  могут принимать лишь одно из двух значений. Эта величина проекции спина необходима для полной характеристики состояния электрона или фермионов.

Для полного описания состояния атома необходимо знать четыре квантовых числа: первые три получаются из уравнения Шредингера, а последнее – спиновое квантовое число – из релятивистской теории электрона, разработанной Дираком [1, 2].

Известно, что по классической теории электроны находятся в наиболее устойчивом состоянии, если они занимают самый нижний, т.е. основной энергетический уровень. Отсюда следует, что и электрон водорода, и многочисленные электроны самых тяжелых химических элементов должны располагаться на первой орбите, радиус которой уменьшается с увеличением атомной массы элемента. Но фактически все ато-

мы по своим размерам примерно одинаковые. Уровни энергии с соответствующими квантовыми числами располагаются таким образом, что образуют оболочки и подоболочки, в этих уровнях ориентация спинов электронов бывает различной, это означает что соблюдается принцип запрета Паули.

В принципе в периодической таблице элементы расположены по правилам, которые первоначально основывались на их химических свойствах и атомных весах. Однако, в действительности решающий фактор имеет не атомный вес, а атомный номер  $Z$ , т.е. число электронов, которые обращаются вокруг ядра. Одним из наиболее важных применений принципа Паули является объяснение оболочечной структуры атомов, т.е. свойства, выражающегося в периодичности химических свойств атомов. Следуя Нильсу Бору мы будем развивать теорию периодической системы, шаг за шагом переходя от простых элементов к следующим, более сложным элементам. Поэтому в начале каждого шага мы имеем элемент с известной конфигурацией, затем предполагаем, что заряд ядра этого атома увеличился на единицу и одновременно на периферии электронной оболочки появился еще один электрон. Собственно таким образом происходит и заполнение электронных оболочек.

Например самый простейший элемент – водород ( $Z = 1$ ). Его электрон в основном состоянии находится на нижней орбите, поэтому его главное квантовое число  $n = 1$ , мы говорим, что электрон находится на К-оболочке. Теперь при переходе к гелию появляется второй электрон, для обоих этих электронов  $n = 1$ , и поэтому  $l = 0$ , а также и  $m = 0$ . Отсюда по принципу запрета Паули следует, что они должны иметь разные знаки спинов. Так как существуют только два возможных значения  $S = \pm \frac{\hbar}{2}$ , то в К-оболочке имеются места только для двух электронов. [4].

Если теперь прибавить третий электрон, то ему не найдется места в К-оболочке, и он должен поселиться на L-оболочке. Во-первых, как и в К-оболочке, на L-оболочке имеются два электрона с  $l = 0$ , они отличаются друг от друга только компонентами спина. Далее есть еще 6 мест для электронов с  $l = 1$ , так как  $m$ , конечно, может иметь три значения:  $-1, 0, 1$ , и для каждого из них возможны две ориентации спинов.

Таким образом, всего в L-оболочке 8 мест, и они подразделяются на две подоболочки с двумя и шестью электронами. Таким путем происходит и заполнение других подоболочек. Здесь нужно отметить, что в каждой оболочке может находиться только определенное количество электронов. Поэтому максимальное число электронов, которые имеют данное данное главное квантовое число  $n$ , равно  $S = \sum 2n^2$ , поэтому число электронов получается 2, 8, 18, 32, 50 [3].

Подводя итоги можно сказать, что заполнение оболочек электронами строится по такой схеме: каждый вновь присоединяющийся электрон связывается в состоянии с наименьшими допустимыми принципом Паули квантовыми числами  $n, l$ .

Когда заполнение оболочки закончено, образуется устойчивая электронная конфигурация, соответствующая электронной конфигурации благородных газов. После этого начинает заполняться следующая оболочка, причем первым элементом при этом является щелочной металл. Здесь нужно отметить, что при заполнении оболочек электронами кроме принципа запрета Паули еще существует так называемый правило

Хунда. Теперь выясним что это за правило, и какую роль она играет в расположении электронов. Правило Хунда формулируется таким образом:

Среди термов, возникших из одной определенной конфигурации, низшую энергию имеет тот, который соответствует наибольшему значению  $S$ . Среди термов, с одинаковыми  $S$  низшую энергию имеет тот, который соответствует наибольшему  $L$  [1, 3].

Подводя итоги к вышесказанному можно добавить, что руководствуясь принципом запрета Паули и правилом Хунда можно теоретически полностью описать заполнение электронных оболочек атомов периодической структуры химических элементов Д.И. Менделеева. Это еще раз подтверждает огромные теоретические возможности и успехи квантовой механики, которая является основой современной физики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. – М.: Физматлит, 2012. – С. 473–482.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2004. – С. 156–163.
3. Матвеев А.Н. Атомная физика. –М.: Высшая школа, 2001. – С. 275–284.
4. Акоста В., Кован К., Грэм В. –М.: Просвещение, 2003. – С. 254–260.

УДК 53

**ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЙ ТИП ДВИЖЕНИЯ ПАССИВНО ГРАВИТИРУЮЩЕГО ТЕЛА ВО ВТОРОЙ ЗАДАЧЕ ХИЛЛА**

**Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Бесбаев Г.А.,  
Курымбаева Н., Бекболатова С.С.**

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Шымкент,  
e-mail: myrza1964@mail.ru*

В статье для пассивно гравитирующего тела в поле тяготения центрального и внешнего тела получены дифференциальные уравнения орбитального движения. Найдены полярные координаты в случае гиперболического типа движения. Найденные решения можно использовать в качестве промежуточной орбиты.

**Ключевые слова:** гравитирующее тело, масса, движение

**HYPERBOLIC TYPE MOTION PASSIVELY GRAVITATING BODY IN THE SECOND TASK OF THE HILL**

**Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Besbaev G.A.,  
Kurymbaeva N., Bekbolatova S.S.**

*South Kazakhstan state University M.O. Auezov, Shymkent, e-mail: myrza1964@mail.ru*

In an article for passively gravitating body in the gravitational field of the Central and exterior body obtained differential equations of the orbital motion. Found polar coordinates in the case of hyperbolic type motion. The solutions found can be used as an intermediate orbit.

**Keywords:** gravitating body, mass, movement

Пусть пассивно гравитирующее тело массы  $m_0$  движется в поле тяготения центрального тела массы  $m_1$  и внешнего тела массы  $m_2$ . Пусть  $m_1 > m_2 \gg m_0$  и внешнего тела движется относительно центрального тела по окружности, тогда силовая функция плоской второй задачи Хилла имеет вид:

$$u = \frac{\bar{\mu}}{\rho} + \frac{1}{2} \vartheta \rho^2 \tag{1}$$

где  $\bar{\mu} = f(m_1 + m_2)$  – гравитационная постоянная,  $v$  – постоянный параметр,  $x, y$  – координаты пассивно гравитирующего тела,  $\rho^2 = x^2 + y^2$ .

Силовая функция (1) учитывает поле тяготения шарообразного центрального тела и некоторую часть поля тяготения внешнего тела.

Выполнив замену переменных с учетом (1) дифференциальные уравнения движения пассивно гравитирующего тела можно записать в следующем виде:

$$dv = \frac{wdw}{\sqrt{\alpha + Hw^2 + 2w^3 - w^4}}, \tag{2}$$

$$\frac{dt}{dv} = \frac{c^3}{\bar{\mu}^2} \cdot \frac{1}{w}$$

где  $w = \frac{c^2}{\rho} \cdot \frac{1}{\bar{\mu}}, H = \frac{2hc^2}{\bar{\mu}^2}, \alpha = \frac{vc^6}{\bar{\mu}^4},$

$c$  – постоянная интеграла площадей,  
 $h$  – постоянная интеграла энергий.

Варьируя параметры  $\alpha$  и  $H$  найдем следующие типы движения пассивно гравитирующего тела во второй задаче Хилла:

1. Прямолинейное движение  $\alpha = 0, H = 0.$
2. Параболический тип движения  $\alpha > 0, H = 0.$
3. Эллиптический тип движения  $\alpha > 0, H < 0.$
4. Гиперболический тип движения  $\alpha > 0, H > 0.$
5. Круговой тип движения  $\alpha > 0, H < 0, e = 0.$

где  $e$  – эксцентриситет орбиты пассивно гравитирующего тела.

В случае гиперболического типа движения имеем  $\alpha > 0, H > 0$ , поэтому (2) перепишем без изменения.

$$dv = \frac{wdw}{\sqrt{\alpha + Hw^2 + 2w^3 - w^4}}$$

$$\frac{dt}{dv} = \frac{c^3}{\bar{\mu}^2} \cdot \frac{1}{w^2}.$$

Подкоренной полином имеет четыре корня. Пользуясь теоремой и расширенной теоремой Декарта находим, что полином имеет один положительный и один отрицательный корень. На долю комплексных кор-

ней остается два корня. Обозначив положительный корень через  $\alpha_1$ , а отрицательный через  $\alpha_2$  и комплексно сопряженные через  $\alpha_3 = b_1 + c_1 i$ ,  $\alpha_4 = b_1 - c_1 i$  приходим к ситуации, которых у нас складывалось в случае параболического движения [3].

В реальных движениях  $G_4(w) > 0$ , поэтому имеем два интервала которые составляют область возможности движения:

А: интервал  $\alpha_1 < w$ .

В: интервал  $\alpha_2 < w < \alpha_1$ .

Рассмотрим далее первый интервал т.е. А, здесь уместно оставить обозначения без изменения, тогда в интервале  $\alpha_1 < w$  полярные координаты пассивно гравитирующего тела в случае А гиперболического типа движения определяется выражениями

$$v = (v_{00} + kv_{01} + k^2v_{02})u + k^2v_{12} \sin \frac{\pi}{\kappa} u + Rv_{21} \sin \frac{\pi}{2\kappa} u + k^2v_{42} \sin \frac{3\pi}{\kappa} u + k^2v_{52} \sin \frac{3\pi}{2\kappa} u + k^2v_{62} \sin \frac{5\pi}{\kappa} u + k^2v_{72} \sin \frac{7\pi}{2\kappa} u + k^2v_{82} \sin \frac{9\pi}{2\kappa} u + \dots \quad (3)$$

$$\rho = (e_{00} + k^2e_{02}) + (k^2e_{12} + k^3e_{13}) \cos \frac{\pi}{\kappa} u + (ke_{21} + k^3e_{23}) \cos \frac{\pi}{2\kappa} u + k^3e_{33} \cos \frac{2\pi}{\kappa} u + k^2e_{42} \cos \frac{3\pi}{\kappa} u + (k^2e_{52} + k^3e_{53}) \cos \frac{3\pi}{2\kappa} u + (k^2e_{62} + k^3e_{63}) \cos \frac{5\pi}{\kappa} u + k^3e_{73} \cos \frac{5\pi}{2\kappa} u + (k^2e_{82} + k^3e_{83}) \cos \frac{7\pi}{2\kappa} u + (k^2e_{112} + k^3e_{113}) \cos \frac{9\pi}{2\kappa} k^3e_{123} \cos \frac{4\pi}{\kappa} u + \dots \quad (4)$$

$$u = \alpha_0 t + (k^2T_{12} + k^3T_{13}) \sin \beta_0 t + (kT_{21} + k^2T_{22} + k^3T_{23}) \sin \frac{1}{2} \beta_0 t + (k^2T_{32} + k^3T_{33}) \sin 2\beta_0 t + (k^2T_{42} + k^3T_{43}) \sin 3\beta_0 t + (k^2T_{52} + k^3T_{53}) \sin \frac{3}{2} \beta_0 t + (k^2T_{62} + k^3T_{63}) \sin 5\beta_0 t + k^3T_{73} \sin \frac{5}{2} \beta_0 t + (k^2T_{82} + k^3T_{83}) \sin \frac{7}{2} \beta_0 t + k^3T_{93} \sin \frac{11}{2} \beta_0 t + (k^2T_{102} + k^3T_{103}) \sin \frac{9}{2} \beta_0 t + k^2T_{112} \sin 4\beta_0 t + \dots \quad (5)$$

а в случае В на интервале  $\alpha_2 < w < \alpha_1$  выражениями:

$$v = (v_{00} + k^2v_{02})u + ku_{11} \sin \frac{\pi}{2\kappa} u + k^2v_{32} \sin \frac{\pi}{\kappa} u$$

$$\rho = \rho_{00} + k^2\rho_{02} + k\rho_{11} \cos \frac{\pi}{2\kappa} u + k^2\rho_{32} \cos \frac{\pi}{\kappa} u$$

$$u = \alpha_0 t + kT_{01} \sin \beta_1 t + k^2T_{22} \sin \beta_1 t$$

Здесь следует иметь в виду, что корни  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  будут совершенно другими, чем при параболическом типе движения пассивно гравитирующего тела. В это можно убедиться определив методами алгебры границы этих корней в об их движениях.

Полученные решения пригодны и в случае малого наклона орбиты к основной плоскости. Кроме этого решения в позиционных координатах не имеют вековых членов. Используя (3) и (5) можно решить пространственную вторую задачу Хилла в случае малого наклона орбиты к основной плоскости.

Таким образом для плоской задачи Хилла найдены полярные координаты пассивно гравитирующего тела в случае гипер-

болического типа движения на интегралах  $\alpha_1 < w, \alpha_2 < \omega < \alpha_1$ , как явные функции времени.

Полученные решения представляют собой новую плоскую промежуточную орбиту ИЗС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шинибаев Н.Д., Досыбеков С.К. Классификация типов движений во второй промежуточной орбите Хилла. // Поиск. Научный журнал министерства науки и высшего образования. – 1999. – № 3. – С. 145–150.

2. Абалакин В.К., Аксенов Е.П., Гребеников Е.А., Демин В.Г., Рябов Ю.А. Справочное руководства по небесной механике и астродинамике. Глав.ред. физ. – мат. лит. – М.: Наука, 1976. – 864 с.

3. Жапбаров С.А., Жумабекова С., Карибай Г.Ж., Колбаев Б.Р. Параболический тип движения пассивно гравитирующего тела во второй плоской задаче Хилла. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 3.

УДК 53

## ДВИЖЕНИЕ МАЛОГО ТЕЛА ПО ЭЛЛИПСУ В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ХИЛЛА

**Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Садыков Ж.А., Аман М.,  
Карибай Г., Мақанова Г.С.**

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Шымкент,  
e-mail: myrza1964@mail.ru*

В статье для пассивно гравитирующего тела совершающего движение в поле тяготения центрального и внешнего тела записаны дифференциальные уравнения движения и найдены первые интегралы. Найденные решения можно использовать в качестве промежуточной орбиты.

**Ключевые слова:** тело, движение, поле тяготения

## THE SMALL MOVEMENT OF A BODY IN AN ELLIPSE IN THE GRAVITATIONAL FIELD OF THE HILL

**Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Sadykov Z.A., Aman M.,  
Karibaj G., Maqanova G.S.**

*South Kazakhstan state University M.O. Auezov, Shymkent, e-mail: myrza1964@mail.ru*

In an article for passively gravitating body executes the motion in the gravitational field of the Central and exterior body recorded differential equations of motion and found the first integrals. The solutions found can be used as an intermediate orbit.

**Keywords:** body, movement, field tyagotenia

Пусть малое тело массы  $m_0$  движется в поле тяготения центрального тела массы  $m_1$  и внешнего тела массы  $m_2$ . Здесь  $m_1 > m_2 \gg m_0$  и внешнего тело движется относительно центрального тела по окружности, тогда силовая функция плоской второй задачи Хилла имеет вид:

$$u = \frac{\bar{\mu}}{\rho} + \frac{1}{2} 9\rho^2 \quad (1)$$

где  $\bar{\mu} = f(m_1 + m_2)$  – гравитационная постоянная,  $v$  – постоянный параметр,  $x, y$  – координаты малого тела,  $\rho^2 = x^2 + y^2$ .

Силовая функция (1) учитывает поле тяготения шарообразного центрального тела и некоторую часть поля тяготения внешнего тела.

Выполнив замену переменных с учетом (1) дифференциальные уравнения движения малого тела можно записать в следующем виде:

$$dv = \frac{wdw}{\sqrt{\alpha + Hw^2 + 2w^3 - w^4}}, \quad \frac{dt}{dv} = \frac{c^3}{\bar{\mu}^2} \cdot \frac{1}{w} \quad (2)$$

где  $w = \frac{c^2}{\rho} \cdot \frac{1}{\bar{\mu}}$ ,  $H = \frac{2hc^2}{\bar{\mu}^2}$ ,  $\alpha = \frac{vc^6}{\bar{\mu}^4}$ ,

$c$  – постоянная интеграла площадей,

$h$  – постоянная интеграла энергий.

В работе [2] выполнена классификация типов движения:

1. Прямолинейное движение  $\alpha = 0$ ,  $H = 0, c = 0$ ;
2. Параболический тип движения  $\alpha > 0$ ,  $H = 0$ ;
3. Эллиптический тип движения  $\alpha > 0$ ,  $H < 0$ ;
4. Гиперболический тип движения  $\alpha > 0$ ,  $H > 0$ ;
5. Круговой тип движения  $\alpha > 0$ ,  $H < 0$ ,  $e = 0$ ;

где  $e$  – эксцентриситет орбиты пассивно гравитирующего тела.

Рассматриваем эллиптический тип движения с привлечением эллиптических функций Якоби.

В случае эллиптического типа движения имеем  $\alpha > 0$ ,  $H < 0$ , поэтому дифференциальное уравнение (2) имеет вид:

$$dv = \frac{wdw}{\sqrt{\alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4}} \quad (3)$$

$$\frac{dt}{dv} = \frac{c^3}{\bar{\mu}^2} \cdot \frac{1}{w^2}. \quad (4)$$

По теореме Декарта подкоренной полином  $G_4(w) = \alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4$  имеет три положительных корня  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  и один отрицательный. Полином положителен в двух интервалах: А.  $\alpha_4 < w < \alpha_3$  и В.  $\alpha_2 < w < \alpha_1$ .

Интегрирование дифференциальных уравнений (3) и (4) было выполнено в статье [3]. Пользуясь этой методикой полярные координаты малого тела.

Интервал А ( $\alpha_4 < w < \alpha_3$ )

$$v = (v_{00} + k^2 v_{02} + k^4 v_{04})u + (k^2 v_{12} + k^4 v_{14}) \sin \frac{\pi}{\kappa} u + k^4 v_{24} \sin \frac{2\pi}{\kappa} u + \dots \quad (5)$$

$$S = (S_{00} + k^2 S_{02} + k^4 S_{04}) + (k^2 S_{12} + k^4 S_{14}) \cos \frac{\pi}{\kappa} u + k^4 S_{24} \cos \frac{2\pi}{\kappa} u + \dots \quad (6)$$

$$u = (u_{00} + k^2 u_{02} + k^4 u_{04})t + (k^2 u_{12} + k^4 u_{14}) \sin \frac{\pi}{\kappa} t + k^4 u_{24} \sin \frac{2\pi}{\kappa} t + \dots \quad (7)$$

Все коэффициенты (5)–(7) определены в виде формул от корней полинома  $G_4(w) = \alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4$  и для краткости не будем их приводить.

Интервал В ( $\alpha_2 < w < \alpha_1$ ).

Полярный угол и полярный радиус записаны точно такими же формулами, как и на интервале А, лишь с той разницей, что коэффициенты определены другими выражениями от корней полинома  $G_4(w) = \alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4$ .

Из выражений (5–7) видно, что полярный радиус не содержит вековых членов, а полярный угол пропорционален времени. Но прямоугольные координаты

$$x = S \cos v, \quad y = S \sin v$$

вековых членов не имеют, следовательно результаты приемлемы на достаточно боль-

шом промежутке времени сопоставимы с соответствующими интервалами А и В.

Найденные решения можно использовать в качестве промежуточной орбиты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шинибаев М.Д. Поступательное движение пассивно гравитирующего тела в центральном и нецентральных поле тяготения. – Алматы, РИО ВАК, 2001. – 127 с.
2. Шинибаев М.Д., Досыбеков С.К. Классификация типов движения во второй промежуточной орбите Хилла. // Поиск. Научный журнал министерства науки и высшего образования. – 1999. – № 3. – С. 147–150.
3. Жапбаров С.А., Шинибаев М.Д. Движение пассивно гравитирующего тела в поле тяготения Хилла в случае малого наклона орбиты к основной плоскости на интервале  $\alpha_1 < w$  // Актуальные проблемы механики машиностроения. Международная научная конференция. КазНТУ им. К. Сатпаева. – Алматы, 2005. – С. 14–17.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1970. – 720с.
5. Аксенов Е.П. Специальные функции в небесной механике. – М.: 1986. – 318 с.

УДК 53

## О ДВИЖЕНИИ ПАССИВНО ГРАВИТИРУЮЩИХ ТЕЛ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ МАСС В НЕЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ

**Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Жайлаубаев Н.М.,  
Джамбулова Д.Т., Туркестанбаева Г.**

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Шымкент,  
e-mail: myrza1964@mail.ru*

В статье проведен анализ динамики движения пассивно гравитирующего тела в нецентральной поле тяготения и указан возможный путь решения этой проблемы.

**Ключевые слова:** гравитирующее тело, переменная масса, поле тяготения

## ON MOTION OF A PASSIVELY GRAVITATING BODIES OF VARIABLE MASS IN A NONCENTRAL GRAVITY FIELD

**Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Zhajlaubaev N.M.,  
Dzhambulova D.T., Turkestanbaeva G.**

*South Kazakhstan state University M.O. Auezov, Shymkent, e-mail: myrza1964@mail.ru*

In the article the analysis of the dynamics of the motion of a passively gravitating body in a noncentral gravity field and reflects a possible way to solve this problem.

**Keywords:** gravitating body of variable mass, the gravitational field

Известно, что малое тело помещенное в нецентральной поле тяготения совершает поступательно-вращательное движение относительно центрального тела. Дифференциальные уравнения проблемы не могут быть решены в замкнутой форме в квадратурах, поэтому применяются различные приближенные способы интегрирования систем дифференциальных уравнений поступательно-вращательного движения малого тела. В целом малое тело представляет собой упругое тело постоянной или переменной массы, которое притягивается центральным и внешним телом, но не притягивает их. Такое тело называется пассивно гравитирующим телом.

В модельных задачах теоретической механики поступательно-вращательное движение тела разбивают на поступательное движение совместно с центром масс и вращательное движение вокруг центра масс этого тела, затем каждое движение исследуется отдельно. Все спутники планет, по сути являются пассивно гравитирующими телами. Спутники, при выполнении программы полета используя запас топлива для двигателей и становятся телами переменной массы, которые совершают поступательное движение в нецентральной поле тяготения тел постоянных масс.

Таким образом, динамика поступательного движения пассивно гравитирующих тел в нецентральной поле тяготения, явля-

ется актуальной проблемой механики, решения которой в первом приближении дают возможность выполнить необходимые расчеты и служат основой для построения более точных теорий возмущенного движения искусственного спутника Земли.

Решения поставленной проблемы связано с построением, так называемых невозмущенных и промежуточных орбит. При исследовании движения пассивно гравитирующих тел в нецентральной поле тяготения пользуются промежуточным потенциалом тяготения, который уже в первом приближении учитывает основные наиболее значительные неравенства в движении этого тела. Обычно, когда имеют дело с телом постоянной массы, промежуточная орбита, которой соответствует промежуточный потенциал, более точна и ближе к истинной орбите тела, чем кеплеров эллипс. Все промежуточные орбиты выбираются так, чтобы полученные на их основе дифференциальные уравнения движения были интегрируемы в замкнутой форме в квадратурах.

Существующие промежуточные орбиты можно разделить условно на три типа:

1. Невозмущенные кеплеровские орбиты.
2. Полуаналитические промежуточные орбиты, зависящие от элементов кеплеровской орбиты.
3. Некеплеровские промежуточные орбиты.

Выбор кеплеровской орбиты выгоден, когда эксцентриситет и наклон исследуемой орбиты мал и промежуток времени движения невелик. В этом случае для вычисления возмущений можно использовать методы теории возмущенного движения естественных небесных тел.

К полуаналитическим промежуточным орбитам относятся орбиты модельных задач Т. Штерна, В. Гарфинкеля, К. Акснеса. Все эти задачи имеют промежуточные потенциалы, которые допускают интегрирование дифференциальных уравнений движения пассивно гравитирующего тела. Недостатки выше перечисленных промежуточных потенциалов заключаются в следующем. Они зависят не только от характеристик геопотенциала, но и от элементов кеплеровской орбиты.

К некеплеровским промежуточным орбитам относятся орбиты модельных задач Р. Баррара, М. Кислика и задачи двух неподвижных центров Е. Аксенова, Е. Гребеникова [1,2] и В. Демина [3]. Они обладают тремя замечательными свойствами:

1. Аппроксимирующие потенциалы допускают строгое интегрирование диффе-

ренциальных уравнений движения пассивно гравитирующего тела.

2. Аппроксимирующие потенциалы отличаются от геопотенциала членами порядка выше первого относительно сжатия Земли.

3. Аппроксимирующие потенциалы зависят только от характеристик геопотенциала и не содержат кеплеровские элементы.

Каждая промежуточная орбита третьего типа ближе к действительной орбите пассивно гравитирующего тела чем кеплеров эллипс, поэтому разработка новой промежуточной орбиты типа 3 является новым научным направлением в небесной механике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов Е.П. Теория движения искусственных спутников Земли. – М.: Наука, 1977.
2. Абалкин В.К., Аксенов Е.П., Гребеников Е.А., Демин В.Г., Рябов Ю.А. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. Глав. ред. физ. – мат. лит. – М.: Наука, 1976. – 864 с.
3. Демин В.Г. Движение искусственного спутника в нецентральной поле тяготения. Глав. ред. физ. – мат. лит. – М.: Наука, 1968. – 352 с.
4. Шинибаев М.Д. Динамика поступательного движения пассивно гравитирующих тел постоянной и переменной масс в центральном поле тяготения. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. д.ф. – м.н., 27 с., Бишкек, 2002.

УДК 371.01

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ МИКРОМИРА, ХАРАКТЕРНЫЕ ОТЛИЧИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Рахашев Б.К., <sup>2</sup>Абекова Ж.А., <sup>2</sup>Оралбаев А.Б., <sup>3</sup>Адинеева Ш.И.

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент,  
e-mail: abekova68@mail.ru;

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, Шымкент;

<sup>3</sup>Областная специализированная школа-интернат № 1 для детей с обучением на трех языках,  
Шымкент

Законы и уравнения квантовой механики и поведение частиц в микромире полностью отличаются от законов и уравнений классической механики, в микромире встречаются такие явления, которые не имеют аналогов в классической механике, например спин электрона, туннельный эффект и т.д. В микромире координата и импульс частицы определяются согласно неопределенности Гейзенберга, эти частицы проявляют свойства характерные и для волны, и для фотонов, энергия испускается и поглощается отдельными порциями, квантами.

**Ключевые слова:** неопределенность Гейзенберга, корпускулярно-волновой дуализм, групповая скорость, волновой пакет, волновая функция, уравнение Шредингера, вырождение энергетических уровней, микрочастица, модель атома водорода

## STUDYING OF LAWS OF THE MICROCOSM, CHARACTERISTIC DIFFERENCES AND FEATURES OF PHYSICAL PROCESSES OF MICROSCOPIC SYSTEMS

<sup>1</sup>Rakhashev B.K., <sup>2</sup>Abekova Z.A., <sup>2</sup>Oralbayev A.B., <sup>3</sup>Adineeva S.I.

<sup>1</sup>South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, e-mail: abekova68@mail.ru;

<sup>2</sup>South Kazakhstan State University by named M. Auyezov, Shymkent;

<sup>3</sup>Regional specialized boarding school № 1 for children with training in three languages, Shymkent

Laws and the equations of quantum mechanics and behavior of particles in a microcosm completely differ from laws and the equations of classical mechanics, in a microcosm such phenomena which have no analogs in classical mechanics, for example tunnel effect, etc. meet. In a microcosm the coordinate and an impulse of a particle are defined according to Heisenberg's uncertainty, these particles show properties characteristic for a wave, energy is let out and absorbed in the separate portions, in quanta.

**Keywords:** Heisenberg uncertainty principle, wave-particle duality, the group velocity of the wave packet wave function, the Schroedinger equation, the degeneracy of the energy levels, the microparticle, a model of the hydrogen atom

Известно, что законы классической механики, также как и законы любой другой области физики имеют свою определенную область применения, границу этой области, естественно классическая механика представляет собой частный случай более общей квантовой механики. С развитием квантовой механики в начале двадцатого века полностью все законы теплового излучения нашли свое теоретическое подтверждение. Именно квантовая механика возникшее в 1900 году объяснила спектр излучения абсолютно черного тела, законы теплового излучения (закон Стефана-Больцмана, закон Рэлея-Джинса, законы Кирхгофа, закон смещения Вина и т.д.), а современная физика опирается в основном на квантовую механику. При описании законов природы в микромире квантовая механика представляет ее волновой теорией вещества и обязательно включает в нее  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  Дж×с, постоянную Планка [1, 2].

По предположению Планка осциллятор излучает свет отдельными порциями с энергией  $E = hv$ . Именно на достижения и успехи квантовой механики опирается вся современная физика. В основе квантовой механики лежит соотношение де Бройля  $\lambda = \frac{h}{P}$ . Именно вот это соотношение показывает точную взаимосвязь корпускулярной и волновой природы микрочастицы. После соотношения де Бройля стало ясно, что двойственная природа присуща не только для света но и для любой микрочастицы.

Здесь нам хотелось бы отметить такое обстоятельство, что при изучении законов микромира в обязательном порядке нужно хорошо усвоить следующие принципиальные вопросы, которые сильно отличаются от законов классической механики:

1. Соотношение неопределенности Гейзенберга.

2. Корпускулярно-волновой дуализм.
3. Квантовая теория атома водорода.

Основной характерной особенностью микромира, тесно связанной с исследованиями законов природы микромира является принцип неопределенности Гейзенберга. Этот принцип утверждает, что имеются пары величин, характеризующие микроскопическую систему, которые не могут быть известны одновременно с бесконечной точностью. Например, рассмотрим, электрон. Его координата, и импульс определяются с некоторой точностью. Тогда для определения местоположения (координаты) и импульса микрочастицы существует следующее соотношение, которое называется соотношением неопределенности Гейзенберга:

$$\Delta x \cdot \Delta P = 2\pi\hbar,$$

где  $\hbar$  – постоянная Планка. Если оказывается, что местоположение известно с высокой точностью, то из принципа неопределенности следует, что мы ничего не знаем о значении импульса и наоборот. Такое же соотношение, получаем для энергии и времени, связанных с некоторым данным событием или состоянием:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar.$$

Принцип неопределенности является следствием того факта, что мы представляем частицу в виде волнового пакета, в котором бесконечно большое число  $N$  монохроматических волн, образующих пакет, имеет некоторый разброс по частоте. Частица находится где-то в области  $\Delta x$  внутри пакета и неточность определения импульса равна  $\Delta p$ .

Нужно отметить, что именно после развития квантовой механики это соотношение неопределенности Гейзенберга была блестяще доказана теоретическим путем в ходе рассмотрения волнового пакета [1, 3].

Эта неточность свойственна самой природе систем, которые мы рассматриваем, и является отражением того предела, которого достигли наши знания о микромире. Всегда следует помнить, что определение координаты, импульса и других характеристик микрочастицы производится непосредственно при помощи определенных конкретных приборов, а эти приборы сами состоят из этих микрочастиц, значит эта неопределенность уже заложена самой природой в этих приборах. Более точнее

определить координату и импульс микрочастицы невозможно, сама постоянная Планка – это тридцать четыре знака после запятой, показывает предел наших возможностей. Эта неточность не имеет ничего общего с какими бы то ни было техническими трудностями, возникающими в настоящее время при конструировании более точных измерительных приборов.

В данном случае непременно нужно отметить следующий очень существенный момент, который немного поясняет соотношение неопределенности Гейзенберга. Взаимодействие между микрочастицами и макроскопическими телами, разумеется, существенно отличается от взаимодействия макроскопических тел между собой. Именно, при взаимодействии между одним микроскопическим телом и другим, играющим роль прибора, всегда можно считать обратное воздействие прибора на тело как угодно малым или, хотя бы, точно учесть его. Поэтому говорят, что воздействие прибора не изменяет состояние макроскопического объекта.

Иначе дело обстоит при взаимодействии физических объектов разной природы – микрочастицы и макроскопического тела – прибора. Здесь принципиально невозможно считать воздействие на микрочастицу малым и несущественным. Вот этот существенный момент показывает, что воздействие прибора на электрон изменяет его состояние и при этом принципиально не может быть сделано малым. Поэтому мы получаем неопределенность значений координаты и импульса микрочастицы. Мы можем лишь найти вероятность того или иного значения этих величин.

Данная неопределенность координаты и импульса накладывает абсолютные ограничения на принципиально достижимую точность многих измерений [3, 4].

Теперь рассмотрим второй вопрос корпускулярно-волновой дуализм, который имеет не менее важное значение. Известно, что свет представляет собой двойственную природу, в одних явлениях она ведет себя как волна, в других явлениях она ведет себя как частица.

В квантовой механике частицу массой  $m$ , импульсом  $p$ , и полной энергией  $E$  представляют как волновой пакет. По аналогии с материальным объектом, микрочастицу можно представить в виде волн. Тот факт, что частица ассоциируется с волной, ставит

вопрос о том, как поступить со свойством занимать в определенный момент определенное место в пространстве. Система волн, суперпозиция которых дает огибающую, оно распространяется со скоростью, отличной от скорости составляющих волн. Эту огибающую волн, которая рассматривается как материальная частица, называют волновым пакетом (или группой волн). Здесь следует отметить, что скорость частицы будет равна в точности групповой скорости волн де Бройля. В принципе групповая скорость фотонов будет равна скорости самого фотона [4].

$$v_{gp} = \frac{dE}{dP}, \quad v = c$$

Вот здесь естественно возникает вопрос: «С чем мы имеем дело, может эта частица с определенной массой, импульсом и энергией, или же это волна с определенной амплитудой, частотой и длиной волны?» Очевиден ответ: частица – волна обладает двойственной природой. В квантовой механике электрон рассматривается – как микрочастица, со свойственными специфическими свойствами, иногда она проявляет свои волновые характеристики, иногда она проявляет свои корпускулярные свойства. Как проявит данная частица свою волновую или корпускулярную природу, это зависит от способов наблюдения и от постановки задачи при проведении эксперимента. Проблема двойственности возникает во многом из-за слишком упрощенного характера наших математических расчетов. С применением более сложной квантовой теории поля эта проблема в значительной мере теряет свою значимость. [4].

Теперь попытаемся разобраться с квантовой теорией атома водорода. Здесь следует отметить, что развитие квантовой механики в начале двадцатого века на самом деле происходило лишь благодаря огромным титаническим усилиям многих крупнейших теоретиков и экспериментаторов того времени, это невероятно сложная теория современной физики и физики микромира. Мы не будем перечислять имена крупных ученых физиков того периода, но отметим что это был огромный колоссальный труд физиков двадцатого века [1, 2].

Теория Бора, хотя она имеет свои недостатки и преимущества, сыграла свою огромную роль в развитие начала квантовой механики, без этой теории трудно представить дальнейшее развитие физики микромира. Эта теория, отличавшаяся смелостью и простотой, дала ответы на многие вопросы, волновавшие физиков-экспериментаторов того времени. Однако, как оказалось, несмотря на первоначальный успех, эта теория не смогла удовлетворительно разрешить целый ряд проблем:

1. Почему переходы осуществляются именно между данными энергетическими уровнями, а не между какими-либо другими?

2. Почему электроны не излучают электромагнитную энергию и не падают по спирали на ядро ?

3. Какова природа спектров более сложных атомов, в частности гелия или лития ?

Теория Э. Шредингера, использовавшего понятия квантовой механики и волновых функций, была как бы завершающим шагом в создании теории строения атома, развитие тех идей, которые впервые высказал Н. Бор. Атом водорода с его самой простой внутренней структурой представляет собой очень хороший объект для первоначального применения теории Шредингера. Успешные результаты, полученные при исследовании структуры спектра водорода, являются первыми большими достижениями квантовой механики. Не вдаваясь в сложные математические выкладки можно сказать, что теория Шредингера смогла решить задачи микромира, получить результаты, которые нельзя получить на основе теории Бора [3–4].

Квантовая механика позволила, в частности, решить проблему, связанную с вырождением энергетических уровней, а также уточнить атомную модель, приведя ее в лучшее соответствие со свойствами атомов, существующих в природе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: Физматлит, 2012. – 121 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2004. – С. 185–191.
3. Аюста В., Кован К., Грем Б. Основы современной физики. – М.: Просвещение, 2001. – С. 195–199.
4. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. – М.: Физматлит, 2002. – С. 251–255.

УДК 622.7

## ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Портнов В.С., Петров С.Н., Талерчик М.П.

*Казахандинский государственный технический университет, Караганда,  
e-mail: winner591s@mail.ru*

На основе анализа геологического строения условий залегания петрофизических характеристик продуктивных горизонтов нефтегазовых месторождений Прикаспийской впадины предложена классификация этих месторождений по типу коллекторов и положению залежей относительно солянокупольных структур. Разработаны таблицы сравнительных характеристик месторождений, разбитых на две группы по литологическому составу. Установлено, что надсолевой литологический комплекс сложен, в основном, терригенными отложениями, включающими песчано-глинистые породы с редким присутствием карбонатных пород верхней юры – верхнего мела. В пределах верхнепермского и триасового надсолевых комплексов наибольшей пористостью и проницаемостью обладают песчаные средней юры и мела, с которыми связана основная промышленная нефтегазоносность надсолевого комплекса. Большая распространенность углеводородного сырья связана с позднепалеозойским комплексом, в основном, карбонатных пород ранней нормы девона и карбоната. Характерной особенностью надсолевых газоконденсатных и нефтяных залежей является высокое содержание в них свободного и растворенного сероводорода. Принципом классификации месторождений по генетическим признакам формирования литологическому составу коллекторов, типу залежей может быть использован при прогнозировании других нефтегазовых залежей Прикаспийской впадины.

**Ключевые слова:** терригенные, карбонатные, надсолевые, подсолевые, грабены, ловушки, брахиантиклинальные

## CHARACTERISTICS OF OIL AND GAS FIELDS OF THE CASPIAN DEPRESSION

Portnov V.S., Petrov S.N., Talerchik M.P.

*Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: winner591s@mail.ru*

Having analyzed a geological structure of conditions of occurrence of petrophysical characteristics of productive horizons of Caspian Depression's oil and gas fields, we proposed classification of these fields by type of collectors and position of field relative to salt-dome structures. There are developed the tables of comparative characteristics of deposits divided into two groups according to lithological composition. It was found that the suprasalt lithological complex is formed mainly of terrigenous deposits, including sand and clay rocks with rare carbonate rocks of the Upper Jurassic – Upper Cretaceous. Within the Upper Permian and Triassic suprasalt complexes, sandy Middle Jurassic and Cretaceous complexes are of the highest porosity and permeability, which produce the major share of industrial oil and gas. High abundance of crude hydrocarbons is associated with Late Paleozoic complex of mainly calcareous rocks of early standards of Devonian and carbonate. A characteristic feature of suprasalt gas condensate and oil deposits is high content of free and dissolved hydrogen sulfide. The fields are classified by genetic traits of formation, lithological composition of collectors, and type of deposits. It can be used to predict other oil and gas deposits of the Caspian depression.

**Keywords:** terrigenous, carbonate, suprasalt, subsalt, graben, separator, brachianticlinal

Прикаспийская впадина (прикаспийская нефтегазоносная провинция НГП), включает в себя нефтегазоносные месторождения с весьма разнообразными петрофизическими характеристиками. На основе анализа которых разработаем таблицы сравнительных характеристик месторождений, разбитых на два типа по литологическому составу: карбонатные и терригенные. Так же на основе данного анализа рассмотренно геологическое строение условий залегания петрофизических характеристик продуктивных горизонтов нефтегазоносных месторождений Прикаспийской впадины, с предложением классификации данных месторождений по типу коллекторов и положению залежей относительно солянокупольных структур.

Распространение углеводородного сырья в Прикаспийской впадине связано

с позднепалеозойским комплексом, в основном, с карбонатными породами девонского и каменноугольного возрастов. Прикаспийская впадина имеет суммарную мощность осадочных отложений в ее центральной части 20–22 км. В пермское, в основном, в кунгурское время, накоплена мощная до 7–9 км толща соленосных отложений, что привело к интенсивному развитию соляной тектоники и образованию соляных куполов в последующие эпохи. Изучение структуры соленосной толщи важно для познания геологического строения впадины и решения задач, связанных с поисковыми работами и добычей нефти и газа. Нефтегазовыми породами-коллекторами в надсолевом разрезе являются терригенные (песчано-алевритовые) породы с хорошими коллекторскими свойствами. Над-

солевой структурный этаж имеет свыше 1300 солянокупольных поднятий, каждое из которых является потенциальной ловушкой и нефти и газа. В надсолевом комплексе основная нефтегазоносность связана с триасовыми, юрскими и нижнемеловыми отложениями. Структурные ловушки надсолевых залежей углеводородов сформированы солянокупольной тектоникой. На многих куполах впадины выделяются центральные (осевые) своды соли, ограниченные, так называемыми, первыми уступами, амплитуды которых измеряются первыми сотнями метров. Далее соль выполаживается, а затем круто погружается в глубокие межкупольные мульды. Амплитуды вторых уступов измеряются километрами. Нефтяные залежи не часто формируются непосредственно над центральными сводами поднятий соли, так как в надсолевых отложениях обычно образуются грабены, разрушающие слои-покрышки [1].

Однако известны надсводовые залежи месторождений (рисунок) Шубаркудуук, Орыкказган, Восточный Молдабек, Кенкияк, в которых над глубокопогруженными, мало-амплитудными поднятиями соли разрывная тектоника развита слабо, что способствует сохранению залежей нефти. К таким месторождениям относятся: Прорва Центральная и Восточная, Боранколь, Актобе, Королевская и др. Наиболее распространены месторождения, приуроченные к крыльям солянокупольных структур, где залежи экранируются сбросами: Акжар, Каратобе Южное, Макат и др. (рисунок), или первыми уступами соли: Мунайлы, Кульсары.

Антиклинальные складки иногда образуются над соляными карнизами. В таких условиях сформировалось крупное месторождение Котыртас Северный, Чингиз. Роль надежного экрана нефтяных структур может играть второй крутой уступ соли. Однако залежей нефти в подобных условиях выявлено мало (Кенкияк, Доссор). Имеются перспективы наращивания запасов надсолевой нефти с ловушками под соляными карнизами (рисунок). Такие месторождения известны лишь на нескольких куполах (Новобогатинское, Доссор Юго-Западный, Каратобе Южное). Изучение структуры кровли соли позволяет выявлять и определять форму соляных куполов, детально изучать их

строение, оконтуривать и трассировать сводовые части кровли и крутые уступы соли, определять их амплитуды, выявлять соляные карнизы, проследить разрывные нарушения надсолевых отложений, обусловленные соляной тектоникой. Для этих целей используется гравиразведка и сейсморазведка, так как соль обладает пониженной плотностью и повышенной скоростью распространения упругих колебаний. Наиболее сложным этапом геофизических работ является интерпретация полей из-за сложной морфологии соляных тел, изменчивостью петрофизического разреза и сложностью геологических задач [3].

Большинство солянокупольных поднятий имеет форму куполовидных поднятий и брахиантиклиналей. Как правило, в своде они имеют центральный грабен, имеющий простирание синхронное простиранию соляного ядра. Центральный грабен ограничен с обеих сторон основными разрывными нарушениями-сбросами, радиально к которым под разными углами примыкают второстепенные разрывы, разделяющие отдельные крылья на более мелкие поля и блоки [4].

Ведущим типом залежей солянокупольных поднятий является пластовая тектонически экранированная залежь, ограниченная в своей головной (приграбеновой) части основным тектоническим нарушением центрального грабена (Сагиз). Значительно меньшее распространение имеют пластовые сводовые, стратиграфически и литологически экранированные склоном соляного ядра залежи (Шубаркудук, Кокжеде). В триасовых отложениях выявлены подкарнизные залежи (пластовые экранированные солью карниза) (Каратобе Южное) (табл. 1).

Надсолевой литологический комплекс сложен в основном терригенными песчано-глинистыми отложениями с подчиненным присутствием карбонатных пород в верхней юре и верхнем мелу. В надсолевых отложениях открыто несколько десятков, в основном, нефтяных месторождений, в меньшем количестве – газонефтяных и газовых (Каратобе Южное, Шубаркудук, Кокжеде, Копа, Сагиз) (табл. 1).

Нефть (в%) Каратобе Южное – легкая, мелкосернистая (0,32), парафинистая (5,4), высокомаслянистая (18,28). Нефть

месторождения Шубартубек содержит серу (0,6), парафин (1,5), смолы и асфальтиты (53,1). На месторождении Кокжеде нефть тяжелее, сернистые (0,25–1,9) и парафинистые (0,6–2,43). Нефть юрских и меловых отложений месторождения Копа малосернистая, смолистые (8,75) и парафинистые (3,14). Нефтегазоносное месторождение Сагиз имеет довольно разнообразный состав попутного газа: метана (74,5–91,4%), этана (7,2–15,7%), пропана (0,04–0,3%), изобутана (0,04–0,3%), н-бутана (0,04–0,3%), азота и редких (0,016–0,043%), углекислого газа (0,3–0,88%). Нефть малопарафинистая (0,33–1,1%), малосмолистая (10,2%) с содержанием серы 0,09–2,2%.

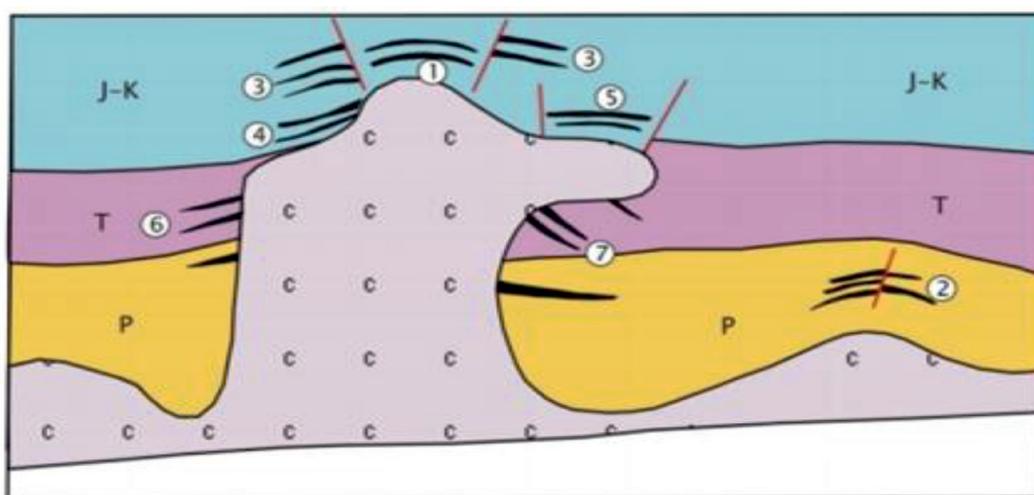
К важнейшим особенностям нефтегазоносными комплексами надсолевого этажа относится также отсутствие в нем региональных и контроль нефтегазоносности зональных и локальных покрышек, представленных в основном глинистыми породами. В пределах надсолевого мегакомплекса юго-восточной части Прикаспийской впадины в основном выделяются верхнепермско-триасовой и юрско-меловой нефтегазоносные комплексы. Триасовые и верхнепермские коллекторы обладают удовлетворительными емкостными и фильтрационными свойствами [5].

В верхнепермско-триасовом комплексе открыты месторождения Копа, Макат, Сагиз, Кулсары и др. Самые высокоемкие

и высокопроницаемые коллекторы – это песчаные пласты средней юры и мела. С юрско-меловым комплексом связана основная промышленная нефтегазоносность надсолевого комплекса. Так же в надсолевых толщах вскрыты месторождение Кокжеде (нижнетриасовых отложений и средней юры). Пористость коллекторов нефтегазонасыщенного комплекса составляет от 13 до 32,7%.

Промышленная нефтегазоносностью в верхнепермских, а также верхнемеловых и палеогеновых отложениях месторождений Кенкияк и Каратюбе с миграцией нефти из нижележащих регионально нефтегазоносных комплексов.

Месторождения, расположенные севернее реки Эмбы (Дос-сор, Макат, Сагыз, Байчунас, Кошкар и др.), содержат масляные нефти [1]. Они бессернистые, имеют низкое содержание парафина, смол, почти не содержат бензиновой фракции, но отличаются высоким содержанием высококачественных смазочных масел (особенно нижнемеловые). Основным типом месторождений надсолевого этажа являются месторождения солянокупольных поднятий, сложно построенные и разбитые многочисленными разрывными тектоническими нарушениями (сбросами) на отдельные крылья, поля и блоки, распределение нефтегазоносности в пределах которых также чрезвычайно сложное (Каратюбе Южное, Шубаркудук, Кокжеде, Копа, Сагиз) (табл. 1).



Типы залежей УВ в надсолевых отложениях: 1) Надсолевой, 2) Надсолевые на глубокопогруженных куполах, 3) Экранируемые сбросом центрального грабена, 4) Экранируемые склоном соли (первый уступ), 5) Надкарнизные., 6) Контролируемые вторым уступом соли Доссор, 7) Подкарнизные

Таблица 1

Характеристика месторождений нефти и газа терригенных отложений  
Восточной, Юго-Восточной части Прикаспийской впадины  
(Астрахань-Актюбинская и Южно-Эмбенская области)

Геологическая х-ка	Каратобе Южное	Шубаркудук	Кокжеде	
1	2	3	4	
Условия осадконакопления (У)	Антиклинальная складка ограниченная соленым массивом	Две бранхиактиклинальные складки, разделенные субширотным нарушением	Бранхиантиклинальная складка субширотного простирания	
Возраст отложений (В)	Казанский ярус верхней перми (P <sub>1-2</sub> )	Пермо-триас	Нижнетриасовые отложения (Т <sub>1</sub> ) и средняя Юра (Ю <sub>2</sub> )	
Тип залежи (ТЗ)	Пластовая, экранированная крутым склоном соли	Пластовая сводная, с литологическим экранированием	Пластовая сводная (две терригенные толщи)	
			Т <sub>1</sub> ; Т <sub>2</sub> ; Т <sub>3</sub>	Ю <sub>2</sub> ; Ю <sub>3</sub>
Глубина залегания (Н, м)	2400(скв63)-3010(скв69) отметка ВНК 2739 м	375	450-580	300-375
Состав пород (С)	Песчаники, аргелиты, глины	Слабо-цементированные песчаники, мелкозернистые	Песчаники мелкозернистые, глины	Песчаники мелко-, среднезернистые, глины
Типы и классы коллекторов (ТК)	Поровый (1-2 классы), реже кавернозный	Поровый (1 класс), сложно каверновопоровые	Поровый (2-4 класс), каверно-трещеноватый	Поровый (1-3 класс), порово-каверноватый
K <sub>n</sub>	0.67	0.7	0.7	0.8
K <sub>n</sub> , %	17.8	17-27	13-18	17-32
h <sub>2</sub> , м	17.5-39.9	5.8	6-18.7	+ 6-27
P <sub>из</sub> , МПа	31	3.5	3.46-5.98	1.9-2.87
ρ, кг/м <sup>3</sup>	852	910	843 (Т <sub>3</sub> ) 890-919 (Т <sub>32</sub> , Т <sub>2</sub> )	884-950

Окончание табл. 1

5	6		
Копа	Сагиз		
Соленосные образования кунгурского яруса нижней перми	Трехкрылая солянокупольная структура		
Пермо-триас, нижней и средней юры, нижнего мела и неогена	В нижнемеловой продуктивной части выделяют горизонты Ал-I (среднеальбский), А- II и А-III (апатские), Н-IV, Н-V (неокомские), в средней юре (Ю-VI Ю-VII, Ю-VIII, Ю-IX) и в пермо-триасе (ПТ-I, ПТ-II, ПТ-III)		
Пластовая сводная, с элементами стратиграфического и тектонического экранирования	Ал-I, А-II и А-III, Н-IV, Н-V	Ю-VI Ю-VII, Ю-VIII, Ю-IX	ПТ-I, ПТ-II, ПТ-III
	31-422	131-748	174-1083
192-659	ВНК проводится на отметках - 87-1266 м		
Разнозернистые пески и песчаники	Песчаники мелкозернистые, среднезернистые, глины		
Поровый (1-2 классы), реже кавернозный	Поровый (1-3 класс), порово-каверноватый		
0.58-0.68	0.56-0.7		
21-28	20-30		
5.4-86	2.4-11.3	2,25-18	9.35-15.1
1.9-7.2	0.9-7.0		
23-36	13-45		
868	795-897.2		

Таблица 2  
Характеристика месторождений нефти и газа карбонатных отложений Прикаспийской впадины

	Карашыганак	Жанажол	
1	2	3	
У	Рифовый массив	Мелководный шельф	
В	Раннепермский каменноугольный (P <sub>1</sub> -C)	Каменноугольный (C)	
ТЗ	Массивная	Пластово-массивная, нефтегазоконденсатная (две карбонатные толщи)	
H, м	3750–5360 (ВНК-4950 м, ГНК-5150 м)	2568 (скв. 19) – 3264 (скв. 62) ГНК (2560 м), ВНК (2663–2650 м)	3096 (скв. 62) – 4511 (скв. 3)
С	Известняки, доломиты	Известняки, доломиты	Известняки
ПП	Перекристаллизация, доломитизация, выщелачивание	Выщелачивание, доломитизация, кальцитизация	Кальцитизация
ТК	Поровый (3–4 классы), каверново-поровый, трещинный, порово-каверново-трещинный	Каверново-поровый, поровый (1–2 классы), каверново-трещинный, трещенный	Поровый 5–6 классы, сложный порово-трещинный
K <sub>и</sub>	0.92	0.80–0.87	0.82–0.89
K <sub>п</sub>	0.90 ( ), 0.89 (C)	0.79–0.82	0.78–0.83
K <sub>и</sub> , %	6(газоконденсатной части) – 7 (нефтяной)	11–14	9.5–12.6
ПР	Линзовидный, пятнистый	Выдержанный пластовый	
h <sub>эм</sub> , м	200 газонасыщенные, 45.7 нефтенасыщенные	7.4-18 (нефтенасыщенные), 11-26 (газонасыщенные)	7.7–54 (нефтенасыщенные), 29.1–52.5 (газонасыщенные)
P, МПа	53.8 (P <sub>1</sub> ), 56.7 (C)	28.7–29.64	37.5–39.6
t, °C	67–89	57–62	77–81
ρ, кг/м <sup>3</sup>	861–830	833–836	884–950

Окончание табл. 2	
4	5
Кенкияк	Тенгиз
Мелководный шельф	Рифовый массив
Раннепермский среднекаменноугольный (P <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> )	Каменноугольный-девонский (C <sub>1</sub> -D <sub>3</sub> )
Массивная нефтяная залежь	Массивная нефтяная залежь, наличие аномально высокого пластового давления
3800–4800	3867–5415 (ВНК-условно принят 5415)
Переслаивание песчаников и алевролитов	Известняки биогермные, биоморфные, органогенно-обломочные, фораминиферово-водорослевые
Кальцитизация средняя, перекристаллизация	Перекристаллизации, доломитизация, выщелачивания
Поровый, сложно порово-трещинный, трещинный	Поровый, трещинный, порово-трещинный, порово-каверново-трещинный
0.7–0.8	0.82
14–30.8	до 24
Пластовый, невыдержанный	Линзовидный
Суммарный продуктивный этаж охватывает 160–4300	–
2–4	84.24
23	105
876–909	789
Нефть: серы (0,43–0,81), пара-финов (0,37–2,97), смол (6,2–11,4)	Нефть сернистая (0,7), парафинистая (3,69), малосмолистая (1,14), содержит (0,13) асфальтенов

К карбонатным отложениям подсолевого комплекса приурочены крупнейшие месторождения нефти и газа – Тенгиз, Карашыганак, Астраханское и др. Характерной особенностью подсолевых газоконденсатных и нефтяных залежей является высокое содержание в них свободного и растворенного (попутного) сероводорода (от 1 до 24%), что усложняет их разработку (Тенгиз, Карашыганак, Жанажол), который является химическим сырьем для получения серы. В подсолевых отложениях Прикаспийской провинции величина начального пластового давления колеблется от 29 до 84 Мпа. Изменения в области температур залежей достигает 105 °С (Тенгиз). Характерной особенностью подсолевого этажа провинции является наличие в нём обширного карбонатного массива. Нефтегазовмещающими коллекторами в подсолевом разрезе, чаще всего, служат карбонатные образования и, в первую очередь, органогенные известняки (Тенгиз, Жанажол, Карашыганак) (табл. 2) [2].

В подсолевых отложениях месторождений залежи контролируются высокоамплитудными куполовидными и брахиантуклинальными поднятиями (Жанажол), а также тектоно-седиментационными и рифогенными выступами (Тенгиз, Карашыганак) (табл. 2).

Интервалы глубин залегания подсолевых продуктивных комплексов колеблются от 2568–4511 м (Жанажол) и 3800–4800 м (Кенкияк) до 3750–5415 м и более (Тенгиз, Карашыганак).

Газ месторождения Карашыганак содержит (в%): метана (70,6), этана (6,1), пропана (2,9), бутанов (1,8), азота (0,7), сероводорода (3,5), двуокиси углерода (5,6), меркаптанов (0,07); газы карбонатной толщи (2568–3264 м) месторождения Жанажол: тяжелые, этанолсодержащие, тяжелые углеводороды (33,75–35,57), метана (48,7), сероводорода (5,97); нижней карбонатной

толщи (3096–4511 м): этанолсодержащие, тяжелые углеводороды (33,75–35,57), метана (48,7), сероводорода (5,97). Нефти месторождения Жанажол легкие, сернистые (0,4–1,11), парафинистые (3,95–7,10) с содержанием смол (4,23–6,28) и асфальтенов (0,43–1,78). Газовый конденсат Карашыганак содержит (в%): парафина (1,8–3,0), смол (1,0–1,7), серы (0,55–2,16), меркаптанов (0,09–0,26). На месторождении Кенкияк нефть содержит (в%): серы (0,43–0,81), парафинов (0,37–2,97), смол (6,2–11,4), а на месторождении Тенгиз смол в нефти (в%) – 0,7, парафинов – 3,69, смолистость – 1,14, асфальтенов – 0,13.

В подсолевых отложениях Прикаспийской провинции выявлены нефтяные гиганты Тенгиз, Кашаган, нефтегазоконденсатный гигант Карашыганак, газоконденсатное Астраханское месторождение, а так же: Жанажол (нефть, конденсат, газ), Кенкияк (нефть), Имашевское (конденсат, газ), Урихтау (конденсат, газ), Алибек-молла (нефть). Газоконденсатные подсолевые месторождения имеют высокое содержание (выход) конденсата от 580 г/м<sup>3</sup> (Астраханское ГКМ) и 614 г/м<sup>3</sup> (Жанажол) до 644 г/см<sup>3</sup> и более (Карашыганак) (табл. 2).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абилхасимов Х.Б. (ТОО «Гео-Мунай XXI»), VIP Studio [Электронный ресурс] – 2008.
2. Абдуллина А.А., Беспяева Х.А., Воцалевского Э.С., Даукеева С.Ж., Мирошниченко Л.А. Месторождения нефти и газа Казахстана. – Алматы, 1998.
3. Багринцева К.И. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / Багринцева К.И., Дмитриевский А.Н., Бочко Р.А. – М., 2003.
4. Глузов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сеппин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. – М.: «Недра», 2004.
5. Часть 1 «Западный Казахстан» – Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов В.М. Часть 2 «Восточный Казахстан» – Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Шлыгина Д.А., Пилифосова В.М., Парагульгова Х.Х., Колонийца В.П., Комарова В.П. Г55 Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. В 3 томах. Том 3. Нефть и газ. – Алматы, 2002.

УДК 63

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ

Алиев З.Г.

*Институт Эрозии и Орошения НАНА, Баку, e-mail: zakirakademik@mail.ru*

В статье изложены результаты исследования о преимуществах многолетних трав в борьбе с эрозией, где доказывается, что многолетние травы оставляя после себя в поле большое количество корней оказывают всестороннее влияние на плодородие почвы. Корни многолетних трав, разлагаясь оставляют в пахотном слое большое количество органических веществ. Проникая в глубокие слои почвы, корни многолетних трав извлекают из глубоких слоев кальций, который укрепляет структуру почвенных агрегатов, увеличивает емкость поглощения и коагуляцию почвенных коллоидов, улучшает питательный режим почвы. Для улучшения питательного режима влажность почвы играет исключительную роль, создает оптимальные условия для растворения и усвоения растением минеральных и органических соединений.

**Ключевые слова:** травы, многолетние, опустынивания, эрозия почв, органическая, вещества, корни и т.д.

## ABOUT THE EFFECTIVENESS OF PERENNIAL GRASSES IN EROSION CONTROL

Aliev Z.G.

*Institute of Erosion and Irrigation ANAS, Baku, e-mail: zakirakademik@mail.ru*

This article presents the results of a study on the benefits of perennial grasses in erosion control, where it is proved that perennial grasses leaving behind in the large number of roots have a full effect on the fertility of the soil. The roots of perennial grasses, decomposing leaves in the topsoil large amount of organic substances. Penetrating into the deeper layers of the soil, the roots of perennial grasses recovered from the deep layers of calcium, which strengthens the structure of soil aggregates, increases the capacity of absorption and coagulation of soil colloids, improves the nutrient status of the soil. To improve the nutrient status of the soil moisture plays a crucial role, creating optimal conditions for dissolution and absorption by the plant mineral and organic compounds.

**Keywords:** grass, perennial, desertification, soil erosion, organic substances, roots, etc

Эрозия почв в Азербайджане наносит огромный ущерб народному хозяйству. Ливневые дожди, особенно на склонах уносят в моря и океаны тонны плодородной почвы.

Эрозия почвы проявляется также антропогенными факторами: неправильной распашкой территории невыполнением комплекса противоэрозионных агротехнических мероприятий, ненормированной пастбой скота, неправильным подбором культур в севооборотах [1].

При сегодняшних рыночных отношениях развитие сельского хозяйства для поднятия экономики республики и удовлетворения потребностей растущего населения зависит от рационального использования почвы.

Однако создавшаяся экологическая нестабильность, выражающаяся изменениями климата наносит ущерб сельскому хозяйству [1].

Изменения климата сопровождаются природными факторами, но антропогенное содействие велико. Климатические аномалии наносят ущерб экономике республики.

Загрязнение окружающей среды, возрастание тепличных газов способствуют повышению температуры на Земле.

Аридный климат ветренный режим Абшерона, где характерна ветровая эрозия уси-

ливается дополнительным загрязнением почвенного покрова. В этом участвует добыча нефти и газа, химическая промышленность, строительство жилых кварталов, применение удобрений в сельском хозяйстве, выхлопные газы и т.д. Все эти процессы в совокупности создают экологические барьеры которые приводят к деградации почвенного покрова. С другой стороны незначительное количество атмосферных осадков на Абшероне способствуют аридизации. Это, конечно, отрицательно отражается на гумусообразовании и плодородии почв.

Перечисленные факторы в конечном итоге ведут к развитию процесса опустынивания на Абшеронском полуострове. Следует отметить, что процессы деградации засушливых земель приобрели глобальные размеры и подходы для их решения предложены комплексные. Этот подход закреплен в Международной конвенции по борьбе с опустыниванием (КБО), принятый международным сообществом в 1994 году.

В Азербайджанской Республике этот документ подписан в 1997 году.

Проблема опустынивания в республике имеет ареалы распространения на Абшероне, Кура-Араксинской низменности и Нахчыванской АР.

Таблица 1  
Влияние бобово-злакового разнотравья и минеральных удобрений на полевую влажность обыкновенных серо-коричневых (каштановых) почв зимних пастбищ

№ п/п	Варианты опыта	Глубина, см	Средние за 2003–2005 в %			
			апрель	май	июнь	средние
1	Контроль естеств. травостой	0-30	10,4	11,9	11,5	11,2
2	Люцерна посевная	0-30	15,6	15,1	13,4	14,7
3	Эспарцет Закавказский	0-30	15,5	14,7	14,3	14,8
4	Райграс пастбищный	0-30	15,9	14,8	14,5	15,1
5	Овсяница луговая	0-30	16,1	14,8	14,8	15,2
6	Люцерна + райграс + овсяница + луговая	0-30	16,5	15,7	14,6	15,6
7	Эспарцет + райграс + овсяница + луговая	0-30	16,7	15,7	15,0	15,8
8	Люцерна + смешанный посев N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	0-30	17,2	16,4	15,6	16,4
9	Эспарцет + смешанный посев N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	0-30	16,9	16,4	15,7	16,4

Таблица 2  
Влияние бобово-злакового разнотравья и минеральных удобрений на содержание аммиачного и нитратного азота серо-коричневых (каштановых) почв зимних пастбищ 2007 г.

Варианты опыта	Глубина всм	МАЙ			ИЮНЬ			ИЮЛЬ		
		Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>
1	0–30	28,4	8,09	2,1	26,2	7,5	2,5	22,3	4,6	1,5
2	0–30	32,9	10,2	3,8	29,7	7,6	3,5	24,7	5,4	2,2
3	0–30	35,0	12,7	4,8	32,5	10,6	3,9	30,6	6,3	2,5
4	0–30	34,9	9,40	3,9	31,9	11,2	4,1	28,5	5,9	2,7
5	0–30	35,0	9,40	4,0	30,8	10,9	4,5	25,9	5,2	2,4
6	0–30	34,0	10,3	4,6	33,5	11,7	3,0	27,7	6,5	2,3
7	0–30	36,0	9,80	3,65	34,7	8,5	2,9	29,9	5,3	3,0
8	0–30	39,2	10,3	4,05	33,8	8,11	4,2	30,2	5,7	3,1
9	0–30	38,2	11,2	4,8	35,3	12,3	3,9	31,3	6,1	3,2

Таблица 3  
Влияние бобово-злакового разнотравья и минеральных удобрений на содержание аммиачного и нитратного азота серо-коричневых (каштановых) почв зимних пастбищ 2008 г.

Варианты опыта	Глубина всм	МАЙ			ИЮНЬ			ИЮЛЬ		
		Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>
1	0–30	28,5	8,10	2,0	27,3	7,0	2,3	23,4	5,1	1,7
2	0–30	33,1	9,25	3,7	29,9	7,3	2,7	25,6	5,6	1,9
3	0–30	34,7	11,51	4,9	31,7	7,4	2,6	24,8	5,4	1,9
4	0–30	34,9	10,6	4,7	31,9	7,4	2,5	25,7	5,5	2,0
5	0–30	35,4	10,8	4,3	33,6	7,6	2,6	25,6	5,3	1,9
6	0–30	35,7	11,2	4,6	33,4	7,5	2,4	26,1	5,7	2,2
7	0–30	35,9	11,0	4,5	32,7	7,8	2,7	25,9	5,6	2,1
8	0–30	36,9	12,2	5,9	33,9	7,8	2,9	26,3	5,8	2,3
9	0–30	36,6	12,0	5,4	33,7	7,9	2,8	26,6	5,7	2,4

Таблица 4  
Влияние бобово-злакового разнотравья и минеральных удобрений на содержание аммиачного и нитратного азота серо-коричневых (каштановых) почв зимних пастбищ 2009 г.

Варианты опыта	Глубина всм	МАЙ			ИЮНЬ			ИЮЛЬ		
		Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NO <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>	Поглощены NH <sub>3</sub>	Водорастворимый NH <sub>3</sub>	Нитраты N-NO <sub>3</sub>
1	0–30	28,9	8,5	2,3	28,5	7,7	2,1	24,7	4,9	1,9
2	0–30	35,7	9,6	3,9	34,7	8,4	2,5	27,5	5,4	2,0
3	0–30	35,9	10,1	3,9	32,8	7,9	2,6	25,3	5,2	2,0
4	0–30	36,1	10,4	4,0	33,5	7,7	2,5	26,1	5,1	2,2
5	0–30	36,4	10,6	4,0	34,9	7,8	2,6	25,9	5,0	2,1
6	0–30	36,9	11,3	4,4	35,3	7,8	2,5	26,4	5,2	2,1
7	0–30	37,2	11,9	4,5	34,8	7,7	2,6	26,2	5,0	2,0
8	0–30	38,2	12,7	5,2	36,2	7,4	2,5	27,6	5,5	2,3
9	0–30	37,9	12,4	5,0	36,0	7,5	2,6	26,9	5,4	2,3

Многолетние травы, оставляя после себя в поле большое количество корней оказывают всестороннее влияние на плодородие почвы. Корни многолетних трав, разлагаясь оставляют в пахотном слое большое количество органических веществ.

Проникая в глубокие слои почвы, корни многолетних трав извлекают из глубоких слоев кальций, который укрепляет структуру почвенных агрегатов, увеличивает емкость поглощения и коагуляцию почвенных коллоидов, улучшает питательный режим почвы.

Целью улучшения питательного режима влажность почвы играет исключительную роль, создает оптимальные условия для растворения и усвоения растением минеральных и органических соединений.

Недостаток полевой влаги отрицательно отражается на развитии растений во всех фазах вегетации и наоборот, достаточное количество влаги способствует нормальному росту и развитию сельскохозяйственных культур. [3]

Как известно, влажность почв играет исключительную роль при развитии как наземных, так и подземных органов сельскохозяйственных культур. Влажность почвы создает оптимальные условия для растворения и усвоения растений минеральных и органических соединений. Поэтому в любых исследованиях следует обратить внимание на количество полей под посевами.

Исследования проводились на зимних пастбища Гобустана на эродированных серо-коричневых (каштановых) почвах.

Как видно из табл. 1 в контрольном варианте с естественным травостоем полевая влага в среднем весной составила 10,4%, однако под посевами бобовых трав и смешанными посевами полевая влажность почвы несколько увеличивается и в смешанных посевах с внесением минеральных удобрений достигает 17,2 и 16,9% влаги.

Данные табл. 2, 3, 4 иллюстрируют особенности азотного режима почв исследуемых зимних пастбищ.

Аммиачный азот поглощенный почвенно-поглощающим комплексом в контроле с естественным травостоем в мае составляет 36,49 мг/кг почвы (поглощенный + водорастворимый НЩ<sub>3</sub>), нитратный Н-ЩО<sub>3</sub> 2,1 мг/кг почвы. Однако под посевами люцерны посевной составляет 43,1 мг/кг почвы, т.е. 32,9 + 10,2 мг/кг, нитратная форма 3,8 мг/кг почвы.

Из табл. 2 видно, под травами как аммиачная, так и нитратная форма азота увеличивается в мае месяце, что говорит об усиленной жизнедеятельности микрофлоры почвы.

Ранней весной активная аммонификация с наступлением благоприятных условий (установлением оптимальной температуры воздуха) переходит в нитрификацию, содержание нитратной формы азота в мае несколько увеличивается, однако в июне месяце наблюдается некоторое снижение аммиачного азота и увеличение нитратного. Как было отмечено выше, наибольшее количество аммиачного азота, обнаруженное в почве весной связано с усилением микробиологической деятельности, так как превращение в по-

чве недоступных органических соединений азота в доступные минеральные происходит при помощи микроорганизмов. Под воздействием ферментов бактерий, актиномицетов, азотсодержащие органические вещества распадаются до аминокислот и далее до аммиака. Этот процесс происходит при оптимальной влажности и температуре.

В аэробных условиях соли аммония окисляются до нитратов. Установлено, что образцы взятые в летний период в июне месяце 2007 г. отличаются несколько наименьшим содержанием аммиачного и нитратного азота.

Следует признать, что ранней весной в почве содержится в основном аммонийный азот, возникший и закрепленный в почве почвенно-поглощающим комплексом.

С наступлением благоприятных условий то есть, наличием влаги, тепла и кислорода аммиачный азот переходит в нитратный. Однако накопившиеся нитраты выносятся с урожаем, (табл. 2, 3, 4) в июле месяце наблюдается заметное снижение нитратов и аммиачного азота. В этот сезон с изменением гидротермических условий затухают микробиологические процессы, в том числе ферментативные, нитрофикационный процесс приостанавливается.

Осенью с выпадением атмосферных осадков процессы аммонификации и нитрификации вновь возобновляются, в результате чего в почве появляются в значительном количестве нитраты и возрастает содержание аммиака.

### Выводы

Опыты проведенные на эродированных обыкновенных серо-коричневых (кашта-

новых) почвах зимних пастбищ Гобустана под посевами и трав с применением минеральных удобрений в смешанных посевах оказали положительное воздействие на режим питания почвы. Как было отмечено выше, засушливый климат региона в совокупности с загрязнением окунающей среды и антропогенными воздействиями, в том числе несоблюдением нормы выпаса. Скота приводит к деградации пастбищ и опустыниванию территории. Однако посев многолетних трав в особенности бобово-злаковой травосмеси с внесением минеральных удобрений оказал положительное воздействие на питательный режим исследуемых почв. Внесение минеральных удобрений, под посевы многолетних трав микробиологических условий, а именно улучшает нитрификационные процессы, связанные с усвоением азотного питания. Улучшение питательного режима почвы положительно отзывается на жизнедеятельности многолетних трав что в свою очередь пополняет почву органическим материалом и восстанавливает плодородие, что рассматривается как метод борьбы с пастбищной эрозией и опустыниванием.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев Б.Г. Проблема опустынивания в Азербайджане и пути ее решения. – Баку «Зия – Нурлан», 2005.
2. Алиев Б.Г., Бабаева К.М. Влияние простых и сложных минеральных удобрений и посева люцерны на восстановление плодородия эродированных почв юго – восточного склона Большого Кавказа. Авт. Дис. – Баку, 1995.
3. Шакури Б.Г. Ерозийайа уьрамыш отлаг сацьяларинин мящсулдарлыьны артырмаг цчци ясаьлы йахшылашдырылмасынын ефективлийи. Цмумиттифаг елми конфраьсын тезисляри. Дцщяьня, 1991. сящ 167.
4. URL: [www. r Fbr ? Ru/de Фулат асп? док –и д.](http://www.r Fbr ? Ru/de Фулат асп? док –и д.)

УДК 616.36-002-022-032-084-021.64(045)

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ПАРЕНТЕРАЛЬНЫХ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ

<sup>1</sup>Миронова Н.И., <sup>2</sup>Спирин В.Ф., <sup>3</sup>Софьин В.С.

<sup>1</sup>ГУЗ «Саратовская городская клиническая больница № 2 им. В.И. Разумовского», Саратов, e-mail: mironovani@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГУН Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены, Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Саратов, e-mail: vlad.spirin2011@yandex.ru;

<sup>3</sup>ООО «Газмедцентр», Саратов, e-mail: dr.sofyin@yandex.ru

Распространению инфекций с парентеральным путем передачи, в том числе гепатитов В и С, может способствовать недостаточное обеспечение лечебно-диагностического процесса средствами инструментального пособия инновационного характера. Авторами предложено устройство для пилорезекции (патент на изобретение № 2498895, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 ноября 2013 года), которое предназначено для оптимизации условий лечебного пособия при пиодермиях и, прежде всего, фолликулитах волосистой части головы. Особое внимание в программе разработки данного устройства было направлено на создание инновационных опций, позволяющих исключить травматизацию кожи и таким образом надежно блокировать один из путей распространения парентеральных вирусных гепатитов. Простота конструкции позволяет использовать его как в дерматологических стационарах, так и в амбулаторных условиях.

**Ключевые слова:** парентеральные гепатиты, пиодермические поражения кожи, инструментальные пособия, устройство пилорезекции, патент на изобретение

## TOOL SUPPLY OF PRIMARY PREVENTION OF PARENTERAL VIRAL HEPATITIS

<sup>1</sup>Mironova N.I., <sup>2</sup>Spirin V.F., <sup>3</sup>Sofyin V.S.

<sup>1</sup>Saratov city Clinical Hospital № 2 them. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: mironovani@yandex.ru;

<sup>2</sup>Saratov Research Institute of rural health, the Federal service on protection of consumers rights and human wellbeing, Saratov, e-mail: vlad.spirin2011@yandex.ru;

<sup>3</sup>LLC «Gazmedcentr» Saratov, e-mail: dr.sofyin@yandex.ru

Spread of infection with parenteral transmission, including hepatitis B and C, may contribute to the lack of medical-diagnostic process through policies of innovative character. The authors proposed a pilorezekcii (Patent No. 2498895, registered in the State Register of patents of the Russian Federation November 20, 2013 onwards), which is designed for optimization of conditions of medical benefits, piodermia and, above all, folliculitah of the scalp. Special attention in the development of this product was aimed at creating innovative options to delete the skin tissue trauma and thus reliably block a one way diffusion parenteral viral hepatitis. The simplicity of the design allows you to use it as a dermatological hospitals and in out-patient conditions.

**Keywords:** parenterals hepatitis, piodermičeskie damage to the skin, tool materials, device pilorezekcii, a patent for the invention

Парентеральные вирусные гепатиты имеют важное медицинское и социальное значение. Активность эпидемического процесса наблюдается среди пациентов кожно-венерологических диспансеров, кабинетов, стационаров, включая лиц с клиническими признаками гнойничкового поражения кожи, составляющих одну из групп риска по заражению и передаче вирусов парентеральных гепатитов [2, 3, 4, 5, 7].

Использование анилиновых красителей в комплексной терапии пиодермических поражений кожи волосистой части головы и грозного осложнения указанного недуга – импетиго Бокхарда – предваряет механическое удаление стержней волос бытовыми машинками для стрижки. Подобная манипуляция нередко приводит к нарушению целостности кожных покровов, повышая

риск контакта с кровью, тканевой жидкостью, гноем.

В связи с этим целью нашей работы было создание инновационного устройства, обеспечивающего безопасность медицинского вмешательства в отношении распространения гепатитов В и С при оказании помощи больным с пиодермией кожи головы.

Исходя из цели исследования, перед нами стояли задачи по разработке пилорезекционного устройства, которое сможет оптимизировать условия лечебного пособия при пиодермиях. Прежде всего, при фолликулитах волосистой части головы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Особое внимание в программе разработки данного устройства было направлено

на создание инновационных опций, позволяющих исключить травматизацию кожи и таким образом надежно блокировать один из путей распространения парентеральных вирусных гепатитов. В связи с чем, в конструкторскую схему механизма, прежде всего, в функционально активную часть последнего, были введены диск, проложенные по дну корпуса устройства направляющие, расческа-насадка, универсальное лезвие. Вращение диска обеспечивает путем осуществления фрикционной механической передачи перемещения в требуемом направлении расчески-насадки по направляющим. Подобная кинематическая активность позволяет в щадящем режиме подготовить стержни волос на пораженных участках кожных покровов волосистой части головы к проведению медицинских манипуляций с использованием средств наружной терапии, в том числе, анилиновых красителей.

Представляется важным подчеркнуть, что уменьшенное, сравнительно с прототипом, количество элементов механической системы обеспечивает необходимый уровень надежности функционирования устройства, поскольку значительное число активно действующих звеньев несут опасность создания условий кинематической не состоятельности функциональной цепи [1].

Известно, что степень надежности механических систем с последовательным соединением элементов определяется теоремой умножения для независимых событий:

$$P = \prod P_k = P_1(t) \times P_2(t) \times \dots \times P_n(t),$$

где  $P$  – вероятность безотказной работы  $i$ -ного элемента;

$P$  – вероятность безотказной работы механизма в целом.

Проведенные нами расчеты показали высокий уровень надежности функционирования предложенного устройства [6]. Кроме того, надежность функционирования в немалой степени определяется тем обстоятельством, что элементы механической системы могут быть изготовлены из однородного материала. Это позволяет также оптимизировать процесс обработки изделия медицинского назначения.

Введенные в конструктивную систему запатентованной модели инновационные опции обеспечивают приложение вектора силы непосредственно к диску, удерживая направление усилия сверху вниз. Предложенная траектория вектора силы позволяет избежать

травмирования волосяных фолликулов и, таким образом, эффективно блокирует один из важнейших путей передачи парентеральных вирусных гепатитов, связанный с нарушением целостности кожных покровов. Это достигается введением в конструктивную схему движущейся за счет механической фрикционной передачи расчески, закрывающей универсальное лезвие.

### Заключение

Благодаря конструктивным решениям инновационного характера, запатентованный механизм позволяет исключить травматизацию кожи, что повышает безопасность медицинского вмешательства в отношении заражения вирусами гепатитов В и С у больных пиодермией.

Простота конструкции, разработанного нами механизма позволяет использовать его как в дерматологических стационарах, так и в амбулаторных условиях [6]. При этом повышение безопасности пациентов и персонала при оказании медицинской помощи за счет внедрения эпидемиологически безопасной медицинской технологии будет способствовать реализации Национальной концепции профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [7, 8, 9, 10].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – С. 24–27.
2. Лазикова Г.Ф. Санитарно-эпидемиологическая ситуация в Российской Федерации в 2004 году / Г.Ф. Лазикова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2004. – Т. 1, № 4. – С. 11–13.
3. Михайлов М.И. Тенденции и анализ эпидемической ситуации по парентеральным вирусным гепатитам В и С в РФ и отдельных регионах // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2005. – № 4. – С. 40–45.
4. Национальный институт здоровья (США): Вирусные гепатиты – достижения и перспективы // Информ. Бюлл. – 2002. – № 3. – С. 3–11.
5. Онищенко Г.Г. Вирусные гепатиты в России / Г.Г. Онищенко, И.В. Шахильдян, М.И. Михайлов // Мир вирусных гепатитов. – 2003. – № 7. – С. 9–11.
6. Патент РФ № 2498895, 20.11.2013.
7. Покровский В.И. Национальная концепция профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, и информационный материал по ее положениям / В.И. Покровский, В.Г. Акимкин, Н.И. Брико, Л.П. Зуева, О.В. Ковалишена, В.Л. Стасенко, А.В. Тутельян, И.В. Фильдблюм, В.В. Шарин. – Н. Новгород: Издательство «Ремедиум Приволжье», 2012. – 84 с.
8. Шахильдян И.В., Михайлов М.И., Онищенко Г.Г. Парентеральные вирусные гепатиты (эпидемиология, диагностика, профилактика). – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ. – 2003. – 384 с.
9. Профилактика вирусного гепатита В. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.1.2341-08.
10. Профилактика вирусного гепатита С. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.3112-13.

УДК 615.47:616-072.7

## СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВРАЧА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ДИАГНОСТИКЕ УРОГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

<sup>1</sup>Петров С.В., <sup>1</sup>Чернега М.С., <sup>1</sup>Новиков А.В., <sup>1</sup>Серегин С.П., <sup>2</sup>Петрова Ю.П.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет». Курск, e-mail: spetrov77@list.ru;

<sup>2</sup>Медицинский центр ООО «Авиценна», Курск, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

В работе синтезируется система нечеткой классификации позволяющая моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками синтезировать агрегаторы посредством алгоритмических решений в прогнозировании и диагностике урогинекологических заболеваний. Показана целесообразность использования экспертных систем для решения медицинских задач. Отмечено, что в связи с высокими значениями уровня временной и стойкой нетрудоспособности населения имеется потребность в модернизации системы практического здравоохранения. Предложенный метод синтеза нечетких решающих правил обеспечивает приемлемую в клинической практике эффективность прогноза и диагностики заболевания, позволяет осуществлять дифференцированный подход к выбору лечебных и профилактических мероприятий. В предложенном варианте решения система нечеткой классификации позволяет моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками (с заданной геометрией распределения признаков), проводить разведочный анализ выбранного признакового пространства, автоматически синтезировать функции принадлежности с возможностью их коррекции в интерактивном режиме и синтезировать агрегатор (агрегаторы) посредством алгоритмических решений.

**Ключевые слова:** экспертная система, система поддержки принятия решений врача-уролога, нечеткая логика принятия решений

## STRUCTURE OF AUTOMATED DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM OF THE DOCTOR IN CASE OF PREDICTION AND DIAGNOSIS OF UROGINEKOLOGICHESKY DISEASES

<sup>1</sup>Petrov S.V., <sup>1</sup>Chernega M.S., <sup>1</sup>Novikov A.V., <sup>1</sup>Seregin S.P., <sup>2</sup>Petrova Y.P.

<sup>1</sup>Southwest State University, Kursk, e-mail: spetrov77@list.ru;

<sup>2</sup>Medical Center Ltd. «Avicenna», Kursk, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

In operation the system of indistinct classification allowing to model space of the informative signs with the given probable characteristics is synthesized to synthesize aggregators by means of algorithmic decisions in prediction and diagnostics the uroginekologicheskikh of diseases. Feasibility of use of expert systems for the solution of medical tasks is shown. It is marked that in connection with high values of level of temporary and resistant disability of the population a need for upgrade of system of practical health care is had. The offered method of synthesis of indistinct decisive rules provides the efficiency of the forecast and diagnosis of a disease accepted in clinical practice, allows to realize differentiated approach to a choice of medical and preventive actions. In the offered candidate solution the system of indistinct classification allows to model space of the informative signs with the given probable characteristics (with the given geometry of distribution of signs), to carry out the prospecting analysis of the selected character space, automatically to synthesize functions of accessory with possibility of their correction in an interactive mode and to synthesize the aggregator (aggregators) by means of algorithmic decisions.

**Keywords:** expert system, decision making support system of the doctor-urologist, fuzzy logic of decision-making

Урогинекологические заболевания вносят значимый вклад в уровень временной и стойкой нетрудоспособности населения [5, 6].

Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях [2]. При этом ЭС не заменяет врача, а выступает в роли «компетентного партнера» – эксперта-консультанта в какой-либо конкретной предметной области.

В последние годы при прогнозировании многих заболеваний применяются автоматизированные системы управления лечебно-диагностическим процессом, од-

нако, анализ литературы показывает, что существующие системы поддержки принятия решений (СППР), включая системы медицинского назначения не решают поставленных задач при урогинекологических заболеваниях [1]. Наиболее близкой по прогнозированию, диагностике и лечению урогинекологических заболеваний является оболочка СППР, разработанная на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ, которая поддерживает задачи синтеза и реализации нечетких правил принятия решений для медицинских приложений [3]. Анализ возможностей этой системы показал, что если в ее состав ввести блоки позволяющие решать задачи прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения пиелонефрита

беременных, или других урологических заболеваний, то полученный программный комплекс будет удовлетворять всем необходимым требованиям.

Все вышеперечисленные свойства являются типичными для медицинских задач, так как в большинстве случаев они представлены большим объемом многомерных, запутанных, а порой и противоречивых клинических данных [8].

Разработка и внедрение автоматизированных систем управления позволит качественно модернизировать систему здравоохранения, улучшить качество диагностики, терапии пациентов, повысить эффективность исследования функциональных нарушений, в том числе при исследовании сенсорных систем [4, 9]; потребность в подобной модернизации активно обсуждается не только со стороны клинической медицины, но и органов медико-социальной экспертизы [7, 10].

### **Цель исследования**

Разработка автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом, с использованием такой системы поддержки принятия решений (СППР) медицинского назначения при урогинекологических заболеваниях.

### **Материалы и методы исследования**

Учитывая, многообразие и нечеткую природу признаков, определяющих отнесение объекта (пациента) к одному из классов (возможных лечебных групп), возможность одновременного присутствия объекта со сходными значениями одного и того же признака в различных классах, четкая логика неприменима для однозначного вывода в принятии решений по лечебной тактике. Поэтому в качестве основного математического аппарата нами выбрана нечеткая логика принятия решений.

За основу по прогнозированию, диагностике и лечению урогинекологических заболеваний была взята оболочка СППР, разработанная на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ, которая поддерживает задачи синтеза и реализации нечетких правил принятия решений для медицинских приложений [3]. Анализ возможностей этой системы показал, что если в ее состав ввести блоки позволяющие решать задачи прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения пиелонефрита беременных, или других урологических заболеваний, то полученный программный комплекс будет удовлетворять всем необходимым требованиям.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Структура добавочного программного обеспечения СППР врача уролога, гинеколога приведена на рис. 1.

Согласно данной схеме информация, отражающая состояние пациентки, в виде ее

паспортных данных, блоков истории болезни, информативные признаки о состоянии пациентки по исследуемому классу заболеваний вводится в систему поддержки принятия решений через интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя функционирует таким образом, что ввод данных и выдача информации о принимаемых решениях реализуется в многооконном режиме, при котором пользователь отвечает на вопросы, формируемые на экране дисплея, или вводит соответствующие слова и цифры, продолжая смысловые предложения, предлагаемые системой. Вводимые значения информативных признаков обрабатываются логическими блоками прогнозирования или диагностики в зависимости от решаемой задачи. Логические блоки включают фазификатор, который рассчитывает значения соответствующих функций принадлежности; блок правил вывода, рассчитывающий на основании решающих правил *KU* вывода; дефазификатор, трансформирующий нечеткий вывод в четкое решение; и блок реализации алгоритма управления, который функционирует в соответствии с разработанными на кафедре БМИ ЮЗГУ алгоритмами.

На рис. 2. приведен пример формулирования сообщений о нечетких правилах участвующих в операции агрегации более общего решающего правила.

Итоги работы алгоритма в форме сообщений об этапах исполнения схемы алгоритма и выбранных схем лечения выдается врачу через интерфейс пользователя. В случае необходимости получения информации, отражающей путь формирования принятого решения, блок объяснения выводит через интерфейс расчеты блока вывода. В базе данных сохраняются литературные данные о предметной области, электронная копия медицинской карты пациента, в которой содержатся паспортные данные, данные анамнеза, результаты опросов, осмотров, экспериментальных исследований, диагностические заключения, графики посещения врачей и т.д. С помощью интерфейса пользователя реализуются: необходимые опросники для врача и пациента; механизмы ведения электронной медицинской карты пациента; отображение графической, символьной и сопутствующей числовой информации; корректировка параметров лечебно-оздоровительных мероприятий; обращение ко всем доступным справочникам базы данных и т.д.

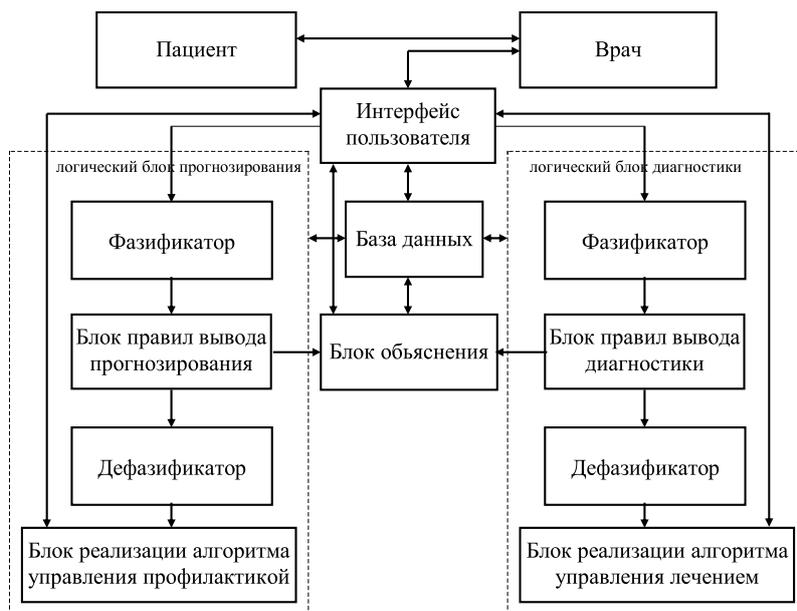


Рис. 1. Структурная схема СППР врача уролога, гинеколога

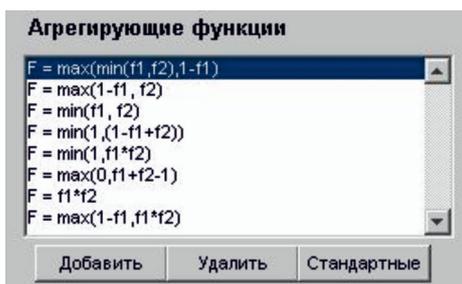


Рис. 2. Последовательность операций для построения агрегатора

Полный комплекс программных средств СППР позволяет решать задачи синтеза нечетких решающих правил и их корректировки с целью улучшения показателей эффективности классификаций.

Вид окна «Агрегатор» показан на рис. 3. В его левой части осуществляется настройка, а в правой части представляются результаты агрегации по заданному в левой нижней части классу или классам.

Результат работы алгоритма агрегации для каждого класса представляется в следующем виде:

Строка «Структура: P×P×P...» отображает порядок комбинирования признаков. Строки «P×P: F = ...» показывают функции двух переменных, которые будут использованы для комбинирования каждой пары признаков. Первый признак из пары обозначается переменной f1, а второй – переменной f2.

Список «Классы для анализа» окна «Агрегатор» предназначен для выбора классов, для которых будут отображены графики коэффициентов уверенности. Для заполнения данного списка необходимо нажать кнопку «Выбрать» и в появившемся окне выделить нужные классы (несколько классов можно выделить, зажав клавишу «Ctrl»). После выбора классов на графике «Коэффициенты уверенности по классам» отображается графическое представление полученных в результате агрегирования коэффициентов уверенности. Для каждого из объектов отображаются коэффициенты уверенности его принадлежности к каждому классу. В верхней части графика горизонтальными линиями разных цветов выделены области расположения объектов классов. Таким образом, график позволяет наглядно оценить результаты агрегирования признаков. Например, если в списке «Классы для анализа» выбран первый класс, а на графике наблюдаются высокие коэффициенты уверенности в области третьего класса и низкие в области первого, следовательно, необходима корректировка функций принадлежности первого класса в сторону расширения охвата (так как имеющиеся функции недостаточно полно захватывают «свои» объекты) и функций принадлежности третьего класса в сторону сужения области охвата (так как имеющиеся функции захватывают «чужие» объекты).

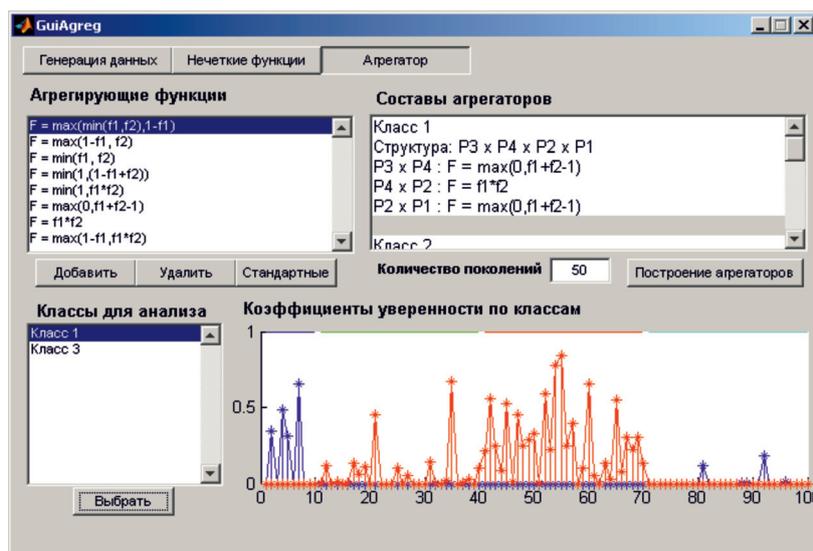


Рис. 3. Вид окна «Агрегатор»

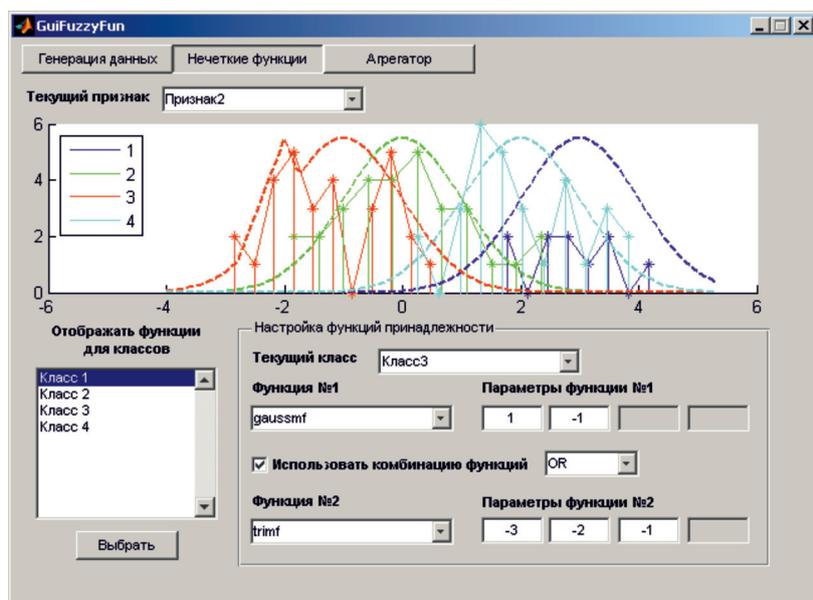


Рис. 4. Вид окна «Нечеткие функции»

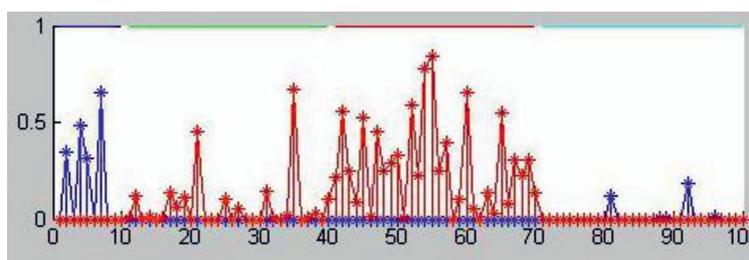


Рис. 5. Коэффициенты уверенности принадлежности каждого из 100 объектов к классу «риск внезапной смерти» (синим) и к классу «нет риска внезапной смерти» (красным)

После получения и визуальной оценки результатов агрегирования необходимо вернуться к окну «Нечеткие функции» рис. 4. и отредактировать функции принадлежности в соответствии с полученной картиной коэффициентов уверенности. После корректировки функций следует провести повторное построение агрегатора и сравнить результаты количества ошибок агрегатора в первом и втором случае. Необходимо повторить процедуру подстройки функций принадлежности с различными вариантами параметров с целью нахождения оптимальной конфигурации.

На третьем этапе выполняется расчет коэффициентов уверенности  $K_u$  для контрольной выборки объектов. Для каждого объекта выборки вычисляется вектор  $K_{u1..K_{um}}$ , показывающий уверенность принадлежности объекта к каждому из классов и строится графическое отображение полученных данных (рис. 5). Горизонтальные линии в верхней части графика отображают изначальное распределение объектов по классам.

#### Закключение

В представленном варианте решения система нечеткой классификации позволяет моделировать пространство информативных признаков с заданными вероятностными характеристиками (с заданной геометрией распределения признаков), проводить разведочный анализ выбранного признакового пространства, автоматически синтезировать функции принадлежности с возможностью их коррекции в интерактивном режиме и синтезировать агрегатор (агрегаторы) посредством алгоритмических решений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурмака А.А., Левченко А.В., Фишер И.В. Архитектура и системная модель информационно-измеритель-

ных систем многофакторного мониторинга // Системный анализ в биомедицинских системах. – 2011. – Т. 10, № 4. – С. 884–888.

2. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / Дюк В.А., Эмануэль В.Л., – СПб.: Питер, 2003. – 183 с.

3. Корневский Н. А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – М., 2005. – Т. 4, № 1 – С. 12–20.

4. Михайлов И.В., Евсеев В.С., Халилов М.А., Улаева Е.А., Евсеев М.В. Исследование вкусовой чувствительности человека // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – № 3. – С. 236–239.

5. Михайлов И.В., Халилов М.А., Курочкина О.А., Ярош Т.Г., Снимщикова А.Д. Причины и структура первичного выхода на инвалидность лиц, проживающих в условиях напряженного магнитного поля // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). – 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4935.pdf> (дата обращения 17.11.2014).

6. Михайлов И.В., Халилов М.А., Курочкина О.А., Ярош Т.Г., Снимщикова А.Д. Анализ структуры заболеваний с временной утратой трудоспособности лиц, проживающих в условиях напряженного магнитного поля, формируемого Курской магнитной аномалией // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). – 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4934.pdf> (дата обращения 17.11.2014).

7. Михайлова Е.Н., Михайлов И.В., Разиньков Д.В., Халилов М.А. Медико-социальная экспертиза: современные аспекты правового регулирования // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). 2014. – № 1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4924.pdf> (дата обращения 15.10.2014)

8. Теоретические основы биофизики акупунктуры с приложениями в биологии, медицине и экологии на основе нечетких сетевых моделей / Корневский Н.А., – Курск: ОАО «ИПП «Курск», 2010. – 521 с.

9. Халилов М.А., Михайлов И.В., Улаева Е.А. Исследование тактильной чувствительности человека // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2013. – № 6. – С. 271–274.

10. Халилов М.А., Чернов М.Ю. Характеристика и особенности формирования первичной инвалидности при бронхиальной астме // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. – № 1. – С. 97.

УДК 619:612.014.462

## ЦВЕТНАЯ РАДУГА ВОДЫ

Кулясов П.А.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск,  
e-mail: pakulasov@mail.ru

Еще три столетия назад величайшим английским физиком Исааком Ньютоном солнечный свет, с помощью стекла был разложен на семь различных цветов. Именно им было сделано замечательное, обоснованное опытом заключение о семицветной природе естественного солнечного луча. Ошибка Исаака Ньютона в естествознании увела цветовой спектр, всю цветовую природную палитру далеко от человеческих глаз. Более трех столетий научный мир шагал в неправильном направлении, ведя за собой – ученых, студентов, школьников и простых людей, всем им, говоря о том, что суть радуги человечеству ясен, что радуга на небе образуется при прохождении солнечного луча сквозь каплю воды и, наконец, что луч, испускаемый Солнцем имеет семицветную структуру – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый цвета.

**Ключевые слова:** солнце, радуга, семицветный спектр, водород, химические стойкие хлористые соединения (ХСХС), ярко-красный антибиотик, минералы

## COLOR RAINBOW WATER

Kulyasov P.A.

FSEI HPE «Mordovian state University named after N.P. Ogarev», Saransk, e-mail: pakulasov@mail.ru

Three centuries ago the great English physicist Isaac Newton sunlight through glass was decomposed into seven different colors. It was he, who made wonderful, informed by the experience of the conclusion of the seven-colored natural sunlight. Error of Isaac Newton in science led color spectrum, all natural color palette is far from human eyes. More than three centuries, the scientific world was marching in the wrong direction, leading scientists, students, and ordinary people, all of them, saying that the essence of the rainbow to mankind is clear that the rainbow in the sky formed by the passage of the solar beam through a drop of water and, finally, the beam emitted by the Sun has a striped structure – red, orange, yellow, green, blue, Indigo and violet.

**Keywords:** the sun, the rainbow, the seven-colored spectrum, hydrogen, chemical resistant chlorides (HSHS), bright red antibiotic, minerals

### Материалы и методы исследования

Экспериментальная работа о роли водорода – Н, в жизни сельскохозяйственных животных, была выполнена, в период с 2003 по 2015 годы включительно в республике Мордовия, города Саранска. Вначале, в стенах Аграрного института были проведены теоретические, обоснованные доказательной базой опыты, научно дополненные затем на производстве. Располагая большой экспериментальной живой базой с/х животных – крупного рогатого скота, в количестве – 8,5 тыс. голов, в число которых входили, – взрослые животные и молодняк, автором были сделаны ряд научных изысканий, заслуживающие внимания научного сообщества, о положительной роли водорода в жизни живых существ, населяющих нашу планету.

Водород, имеющий химический знак – Н, является своеобразным горючим веществом, при сгорании которого получается вода (Н<sub>2</sub>О). По физическим свойствам водород представляет собой горючий газ, без цвета и запаха. Водород намного легче любого другого газа, находящийся в природе в незначительном количестве. Чаще всего встречается в соединении с другими химическими элементами, например с водой – Н<sub>2</sub>О или серой – Н<sub>2</sub>S. Все эти, вышеперечисленные химические и физические свойства водорода, позволили в дальнейшем приоткрыть, одну из величайших тайн живого животного мира.

Еще в 1666 году, великий английский ученый Исаак Ньютон, пропуская солнечный луч с улицы через стеклянную призму, в заранее проделанное отверстие в темной комнате, выяснил, что, при прохождении его через стеклянное препятствие луч распался на спектр из семи цветов, сверху вниз: фиолетовый,

синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный. Прodelывая свой опыт дальше, он подставил после первичного распада луча дополнительную линзу и собрал все семь разноцветных лучей в одно единое белое пятно, высветившееся на стене комнаты [1].

Получается, что Ньютон, в качестве эксперимента использовал природный естественный солнечный луч и искусственную стеклянную призму. Соединив воедино совершенно разные материи – световой луч и стекло или естественное вещество и искусственный предмет Исаак Ньютон, смог путем поглощения луча в призму получить семицветный спектр лучей [2]. Из своих наблюдений он сделал заключение о семицветной природе солнечного луча. Другими словами, отделяясь от солнца, световой луч, на начальном этапе имея белый цвет, достигая поверхности Земли и проходя в затененной комнате через стеклянную призму, распадается на семь различных цветов: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный.

### Результаты исследования и их обсуждение

Но так ли это на самом деле. На примере с радугой, получаемой при прохождении солнечных лучей через пелену дождя, мы отчетливо видим, что в качестве перевернутой призмы выступают сами водяные капли. Путем поглощения и преломления луча в одиночной капле, при его двойном прохождении через водную среду,

на небосводе вырисовывается семицветная радуга. Непонятно только отчего, на небе появлялась одна, реже две радуги, когда их в количество должно было быть несколько сотен или тысячи, в связи с чем, что самих водных капель исчисляется миллиардами штук. В то же время, дуги семицветной радуги не искажаются в своем линейном расположении, не наслаиваются друг на друга, не пересекаются крест-накрест и т.д.

Удивлению достойно быть, то свойство радуги, позволяющее ее разноцветным дугам не только располагаться в точном и порядковом окрашивании – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый, в любой части планеты и времени года, но и возникать сразу же, после дождя в единичных, реже повторных экземплярах. Дождь, идущий, сплошным водным потоком из дождевых облаков, представляет собой, массу воедино собранных дождевых капель, но не соединенных совместно друг с другом и имеющие пограничные линии. В результате этого, падая на поверхность земли, дождевые капли находятся на разных этапах зависания в атмосфере, собираясь не строго в одну линию, а волнообразно опускаясь вниз, они по идее, должны нарушить целостность радужной дуги, разорвать продольные линии и даже изменить порядковый цвет самой радуги.

Уже многие годы на небе, после дождя и при наличии солнца, зарождается строго в определенной цветовой последовательности семицветная радуга. Благодаря солнечным лучам и каплям воды, происходит недолгое воцарение небесной радуги. Все вроде правильно, но нет, несколько моментов в появлении радуги из семи цветов заставляют понять, что в ее разгадке пропущены ряд исключений, позволяющих иначе посмотреть на это дивное создание природы.

Сопоставив воедино два этих примера получения семицветной радуги, в первом конкретном случае, за счет естественного светового луча и искусственной призмы, а во втором, за счет опять же естественного светового луча, но заменяющем призму уже водной каплей, можно прийти к обоснованному выводу, что при перестановке структуры слагаемых, их семицветная сумма не меняется. Как в первом, так и во втором случаях, именно, по мнению Исаака Ньютона, световой луч и является основным источником семицветной палитры света.

Проведенный автором третий эксперимент, позволил внести в эту стройную композицию человеческих мыслей о происхождение радуги несколько существенных поправок в ее понимании. Для этого брали две стеклянные емкости с водой, налитой до краев, ставили их рядом возле стены, последовательно друг к другу. Вместо солнечного луча, использовали свет от карманного фонарика фирмы «Эра», заряжающийся от одной батарейки – 1,5 вольт и диаметром осветительной трубки около – 1,5 см.

С одной стороны на стену вешается белый альбомный лист (рис. 1).

При направлении искусственного светового луча, идущего от карманного фонарика на поверхность воды в обеих емкостях, снизу, на чистом листе, четко без разводов и размывов возникает семицветная радуга.

То что, при искусственном получении радужной дуги, свет ничем не отличается от естественной небесной радуги, доказывает видимые невооруженным взглядом последовательность цветовых гамм.



*Рис. 1. Получение семицветных радужных лучей, пропуская световой луч фонарика через двойную поверхность воды.  
Дата – 05.03.2015 года*

Начиная сверху с красного цвета, с последующим плавным переходом в оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и заканчивающийся снизу фиолетовым цветом, полученных при полной темноте, в хорошо затененной комнате, без доступа естественных солнечных лучей, искусственно образованная радуга раскрывает самую удивительную тайну планеты Земля. Световой луч карманного фонарика, доходя до поверхности воды, отражается от ее водной глади, фокусируя изображение семицвет-

ной радуги, дугами направленной вниз на белой бумаге.

Из данного опыта следует, что радужные семицветные продольные дуги появляются только при скольжении искусственного светового луча по поверхности водной глади. Если луч фонарика опустить ниже этой водной линии, в толщу воды, то видимая картина радуги моментально пропадает из поля видимости. Искусственный луч, доходя до края воды, до ее самой верхней части, отражается, захватывая своим светом, положенную ширину поверхности воды, образуя при этом, под строго прямым углом в  $90^\circ$  – внизу, – семицветную радугу.

Ежесекундно, в какой-то части Земли с неба идет дождь. Если на противоположной стороне от дождя выглянет из-за тучи Солнце, то его лучи, дойдя до водных капель, отражаясь, образуют радугу. Солнечный луч не преломляется, а полностью отражается от водной дождевой поверхности. Не все лучи солнца участвуют в рождение радуги, а только те лучи, успевающие в своем свечении осветить промежуток между самым облаком и началом дождевого потока. Проскользнув под облаком, в нижней его части, солнечный луч отражается от водной глади дождя, как от зеркала, строго под прямым углом, высвечивая таким образом – семицветную радугу.

Таким образом, радуга – это атмосферная водная семицветная дуга, возникающая от двух одновременных природных явлений – солнечного луча и водной поверхности дождя. Радуга возникает ни после дождя и ни перед дождем, а рождается только в момент идущего дождя, когда дождевые потоки отделяются от нижней части облака, а солнечный луч при этом пронизывает ровную водную поверхность.

На примере естественного солнечного луча и ньютоновской призмы, естественного солнечного луча и водной капли, а также искусственного светового луча и поверхности водной глади, становится понятно, что в явление появления радуги, видимой невооруженным взглядом, участвуют два природных феномена – световой луч и вода. Даже в брызгах уличного фонтана может возникнуть радуга, но она появляется не оттого, что световой луч, пронизывая каплю воды, искривляется в момент входа и выхода из нее, а, когда взметаясь ввысь своды воды, достигая той абсолютной границы высоты, которая предопределяет конец взлета и начала

падения воды, под силой земного притяжения устремляющейся вниз. Именно в данной точке пограничной зоны образуется своеобразная водная поверхность, расположенная высоко над землей в виде горизонтальной ровной водной глади. И в это время, солнечный луч, достигает противоположного края фонтанных брызг, отражается от их ровной зеркальной поверхности и рождает семицветную радугу, отчетливо видимую невооруженным взглядом человека.

Но, если на примерах луча и призмы, луча и воды, все на первый взгляд понятно, то каким тогда образом, искусственный свет карманного фонарика, проходя через водную преграду, дает семицветную радугу. Это наиболее самое непонятное действие в природе. Луч, искусственно полученный от обычного карманного фонарика, касаясь воды, отбрасывает под прямым углом, намного ниже световой линии, семицветную радужную дугу.

Если Ньютон, пропускал естественный солнечный луч через стеклянную призму, в результате чего, на стене запечатлевалась радуга, то в последнем примере, искусственный луч карманного фонарика, также на стене отбрасывал точно такую же семицветную радугу, где отчетливо просматриваются все семь радужных цветов – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Наиболее четко радуга фокусировалась на стене при полном отсутствии дневного солнечного света, в полной темноте. Неужели, сравнивая совместно эти оба луча – естественный световой и искусственный фонариковый, мы получаем совершенно одинаковую семицветную радугу.

Если мы, откроем учебник и посмотрим, из каких химических элементов состоит Солнце, то к ранее проведенным экспериментам у нас возникнут еще более глубокие вопросы.

В состав солнца входят два широко распространенных на Земле химических элементов – водорода (H) и гелия (He). Посмотрев на их физические свойства, обнаруживаем, что водород и гелий – это горючие газы, без цвета и запаха. То есть, другими словами, если бесцветные газы, входящие в состав солнца горят, то свет в виде луча, отбрасываемый при горении на Землю будет – семицветным.

Что-то прямо удивительно и невероятно.

Как такое вообще может быть.

Бесцветные газы при горении дают семицветный световой луч!

Исследования, проведенные за период 2003–2015 гг. на территории республики Мордовия города Саранска показали, что свет, испускаемый солнцем на Землю, в своей цветовой палитре является белым, а вот – земная вода, через которую проходит световой луч, имеет в своем окрасе – семь цветов.

Включая карманный фонарик и направляя искусственный световой луч на поверхность воды, получаем путем отражения от него – семицветную радугу, направленную концами дуг вниз. Свет от фонарика – этот искусственный луч света, идущий от механизма, созданным человеком по водной поверхности, никак нельзя приравнивать к естественному солнечному лучу. Получается, повторяя опыт Исаака Ньютона, пропустив через стеклянную призму, уже не естественный световой луч, идущий из далекого Космоса, а свет, образующийся уже непосредственно на земной поверхности, от искусственного излучателя, а в нашем случае – от карманного фонарика, то, на противоположной от призмы стене должна также высветиться разноцветная радуга.

Но это не так. Нет ни одного эксперимента подтверждающего это действие. Не может искусственный световой луч, проходя через призму рожать радужную дугу. А, если это так, то почему же тогда радуга видная отчетливо в правильном и последовательном расположении цветовых полос, формируется при свечении света искусственного излучателя на воду. Сложный вопрос, дающий правдивый ответ на определенные закономерности о правильном представлении происхождения радужной семицветной дуги. Исходя из опытов, получается, что, естественный световой луч солнца и искусственный свет излучателя, в своем составе и строение едины. Значит, получается, что по своим лучевым параметрам эти два луча, образующие совершенно одинаковую по цветовым дугам радугу – одинаковы, а этот вывод, к сожалению, ведет официальную науку в сумрачный мрак, в дикое прошлое и темное время, когда для людей истина была столь недоступна, как по существу и неизведанна.

Делается заявление о том, что световой луч, испускаемый Солнцем на землю в своем окрасе – белый, а вот вода, которую при движении пронизывает солнечный луч – имеет семь различных цветов. Ошибка исторического характера, так глубоко засевавшая

в мыслях людей, привела их самих, с настоящим представлением о свете, к ложному пониманию самозарождение радуги. Источник, испускающий лучи света, состоит из горючих газов – водорода и гелия, которые по физическим свойствам – бесцветные, в связи с чем, и продукт их горения, пусть и термоядерного происхождения, также не должен иметь цвета. Каждый солнечный луч, а их по количеству миллиарды миллиардов, все то, бесконечное количество световых лучей, первоначально имея белый цвет, на самом деле разделены на семь разных цветов. Такого не может быть по состоянию, так как, семь цветов имеет не луч солнца, а вода, через которую он проходит в момент своего движения. Два одинаковых по характеру эксперимента, но разные по их пониманию, заставляет нас людей оглянуться назад, к тому времени, когда впервые человеческий глаз увидел семицветную радугу.

Луч солнца, пронизывающий каплю воды – образует радугу, и луч светового фонарика, пронизывая воду – тоже образует точно такую же радугу, где два совершенно разных световых луча, по строению и источнику, вызывают одинаковое образование – радуги. Положенные на две одинаковые чаши весов, два этих эксперимента застыли в горизонтальном равновесии, дожидаясь последнего доказательства, под тяжестью которого, правда о радуге, с невероятной силой потянет вниз одну из чаш.

Если, в данных двух случаях все предельно ясно, то каким образом, можно сопоставить радугу, рождающуюся в водной среде, на примере проведенного опыта великим английским физиком Исааком Ньютоном в темной комнате, когда солнечный свет, проходил через обычную стеклянную трехмерную призму. Луч солнца, не касаясь воды, пронизывая призму, высвечивал на стене – семицветную радугу. Вопрос, являющийся вначале сложным, но разобравшись с ним, дающий поразительный ответ, открывает в своем великолепии совершенно иную картину мировоззрения живой природы в целом.

Без наличия воды, с помощью одного обычного стекла и солнечного луча, Ньютон показал человеческому взору всю величественную красоту радужных лучей семицветной радуги. Прodelывая свой знаменитый опыт в затененной комнате, здесь на Земле, Исаак Ньютон просто не мог и помыслить,

что там, наверху, за пределами земной орбиты, возле самого гигантского светила – солнца, солнечный луч, испускаемый этой яркой звездой, уже, в начале своего пути, встречается в своем движении с водой. Уже в Космосе, за 150 миллионов километров от поверхности нашей планеты, оторвавшись от солнца, солнечный луч, проходит дважды через водные преграды, и, изменившись в своем строении, устремляется с невероятной быстротой вниз к Земле.

Ньютон, конечно, не мог и предположить, что исследуемый им солнечный луч, там наверху, уже прошел через воду, что ставя перед лучом солнца препятствие из стекла, в виде призмы, он даже не мог и представить о том, что он на стене рассмотрит радугу, образуемой от разложения луча света, уже до этого отразившегося возле солнца от воды.

Исаак Ньютон провел самый замечательный опыт, он все сделал правильно, как и подобает мыслителю ученому, но его ошибка заключалась в том, что он не мог предугадать того, что заранее, за несколько минут до его открытия семицветного спектра, солнечный луч успел отразиться возле самого солнца от воды. Доказательством этого служат две окружные радуги, опоясывающие окружность солнца, на которых отчетливо видны все семь цветов, где наиболее ясно просматриваются – красный, оранжевый, зеленый и фиолетовый цвета. Они хорошо видимы с поверхности Земли без соответствующего оборудования и астрономических приборов. Первые семь радужных колец располагаются возле самого солнечного диска, со следующим порядком цвета, справа налево – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. У второй радуги, находящейся вблизи от первой цвета радужной дуги идут в обратном порядке, вначале – фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и последний основной цвет – красный.

Разглядеть две солнечной радуги возле солнца возможно также и с помощью тонированных стекол, например, автомобиля или солнцезащитных очков. Принятое человеком за солнечное отражение, ошибочно названное – гало, позволяет нам отчетливо взглянуть на космический мир отсюда, с поверхности Земли, практически не видя его, со стороны имея в своем запасе багаж знаний наших предшественников.

красный  
оранжевый  
желтый  
Световой луч – Белый цвет – Вода – зеленый  
голубой  
синий  
фиолетовый

Но предположение о наличие воды вблизи солнца, где плюсовая температура превышает сотни миллионов Цельсия, в том месте, где воды под влиянием невыносимого жара и термоядерной реакции просто не должно быть по сути, может вызвать недоумение и растерянность у читателя. Откуда на Солнце, того космического тела, с помощью которого планета Земля согревается и функционирует уже долгие миллионы лет может быть вода. Невероятная загадка, разгадка которой предопределяет весь дальнейший ход жизни абсолютно всех живых существ живущих на нашей планете сейчас и на долгие тысячелетия вперед.

Чтобы получить ответ на поставленный вопрос, людям необходимо постараться поменять свое мышление, научиться думать и понимать природу. Человек должен не просто любоваться небесным солнечным светилом, но прежде всего, он обязан внести ясность в свои мысли, стремиться четче понимать окружающий его мир, верить в ощущения о доверять своим знаниям.

Солнце – это звезда, состоящая из комплекса газообразных веществ, из которых, главными и основными газами являются – водород и гелий. Хочется еще раз повторить о том, что водород – это горючий газ, без цвета и запаха, при горении которого выделяется... вода!!!

Горючий газ, сгорая, оставляет после себя воду.

Поразительное явление.

Вот откуда, именно, вблизи поверхности солнца, в любое время дня, при ясном просмотре с Земли солнечного диска, отчетливо просматриваются два семицветных радужных кольца. Отделяясь от самого солнца, солнечный луч, в безудержном стремлении устремляется вниз, к Земле и сразу же погружается в брызги воды, образующиеся при сгорании водорода.

Пройдя сквозь массивный поток воды, солнечный световой луч, превращается из белого однотонного в семицветный водяной луч и, достигая, поверхности Земли, по воле судьбы, проскользнув через неболь-

шое отверстие в темной комнате, сделанное Исааком Ньютоном, пронзил на своем пути трехгранную стеклянную призму, образовав семицветный спектр света, увиденный и описанный в 1666 году знаменитым английским ученым.

Он первым отметил семицветный спектр радужных лучей, полученный благодаря стеклу и солнечному световому пучку, предварительно соединившись до этого зрелища, за 8 минут и 17 секунд того времени, затраченное на прохождение солнечного луча от Солнца до Земли, за то незначительное время до этого знаменательного события в истории естествознания, с образующейся из водородного газа водой, не здесь на Земле, а там, наверху, за много миллионов километров от человеческого взгляда, в водной солнечной орбите.

Доводы Ньютона основывались на им же проведенном опыте по разложению светового солнечного луча на семь разных цветов:

«Свет состоит из лучей всех цветов не только по выходе из призмы, но даже тогда, когда он еще не дошел до призмы, до всякого преломления».

Но вот как описывает эпохальный поэт-бунтарь, живший двумя веками позже Иоганн Вольфганг Гете заявление Исаака Ньютона о семи цветах солнечного луча:

«Утверждение Ньютона – чудовищное предположение. Да и как то может быть, чтобы самый прозрачный, самый чистый цвет – белый – оказался смесью цветных лучей».

Не может световой луч, беря свое начало от источника горения, имеющего бесцветную структуру, на примере водорода солнца, давать в конечном итоге – семицветный солнечный луч, Это просто невозможно. Другое дело, когда тот же солнечный луч дважды проходя через водные преграды, отражаясь от них, меняет свою внутреннюю структуру с белого цвета на семицветную, порождая в своем отражении семицветный радужный спектр лучей, видимые невооруженным взглядом, как вблизи солнца, так и на поверхности Земли.

Впервые неосознанно об этом явлении сообщил Михаил Васильевич Ломоносов: «Любой цвет от смачивания воды делается гуще». Ни от того, что, чем ярче свет, тем гуще радуга, а от того, что чем больше воды, тем ярче радуга.

Еще одни, очередным доказательством, постоянного нахождения вблизи солнечно-

го диска водной радуги является, видимый с земной поверхности зеленый луч, появляющийся за несколько секунд до захода, а также восхода солнца. В знаменитом романе Жюль Верна «Зеленый луч» наиболее четко описывается это природное чудо... «Если посчастливится видеть это явление, то обратите внимание на то, что последний луч солнца оказывается не красным, а зеленым. Да, да, он будет иметь чудесный зеленый цвет, такой зеленый, какой не может создать ни один художник на своей палитре. Подобный зеленый цвет нельзя найти и в растительном мире, несмотря на все множество и разнообразие его цветов и оттенков, его не встретить и в самых ярких морях. Если есть зеленый цвет в раю, то он не может быть иным, ибо это настоящий цвет надежды!»

Многие отечественные и зарубежные ученые пытались объяснить происхождение зеленого луча, разгадка которого не была раскрыта по существу. Дело в том, что самое центральное место в радужном спектре занимает зеленый цвет, оставляя по бокам сверху и снизу по три других цвета.

красный  
оранжевый  
желтый  
зеленый  
голубой  
синий  
фиолетовый

Располагаясь в середине цветовой палитры радуги, зеленый цвет, по отношению к другим цветам спектра занимает доминирующее расположение и при заходе или восходе солнца человеческий глаз улавливает его зеленоватый оттенок, отражая от глазного зрачка все остальные веерные радужные цвета. Наличие зеленого цвета на Солнце, увиденным человеком при его восходе или заходе подтверждает справедливое утверждение автора о нахождении вблизи солнечного диска водной солнечной радуги.

Необходимо сопоставить зеленый срединный цвет солнечной радуги с зеленым цветом флоры нашей планеты. Зеленый цвет растительности Земли дает право утверждать в том, что именно этот цвет отражается в его видение, посредством нахождения его в середине солнечной радуге.

Что касается водородного газа в жизни живых существ нашей планеты, то, как это не покажется таинственным, он, уже долгие тысячелетия, с момента сотворения живых

видов на Земле вытаскивает их из смертельной ловушки, на многие десятки лет, обеспечивая отдельному живому существу возможность спастись от неминуемой гибели уготовленной каждому рождающемуся земному организму. Вступая в химическую реакцию с элементом хлором, ни где-то во внешней окружающей среде, а здесь, внутри живой системы желудочной камеры, он, таким путем рождает в живом теле земного существа химическое соединение – соляную кислоту [3].

Только с ее появлением в желудке, с живым организмом начинают происходить удивительные явления, основанные на безудержном стремлении – жить, есть и размножаться [4]. Бурля и клопоча внутри пищеварительной системы животных и людей, беря пример с магмы вулкана, дающее теплоту и резонансное дрожание, как поверхности земли, так и всему живому туловищу, соляная кислота в своем неистовстве, легко и в доступной форме умудряется расщепить до отдельных химических составляющих все кормовые и пищевые ингредиенты, попавших через рот в желудочно-кишечный тракт млекопитающего [5].

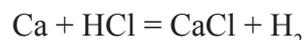
Именно в ее соляной среде, под влиянием образующегося там же желудочного фермента – пепсина, корм или пища, распадаются на 5-ть основных химических компонентов – белки, углеводы, жиры, витамины и минералы [6]. Не останавливаясь ни на секунду белки расщепляются до аминокислот, углеводы до сахаров, жиры до жирных кислот, витамины до жирно- и водорастворимых форм, а минералы – до микро-и макроэлементов [7]. Все они – дружно и гурьбой устремляются через стенки желудка в кровь... и на этом, по-видимому, весь пищеварительный цикл завершается [8].

Но это не так! Это обманчивое предположение, уже утянула на тот свет многие человеческие и животные жизни [9]. Закрытая неприступными для взгляда человека внешними оболочками, пищеварительная система на долгие тысячелетия скрывает в себе, удивительную химическую реакцию, результатом которой явились оберегающие по своей значимости – химические стойкие хлористые соединения (ХСХС), [10].

Прежде чем бесследно ускользнуть в кровавую гущу – одна категория химических элементов, вышеперечисленных пищевых или кормовых ингредиентов, а именно – минералы, успевают в желуд-

ке, благодаря слаженным биологическим действиям – желудочной соляной кислоты и желудочного фермента – пепсина, связаться воедино в крепкую, непрерывную химическую связь, с образованием – хлористых минеральных солей [11].

Кальция + Соляная кислота = Хлористый кальций + Горючий водородный газ



Данная химическая реакция выполняется не только в лаборатории, в стеклянной посуде, но уже долгие тысячелетия, не останавливаясь не на секунду, внутри живой земной системы, в полном мраке, при постоянном образовании там соляной кислоты и непрерывном поступлении извне растительного и животного топлива, в такие немислимых условиях, не останавливаясь ни перед чем, как искра в полнейшей тьме – загорается неопишваемым пламенем жизни, дающее всем без исключения живым представителям Земли – людям, животным, птицам, земноводным, рептилиям, рыбам, насекомым, – законное право безвозмездно обитать на ее поверхности [12].

Химическая реакция, протекающая в желудках млекопитающих, заставляет любой животный организм подняться с земли, безбоязненно взглянуть на всю эту окружающую действительность и двигаться туда, где он сможет посеять свои генные зачатки на долгие тысячелетия вперед [13]. Всаживаясь через стенки желудка все конечные продукты данной химической реакции воссоединения воедино минерала и хлора, с током крови, скоротечно распределяются по телу живого туловища [14]. Каждый миллиметр живого животного или человеческого тела заполнен до отказа – химическими стойкими хлористыми соединениями (ХСХС), [15].

Они – хлористые минеральные соли защищают на долгие десятилетия, вытягивают из смертельной ловушки многие тысячелетия и не дают сомкнуться тискам смерти, оберегая живой организм от неминуемой гибели, являются по своей значимости, бесплатно подаренные ему природой – самыми яростными противниками гнилостных микробов [16]. Не останавливаясь ни при каких условиях, гнилостная волна микробов, на всем своем протяжении, надвигается на живые отделы земного организма [17].

Пока земное тело – живое, пока живой организм употребляет пищу или корм, пока в груди он слышит биение собствен-

ного сердца, пока у него есть желание жить – гнилостным микробам никогда не победить его, никогда они не свалят живое могучее существо на землю и не завлекут его в бездну смертельной черноты, потому что, рядом с ним, рядом с любым живым туловищем стоит неприкасаемая хлористая защита, защитники которой – химические стойкие хлористые соединения (ХСХС), до конца будут биться с гнилостным началом, пытаясь таким образом, доказать его природное право жить на планете Земля [18].

Но это только первый момент в борьбе живых организмов с ранее невиданным, но исторически существующим гнилостным миром микробов [19]. Оседая внизу, на желудочной стенке, все химические стойкие хлористые соединения (ХСХС) служат питательной средой для роста и развития внутри желудочной камеры особого кислотоустойчивого слизисто-плесневого грибка, способного при неблагоприятных факторах жизнедеятельности организма, выделять из своих грибковых структур – антибиотик, ярко-красного цвета (рис. 2), [20].



*Рис. 2. Слизисто-плесневый грибок, растущий внутри желудка высших млекопитающих.  
Дата – 06.06.2009 года*

Обладая красочным защитным красным цветом, желудочный антибиотик, уже многие тысячелетия маскируется в крови, имеющей также, ярко-красный цвет (рис. 3), [21].

Пропущенный научным миром конечный этап пищеварения, с образованием в желудке – химических стойких хлористых соединений (ХСХС), на которых при благоприятных условиях роста и развития функционирует слизисто-плесневый гри-

бок, выбрасывающий в кровь точные порции ярко-красного антибиотика, заставляет нас людей задуматься о том что, сколько еще тайн и загадочных свойств содержит в себе вся живая система земного организма (рис. 4), [22].



*Рис. 3. Ярко-красный антибиотик, прижизненно вырабатывающийся в желудке высших млекопитающих.  
Дата – 06.06.2009 года*



*Рис. 4. Ярко-красный антибиотик желудка высших млекопитающих.  
Дата – 27.06.2009 года.*

Сколько потребуется сил и времени, чтобы в полном объеме и должным образом ответить на все существующие вопросы великой и поистине непредсказуемой эволюции живого мира планеты Земля.

Химический элемент водород, занимающий первое место в периодической таблице Д.И. Менделеева, по праву занимает главенствующее положение в иерархии химических элементов. Являясь спасителем жизни живых организмов, спасая земных обитателей от неминуемого прижизненного гни-

ния, воедино связываясь, то с химическим элементом хлором (HCl), то воссоединяясь с кислородом (H<sub>2</sub>O), водород всей своей сущностью показывает, что он самый главный химический элемент в природе, отодвигая на второй план даже – кислород (O<sub>2</sub>).

Основываясь на результате опыта, изображенного на рис. 1, при получении семицветных радужных дуг свечением поверхности воды светом искусственного фонарика и закрепив этот поразительный феномен в обширных масштабах, автор приходит к научно-обоснованному убеждению в том, что солнечный свет, отбрасываемый Солнцем в космическую темноту, в своем движении проходя через водные массы горящего водорода, зарождает семицветную радугу прямо на орбите движения Земли. Путь, по которому планета Земля вращается вокруг солнечного диска, освещает семицветная радуга, дающая, уже на поверхности земли человеческому взору – спектр земных красок: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Опыт, проделанным ученым Уильямом Гершелем показал, что при, поочередном измерении семи цветов радуги, с незначительной разницей по шкале Цельсия, температура их ровнялась плюсовой. Измеряя по отдельности каждый цвет, он установил незначительное расхождение температурного коэффициента. Самым жарким был красный цвет радуги, а самым прохладным – фиолетовый. Кроме этого, измеряя невидимое пространство рядом с красным и фиолетовыми цветами, им было подмечено расхождение температуры по отношению к температуре окружающей среды (рис. 5).

Таким образом, были открыты два дополнительных невидимых луча света, названных впоследствии инфракрасными и ультрафиолетовыми лучами. Если планета Земля движется по семицветной радужной орбите, отбрасываемой Солнцем, то становится понятным факт постоянной температуры атмосферы Земли. А это подтверждается историческим эволюционным развитием живого мира растений, животных и людей.

С чего научное сообщество предположило, что, от пронизывания солнечным лучом пелены низвергающего книзу дождя с образованием разноцветного радужного спектра из семи цветов, главенствующую роль на себя взял именно луч солнца. Основываясь только на одном физическом опыте, проделанном Исааком Ньютоном в далеком 1666 году, офи-

циальная наука пришла к убеждению того, что солнечный луч имеет сложную структуру и состоит из семи разных цветов – красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Но это не так. Не солнечный луч имеет семицветный спектр цветов, в реальности являющийся простым производным, а вода состоит из семи разных цветовых гамм, что подтверждает ее сложное строение. Другими словами, видя на небе разноцветную радугу, вы обязаны осознать, что за ее рождение, в полной мере отвечает – вода. Не луч солнца имеет семь цветов, а водная гладь при освещении ее Солнцем отражает семицветную радугу.

Увидеть семицветную радужную земную орбиту смогут только люди, находящиеся непосредственно вблизи земной орбиты, на космических станциях, так как, на Земле разглядеть семицветную спектральную земную орбиту, по которой вокруг солнца движется планета Земля практически невозможно. Полностью окунаясь в радугу, где температура радужных цветов, и днем, и ночью постоянная, планета Земля на многие миллионы лет обеспечила для своей жизнедеятельности, роста и развития растений, для проживания обширного животного мира и появления человеческой расы, то преимущество перед другими планетами солнечной галактике, дающее ей право называться – живой.

Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун – все данные шарообразные планеты Солнечной системы имеют высокий разрыв и значительную разницу температуры, от минусовой к плюсовой, препятствующее заселению их поверхности живыми организмами.

Днем + 120, ночью – 120 °С, при таких температурных скачках не станет жить ни одно живое существо. Абсолютный минимум температурного разрыва позволяет живым представителям Земли – людям, млекопитающим, рыбам, пресмыкающимся, земноводным и насекомым – жить и размножаться, выживая на планете Земля, уже многие тысячелетия [23].

Более того, если бы планета Земля по размерам была бы как Солнце, то солнечные лучи, обращенные непосредственно к земной поверхности, освещали земной шар не полностью, как это следовало бы ожидать в данном конкретном случае, пытаюсь охватить своими жаркими лучами всю освещаемую сторону нашей планеты, а в виде удлиненного столбика (фигуры, рис. 6).



Рис. 5. Цвета радуги

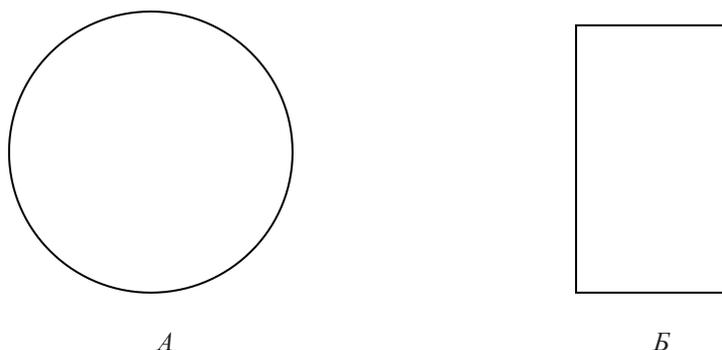


Рис. 6. Фигуры: А – неправильное понятие освещенности Солнцем земной поверхности. Б – правильное понятие освещенности Солнцем земной поверхности

Для подтверждения этого вывода, достаточно направить на банку с водой световой луч от искусственного излучателя – фонарика. На противоположной стороне от банки, искусственный луч света, проходя через толщу воды, высветит на стене, удлиненный сверху вниз столбик света. При этом в серединной части прямоугольного столбика будет наблюдаться активное яркое свечение, а значит, если брать в пример планету Земля, то в данном промежутке света зародятся благоприятные условия для жизни и развития животного и растительного мира в целом. По краям и дальше, освещенность поверхности будет тусклой и невзрачной, характеризующим заметным похолоданием климата, за счет снижения температуры.

Следует также обратить пристальное внимание на такое заболевание, как дальтонизм (цветовая слепота) – невозможности определения отдельного цвета или его оттенка зрением высшего млекопитающего. На фоне вышеперечисленных экспериментальных исследований о разности цветов не в световом луче, а в воде, необходимо провести работу по определению отсутствия водной жидкости в роговице и хрусталике глаза. Недостаток или полное отсутствие воды в строение глаза, не позволяет световому лучу отражаться от водной жидкости глаза, что не дает возможности рождению всего цветового спектра в целом.

Ученому миру предлагается в короткий срок обсудить образование семицветной радуги, получаемой с помощью искусствен-

ного луча света и поверхности воды, наличие которой в совершенно темной комнате позволит открыть в современном мире новую страницу в понимание цвета в природе.

Следует объяснить происхождение радуги, при отсутствии естественных световых лучей солнца, дугообразные цвета которой ложатся ровными и синхронно правильными рядами, позволяя человеческому глазу пристально и вблизи рассмотреть всю цветовую палитру. Радуга, полученная в темной комнате от луча фонарика, отражаемые от поверхности воды, по своим цветовым составляющим точь-в-точь является аналогом небесной радуги, рожденной на небосводе от солнечного луча пронизывающего завесу, низвергающего вниз потоку дождя.

Необходимо, как можно быстрее вернуться назад, к первоисточникам научной мысли, потому что по отдельным фундаментальным вопросам научный мир углубился в непролазные дебри. Радужный цвет глаз, пищеварение кровообращение – являются основой для нормального полноценного функционирования всей живой системы организма. Недопонимание, а еще хуже, – искажение видимых, но по каким-то причинам не озвученных ранее фактов живой природы, поглощения их правильной сущности ложными взглядами, уводит человечество далеко от истинного понимания вещей.

Например, пищеварение в желудке. Корм или пища, проглоченные животным или человеком, попав в желудок, распадаются на более мелкие составные, которые всасываясь желудочной стенкой, устремляются в кровь и на этом все? Процесс пищеварения закончился. Конечно, нет, так как с попаданием биологических производных в желудок, в нем начинают функционировать все механизмы, обеспечивающие живому телу беспрепятственно существовать на нашей планете [24].

Проведенные автором исследования показали, что, при наличии кормовых или пищевых составляющих в желудках высших млекопитающих и людей, в абсолютно непригодных соляных условиях жизни, без доступа света, постоянно ощущая на себе давления извне, растет особый кислотоустойчивый слизисто-плесневый грибок, выделяющего из своих грибковых производных – антибиотик, ярко-красного цвета [25].

Именно он – служит главным защитником всего живого тела высшего организма от губительного влияния извне микробного мира.

Наличие возле солнечного диска двух семицветных радуг позволяет с абсолютной точностью определить сгорание горючего водородного газа. Проведя простой математический расчет полного сгорания экспериментального земного горючего газа здесь на Земле, можно рассчитать полный его цикл и продолжительность горения там, в Космосе. Измерив, расстояние между Солнцем и первой внутренней радугой и расстояние между первой и второй внешней радуги возможно с точностью до нескольких лет определить время сгорания водородной массы Солнца. Если при горении водорода его масса и количество будет постепенно снижаться, то радужные круги станут утончаться, сближаясь, друг к другу, по причине уменьшения водного кольца, возникающего после сгорания солнечного водородного газа.

Данный процесс сгорания будет проходить не миллионы лет, как утверждает современная наука, а завершится намного раньше запланированного человеком срока. А то, что водородный газ горит, подтверждается наличием вокруг солнца двух видимых человеческим взглядом радуг, возникающих от преграждения движению солнечным лучам околосолнечной водной преградой.

Ну, а пока Солнце горит, пока оно согревает живой мир Земли своим теплом и светом, бесконечный животный мир, до последних секунд своей жизни, носит внутри своего собственного тела – водородный заряд, позволяющий ему воссоединяться с элементом хлором и образовывать в желудке – желудочную соляную кислоту. Только ее нахождение в живом земном теле животных и людей, позволяет им дожить до последних мгновений, как своей жизни, так и жизни планеты Земля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ньютон И. Лекции по оптике / И. Ньютон // Перевод комментарий и редакция академика С.И. Вавилова. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1946. – С. 276.
2. Ньютон И. Оптика или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света / И. Ньютон // Перевод с третьего английского издания 1721 г. с примечаниями академика С.И. Вавилова. Издание второе, пересмотренное Г.С. Ландсбергом. – М.: Гостехиздат, 1954. – С. 366.
3. Кулясов П.А. Эволюционное взаимодействие желудочной соляной кислоты с комплексом минеральных ве-

- ществ, поступающих в желудочно-кишечный тракт животных с кормом / П.А. Кулясов // Научная перспектива. – Уфа, 2012. – № 1. – С. 34.
4. Кулясов П.А. Защитные соединения желудка / П.А. Кулясов // Вектор науки. – Уфа. 12.2011 – 01. 2012. – № 4–5. – С. 9–18.
5. Кулясов П.А. Антибиотик живого тела / П.А. Кулясов // Молодой ученый. – Чита, 2012. – № 5 (40). – С. 563–568.
6. Кулясов П.А. Неприкосновенность живой ткани организма к воздействию на нее извне гнилостных микробов / П.А. Кулясов // Вестник ИрГСХА. – Иркутск, 2012. – 164 с.
7. Кулясов П.А. Роль гнилостных микроорганизмов в жизни живых существ / П.А. Кулясов // Ветеринарна біотехнологія. – 2012. – № 20. – С. 90–97.
8. Кулясов П.А. Роль соляной кислоты при консервировании живого и мертвого организма / П.А. Кулясов // Современные наукоемкие технологии. Академия Естествознания. – 2012. – № 3. – С. 44–51.
9. Кулясов П.А. Гниение зубов / П.А. Кулясов // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2013. – № 2 (17). – С. 8–13.
10. Кулясов П.А. Химическая реакция внутри живого тела / П.А. Кулясов // Успехи современного естествознания. Академия естествознания. – 2013. – № 6. – С. 102–109.
11. Кулясов П.А. Гниение живого тела / П.А. Кулясов // Наука и Мир. Международный научный журнал. – 2013. – № 4 (4). – С. 54–61.
12. Кулясов П.А. Раковая опухоль толстого отдела кишечника / П.А. Кулясов // Успехи современного естествознания. Академия естествознания. – 2014. – № 3. – С. 21–30.
13. Кулясов П.А. Эволюция гниения / П.А. Кулясов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Академия естествознания. – 2014. – № 4. – С. 115–119.
14. Кулясов П.А. Антибиотик желудка / П.А. Кулясов // Успехи современного естествознания. Академия естествознания. – 2014. – № 5 (часть 1). – С. 89–94.
15. Кулясов П.А. Болезнь тысячелетия / П.А. Кулясов // Концепт. – Современные научные исследования. Научно-педагогический электронный журнал. – 2014. Выпуск 2.
16. Кулясов П.А. Генофонд Земли / П.А. Кулясов // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. Материалы VII Международной научно-практической конференции, Том 1. – 2014. – Санкт-Петербург. – С. 144–157.
17. Кулясов П.А. В одном шаге от разгадки / П.А. Кулясов // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследования. Сборник Материалов XIII международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2014. – С. 7–17.
18. Кулясов П.А. Происхождение рака / П.А. Кулясов // Роль науки в развитии общества. Международная научно-практическая конференция. – Уфа, 2015. – С. 181–198.
19. Kulyasov P.A. Molding of albumen / P.A. Kulyasov // European Science and Technology. Munich-Germany, 2012. – P. 614–620.
20. Kulyasov P.A. Rotting and Hydrosulphuric acid / P.A. Kulyasov // Journal Science Education, Dezember, 18–19, Munich-Germany, 2012. – P. 263–268.
21. Kulyasov P.A. Saprogenic microbes / P.A. Kulyasov // Science Technology and Higher Education. Westwood-Canada, 2012. – P. 503–516.
22. Kulyasov P.A. Discharging anti-bacterial preparation of intense red color from gastrointestinal tract of cows / P.A. Kulyasov // European Journal of Natural History. – 2013. – № 1. – 83 p.
23. Kulyasov P.A. Synchronicity rotting dead body / P.A. Kulyasov // European Applied Sciences. Wissenschaftliche Zeitschrift. Stuttgart, Germany. – 2013. – № 7 – P. 7–13.
24. Kulyasov P.A. Knowledge and Cancer / P.A. Kulyasov // Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings 2<sup>nd</sup> international Scientific Conference. : New York, USA. 9–10<sup>th</sup> September 2013. – P. 44–48.
25. Kulyasov P.A. Bright red antibiotics. European Innovation Convention. / P.A. Kulyasov // 1st International scientific conference.: Vienna, Austria. 20–21<sup>th</sup> December, 2013. – 164 p.

УДК 336.1:352(571.17)

**ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТНЫХ ФИНАНСОВ  
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕГИОНА****Раст Д.В.***ФБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева»,  
Кемерово, e-mail: rastdv@mail.ru*

В данной статье представлены теоретические основы формирования местных финансов, выявлена их роль в развитии местного самоуправления. Автором уточнено понятие местных финансов и их роль в решении вопросов местного значения. Проанализирована практика формирования местных финансов Кемеровской области. В заключении предлагаются возможные решения, которые позволят улучшить процесс формирования местных финансов муниципальных образований.

**Ключевые слова:** местные финансы, муниципальные образования, местные бюджеты, налоговая политика, собственные доходы

**PROBLEMS OF FORMATION OF LOCAL FINANCE MUNICIPALITIES  
OF THE REGION****Rast D.V.***Kuzbass State Technical University named T.F. Gorbachev, Kemerovo, e-mail: rastdv@mail.ru*

Theoretical bases of formation of local finance are presented in this article, their role in development of local government is revealed. The author specified concept of local finance and their role of the solution of questions of local value. Practice of formation of local finance of the Kemerovo region is analysed. In the conclusion possible solutions which will allow to improve process of formation of local finance of municipalities are proposed.

**Keywords:** local finance, municipalities, local budgets, tax policy, own income

Экономической основой местного самоуправления, наряду с государственным имуществом, переданным в управление муниципалитетам, являются местные финансы. В совокупности с объектами муниципальной собственности они способствуют функционированию и развитию инфраструктуры муниципального образования. С точки зрения существующего законодательства, местные финансы не являются составной частью государственного бюджета и относительно самостоятельны в рамках взаимоотношений между региональными и местными органами.

В соответствии с законодательством, регулирующим деятельность органов местного самоуправления в Российской Федерации, финансовую основу органов муниципальной власти представляют их бюджеты. Предоставленные органам муниципальной власти имущественные и финансовые права, предоставляют им возможность формировать, утверждать и исполнять свои бюджеты, а также распоряжаться предприятиями, переданными в их ведение и получать доходы от их деятельности.

Через местные бюджеты до населения доводятся конечные результаты производства, распределяются общественные фонды потребления между отдельными группками населения. Из местных бюд-

жетов, в первую очередь финансируются: местная и пищевая промышленность; коммунальное хозяйство; объемы продукции и услуги; в целом развитие отраслей промышленности являющихся основой обеспечения жизнедеятельности населения муниципального образования.

Целью данного исследования является изучение теоретических основ формирования местных финансов и практика формирования их в Кемеровской области.

Для реализации поставленной цели были использованы методы сравнительного анализа, статистические методы.

**Теоретические аспекты формирования  
местных финансов муниципальных  
образований**

Местные финансы или финансы местных (муниципальных) образований органов управления являются важным составляющим звеном финансовой государственной системы. К местным финансам относятся финансы сельских и городских поселков, городов и районов, общин и округов. В ряде стран, в соответствии с национальными особенностями территориального устройства, к местным финансам относятся финансы графств и областей. В Российской Федерации более 12 тыс. муниципальных образований имеют утвержденный статус.

Однако примерно лишь половина из них (около 6 тысяч) имеет самостоятельный бюджет [2]. В Федеральном законе «О финансовых основах местного самоуправления Российской Федерации» «местные финансы» определяются как средства местного бюджета, государственные и муниципальные ценные бумаги, принадлежащие органам местного самоуправления, и другие финансы [6]. По нашему мнению, данное определение не позволяет раскрыть сущность, признаки и особенности местных финансов.

К предметам ведения местного самоуправления в рамках территории муниципального образования отнесен ряд вопросов местного значения. Прежде всего, это принятие и изменение уставов муниципальных образований, контроль за их соблюдением, владение, пользование и распоряжение муниципальной собственностью, распоряжение местными финансами, формирование, утверждение и исполнение местного бюджета, установление местных налогов и сборов, решение других финансовых вопросов местного значения. Местные органы власти ведают также комплексом социально-экономических проблем, развитием муниципальных учреждений дошкольного, основного общего и профессионального образования, муниципальных учреждений здравоохранения, обеспечением санитарного благополучия населения. В их ведении находится организация и содержание муниципальных органов охраны общественного порядка, осуществление контроля за их деятельностью. Планировка и застройка территорий муниципальных образований, создание условий для жилищного и социально-культурного строительства, контроль за использованием земель, водных объектов местного значения, месторождений общераспространенных полезных ископаемых, организация, содержание и развитие муниципальных энерго-, газо-, тепло- и водоснабжения и канализации, снабжения топливом - все это проблемы местного самоуправления. К этому необходимо добавить муниципальное дорожное строительство и содержание дорог местного значения, благоустройство и озеленение территории муниципальных образований, утилизацию и переработку бытовых отходов, организацию транспортного обслуживания и обеспечение населения услугами связи, создание условий для развития тор-

говли, общественного питания, бытового обслуживания, спорта. Большое место занимают вопросы культуры, работы средств массовой информации, организации занятости населения и социальной поддержки нуждающихся, охраны окружающей среды и многое другое [1].

В связи с этим, необходимо уточнить понятие местных финансов, их роль в решении социально-экономического развития муниципальных образований, особенно на уровне сельских поселений. По нашему мнению, *муниципальные финансы следует рассматривать как экономические отношения, возникающие в процессе формирования, последующего распределения и рационального использования денежных средств для решения вопросов местного значения.*

Муниципальная составляющая местных финансов определяется тем, что ответственность по решению вопросов местного значения ложится на органы местного самоуправления, действующие от имени населения муниципального образования, осуществляющие права собственника в отношении местных финансов и выполняющие свои функции исключительно из собственных источников, независимо от других источников средств. Функционирование местных финансов сопровождается реальным движением денежных средств в форме доходов, отчислений и поступлений, которыми может распоряжаться орган местного самоуправления.

Основным источником местных финансов являются налоги, представляющие собой доходную часть бюджета любого уровня. Доходную часть бюджета муниципального образования, в соответствии с существующим законодательством, составляют налоговые и неналоговые доходы, а также безвозмездные поступления из вышестоящих уровней бюджета на выравнивания бюджетной обеспеченности функционирования органов местного самоуправления.

Следует отметить, что действующая система аккумуляции бюджетов муниципальных образований характеризуется сокращением количества местных налоговых платежей. К ним отнесены налоги, имеющие низкую собираемость [7], что привело к значительным потерям налоговых поступлений и резкому снижению собственных доходов в обеспечении самостоятельности местных бюджетов.

Используемая в настоящий период методика применения системы единых нормативов отчислений от федеральных и региональных налогов на местный уровень не учитывает существующую дифференциацию экономического и налогового потенциала территорий [4].

Кроме того, постоянная нехватка средств становится центральной проблемой при реализации конституционного принципа независимости местного самоуправления от органов государственной власти, поскольку местное самоуправление в большей части экономически столь маломощно, что неспособно реально влиять на положение дел на местах [3].

### Практика формирования местных бюджетов в Кемеровской области

Примером, подтверждающим сложившиеся проблемы в развитии местного самоуправления, является Кемеровская область. Высокое неравенство экономических потенциалов, профицитный бюджет муниципальных образований с интенсивно развивающимися угольными предприятиями и дефицит бюджета в остальных муници-

пальных образованиях, характерны для региона.

В соответствии со статистическими данными, в 2013 году, только в Краснобродском городском округе, Беловском и Прокопьевском муниципальных районах бюджеты сформированы с профицитом. Остальные муниципальные образования дотационны, в той или иной мере [6].

Местные бюджеты Кемеровской области в большей степени формируются за счет безвозмездных поступлений от вышестоящих бюджетов бюджетной системы РФ.

Следует отметить, что удельный вес таких поступлений в виде межбюджетных трансфертов в консолидированных муниципальных бюджетах в среднем по области составляют: для городских округов – 59,9–65%; муниципальных районов в пределах 75–80%; сельских поселений – 41,2–55%, в разные годы.

По данным Главного финансового управления Кемеровской области уровень дотационности бюджетов муниципальных образований Кемеровской области за 2009–2013 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Уровень дотационности бюджетов муниципальных образований Кемеровской области за 2009–2013 гг., млн. руб.

Годы	Показатели	Типы муниципальных образований		
		Городские округа	Муниципальные районы	Сельские и городские поселения
2009	Доходы, всего	58050,4	16574,9	3429,9
	Безвозмездные поступления	37643,5	13227,3	1791,5
	Уровень дотационности, %	65	80	52
2010	Доходы, всего	63839,3	19193,3	4834,1
	Безвозмездные поступления	40588,3	15172,7	2676,3
	Уровень дотационности, %	64	79	55
2011	Доходы, всего	70929,5	21886,9	5493,6
	Безвозмездные поступления	46195,5	17324,6	2987,3
	Уровень дотационности, %	65,2	79,2	53,4
2012	Доходы, всего	66301,6	22184,9	5311,9
	Безвозмездные поступления	41553,7	17487,6	2469,5
	Уровень дотационности, %	62,7	78,8	46,4
2013	Доходы, всего	58013,9	31901,7	4987,4
	Безвозмездные поступления	34205,2	23858,0	2054,8
	Уровень дотационности, %	59,9	74,8	41,2

Источники: Данные Главного финансового управления Кемеровской области.

Таблица 2  
Уровень обеспеченности муниципальных образований Кемеровской области  
собственными доходами в 2013 год, млн. руб.

№ п/п	Городские округа			Муниципальные районы				
		доходы, всего	в т.ч. соб- ственные	% обеспе- ченности		доходы, всего	в т.ч. собствен- ные	% обеспе- ченности
1	Анжеро-Суд- женский	2872,1	578,5	20,1	Беловский	1363,8	690,7	50,6
2	Беловский	3964,0	1418,7	35,8	Гурьевский	1510,4	344,8	22,8
3	Березовский	1362,5	324,9	23,8	Ижморский	529,0	91,2	17,2
4	Калтанский	965,1	295,2	30,6	Кемеровский	2221,2	732,6	32,9
5	Кемеровский	15431,6	6757,5	43,8	Крапивинский	1093,9	191,1	17,5
6	Киселевский	3039,1	1303,5	42,8	Мариинский	1870,8	384,4	20,5
7	Ленинск-Куз- нецкий	3938,4	1065,5	27,0	Ленинск- Кузнецкий	851,2	290,5	34,1
8	Междуречен- ский	3999,1	1964,9	57,8	Новокузнец- кий	3016,3	11820,4	60,3
9	Мысковский	1274,3	544,3	42,7	Прокопьевский	2738,1	14354,7	52,4
10	Новокузнецкий	15622,1	6243,7	39,9	Промышлен- новский	1747,0	288,5	10,8
11	Осинниковский	1502,3	391,3	26,0	Таштагольский	2543,4	528,8	19,5
12	Прокопьевский	5102,2	1488,3	29,2	Тисульский	953,6	185,8	19,5
13	Полысаевский	1180,9	286,7	24,3	Топкинский	2036,8	372,0	18,3
14	Тайгинский	773,0	182,5	23,6	Тяжинский	1067,9	150,9	14,1
15	Юргинский	2229,4	630,4	28,3	Чебулинский	544,1	93,5	17,2
16	Краснобродс- кий	460,8	312,8	67,9	Юргинский	717,6	98,4	13,7
17					Яйский	902,1	152,1	16,9
18					Яшкинский	1110,4	192,2	17,3
	Итого:	58013,9	23788,7	41,0	Итого:	31901,7	8043,7	25,2

Причиной этому является то обстоятельство, что законодательно закрепленные налоги за муниципальными районами в большей степени работают на сельские поселения. Например, земли практически все находятся в сельских поселениях и, следовательно, земельный налог также принадлежит им. Незначительная доля налога на имущество физических лиц не оказывает существенного влияния на собственные доходы муниципальных районов. В данном случае, районные бюджеты остаются практически без закрепленных налогов, и их объем складывается исключительно за счет поступлений от регулируемых налогов.

Проведя анализ бюджетной обеспеченности городских округов и муниципальных районов, выявлено их значительное неравенство (табл. 2).

Как показывают данные табл. 2, более высокая обеспеченность у городских округов по сравнению с муниципальными районами. Произошло это вследствие того, что муници-

пальные районы оказались без налогооблагаемой базы (земля, имущество физических лиц находится, в основном, у поселений).

Кроме того, муниципальные районы в большей степени имели неналоговые платежи от аренды земель, которую арендовали угольные предприятия. За последние годы угольные предприятия интенсивно выкупили земельные участки под развитие производства. По существующему положению, арендная плата за использование земельных участков на порядок выше земельного налога, так как она устанавливалась исходя из кадастровой оценки земли – нижний предел арендной платы. Верхний предел законодательством не ограничен. За счет этого, муниципальные районы могли позволить устанавливать ставки арендных платежей выше ставки земельного налога [5].

### Заключение

Подводя итог вышеизложенному, сделаем вывод, что существующая налоговая

политика, характер и механизм функционирования налоговой системы, являются одним из важных факторов, оказывающих влияние на основные макроэкономические показатели деятельности органов местного самоуправления. Налоговые инструменты в процессе регулирования и социального выравнивания, обеспечивают согласование различных социально-экономических структур общества, государства и населения. Изъятие части получаемого дохода в виде налогов напрямую влияют на экономические процессы хозяйствующих структур в рыночных условиях. Современное использование налоговых инструментов в качестве регулятора рыночных процессов тормозится несовершенством существующей системы налоговых отношений.

Для решения проблем в формировании местных бюджетов, на наш взгляд, следует пересмотреть налоговую систему в сторону увеличения закрепленных за местным самоуправлением числа налогов. Улучшением бюджетной обеспеченности муниципальных образований может послужить закрепление за ними транспортного налога. В соответствии с закрепленными полномочиями, содержание и строительство транспортных инженерных сооружений в границах поселений, муниципальных районов, городских округов, за исключением дорог общего пользования федерального и регионального значения, являются сферой деятельности поселений, муниципальных районов, городских округов, соответственно.

Развитие имущественного налогообложения с точки зрения повышения доходов муниципальных бюджетов имеет реальные перспективы. Было бы оправданным, долю налога на имущество организаций закрепить за местными бюджетами. Так как организации практически повсеместно используют дороги, коммунальные услуги, и в целом местную инфраструктуру, то и налоги, поступающие от их имущества, должны поступать в местные бюджеты. Специалисты оценивают, что передача на уровень муниципалитетов 25% доходов от налога на имущество организаций увеличила бы налоговые доходы местных бюджетов на 35%.

Таким образом, главная роль местных бюджетов состоит в том, чтобы создать достаточную финансовую базу для функцио-

нирования органов местного самоуправления, которая позволит осуществлять:

1. Формирование местных бюджетов, аккумулирование в них финансовых ресурсов, которые дадут возможность органам местного самоуправления проявлять определенную финансово-хозяйственную самостоятельность в расходовании средств на социально-экономическое развитие.

2. Местные бюджеты позволяют осуществлять выравнивание диспропорций в экономическом и социальном развитии территорий.

3. Имея в распоряжении достаточные объемы финансовых средств, органы местного самоуправления могут изменять нормативы финансовых затрат на оказание муниципальных услуг в учреждениях непромышленной сферы (школах, больницах и др.) путем их увеличения или уменьшения.

4. Органы местного самоуправления, концентрируя в местных бюджетах часть финансовых ресурсов, могут централизованно направлять часть их на решение стратегического развития своих территорий и приоритетных отраслей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич А.М., Павлова Л.Н. Государственные и муниципальные финансы: учебник. – М.: ЮНИТИ, 2013. – 686 с.
2. Барский А. Финансовая база местного самоуправления // Вопросы экономики. – 2013. – № 5. – С. 28–33.
3. Косинский П.Д. Состояние и перспективы реализации реформы местного самоуправления в Кемеровской области // Федерализм. – 2007. – С. 135–146.
4. Меркурьев В.В., Косинский П.Д., Чупрякова А.Г. Налоговая составляющая деятельности местного самоуправления: региональный аспект // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2012. – № 4(32).
5. Муниципальный менеджмент: системный подход / П.Д. Косинский, А.Г. Чупрякова, В.В. Меркурьев. – М.: Институт исследования товаропродвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2014. – С. 129–130.
6. Муниципальные образования Кузбасса: Стат. Сборник / Кемеровостат – Кемерово, 2014. – 177 с.
7. Косинский П.Д., Меркурьев В.В., Чупрякова А.Г. Налоговая составляющая деятельности местного самоуправления: региональный аспект // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2012. – № 4(32).
8. Федеральный Закон № 126-ФЗ от 25.09.1997 года «О финансовых основах местного самоуправления Российской Федерации».
9. Чупрякова А.Г. Проблемы финансового обеспечения деятельности местного самоуправления региона: пути решения // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014. – № 3(59) Т. 1. – С. 253–257.

УДК 614.7:577.4 (574.54)

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПОСЕЛКА АЙТЕКЕ-БИ  
АРАЛЬСКОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА**

**Хантурина Г.Р., Сейткасымова Г.Ж., Русяев М.В., Машин К.В.,  
Федорова И.А., Амирханова Н.Ж.**

*Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний, Караганда,  
e-mail: gkhanturina@gmail.com*

Индекс загрязнения атмосферы в п. Айтеке-би в теплый период года диоксидом серы, диоксидом азота, фенолом, пылью (ИЗА<sub>1</sub>) равен 0,8 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения воздуха.

**Ключевые слова:** Приаралье, атмосферный воздух, экология

**ASSESSING AIR POLLUTION VILLAGEVI AYTEKE-BI ARAL REGION  
OF KAZAKHSTAN**

**Khanturina G.R., Seitkassymova G.J., Russyaev M.V., Machin K.V.,  
Fedorova I.A., Amirkhanova N.J.**

*National Centre of Labor hygiene and Occupational diseases of Karagandy city,  
e-mail: gkhanturina@gmail.com*

Air pollution index in Aiteke-Bi village with sulfur dioxide, nitrogen dioxide, phenol, dust (IZA<sub>1</sub>) equals to 0.8 units in warm season, which corresponds to a low level of air pollution.

**Keywords:** the Aral Sea region, air pollution, ecology

Трагедия исчезновения Аральского моря – один из самых убедительных аргументов против несбалансированных и не рассчитанных на устойчивость действий, совершенных человечеством, которых было много в течение и созидательной, и, одновременно, разрушительной второй половины XX столетия. За этот полувековой период, человечество не только достигло огромных рубежей в техническом развитии, но также и нанесло природе ущерба больше, чем когда-либо [2].

Основной причиной сложной экологической обстановки в Приаралье явилось крупномасштабное антропогенное вмешательство. Повсеместное расширение площадей под орошение в долинах рек Сырдарья и Амударья сопровождалось не только изъятием воды, нарушением гидрологического режима рек, засолением плодородных земель, но и внесением в окружающую среду громадного количества химических веществ [1].

Поселок Айтеке-би находится в Казалинской районе Кызылординской области Казахстана. Территория п. Айтеке-би представляет собой плоскую равнину, пересекаемую с востока на запад рекой Сырдарья, протекающей в 1 км к югу от поселка. По северной окраине поселка проходит авто-трасса Самара-Ташкент. В поселке расположена железнодорожная станция Казалы на железной дороге Арыс—Кандыагаш, со

строительством которой связано возникновение этого населенного пункта. В поселке действуют предприятия железнодорожного транспорта, маслозавод, рыбный и кирпичный заводы, всего – 22 предприятия [3].

Климат поселка Айтеке-би резко континентальный, засушливый, с большими колебаниями сезонных и суточных температур воздуха, малым количеством осадков (около 130 мм в год). Часто поднимаются соле-песчаные ветры и бури, загрязняя поселок. Солевая пыль со дна высохшего Аральского моря, садится на почву, водоемы, попадает в систему водоснабжения. В связи с вышесказанным, изучение состава воздуха, воды, почвы поселка Айтеке-би на наличие загрязняющих веществ является весьма **актуальным**.

**Цель исследования:** изучить состояние атмосферного воздуха поселка Айтеке-би, расположенного в экологически неблагоприятном районе близ Аральского моря и дать оценку содержания загрязняющих веществ в данном регионе.

**Материалы и методы исследования**

Лабораторией экологической гигиены и токсикологии Национального центра гигиены труда и профзаболеваний г. Караганды РК для определения содержания вредных веществ в атмосферном воздухе использовались общепринятые методы, изложенные в руководстве по методам определения вредных веществ. При сборе, обработке и анализе полученных материалов использовались официальными руководящими документами.

Интегральная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха  
п. Айтеке-Би в теплый период года

Показатели	N	M ± m, мг/м <sup>3</sup>	ДИ	Размах колебаний (Min–Max)	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Кратность к ПДК
Взвешенные вещества	19	0,042 ± 0,004	0,033:0,050	0,006–0,078	0,15	0,278
Диоксид азота	19	0,009 ± 0,002	0,004:0,014	0,002–0,043	0,04	0,222
Диоксид серы	19	0,013 ± 0,002	0,009:0,017	0,003–0,034	0,05	0,254
Фенол	19	0	0	0	0	0

Примечание. ДИ – доверительные интервалы [– 95%:+ 95%].

Отбор проб атмосферного воздуха проводился согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» в определенных точках местности. В теплый период года (июнь) проводили отбор проб атмосферного воздуха поселка Айтеке-би в 19 точках 3 раза в день (утром, днем, вечером), в течение 3 суток с помощью газоанализатора ГАНК-4. Замеры содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ (фенол, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы) проводили стандартными методами в соответствии с «Руководством по контролю загрязнения атмосферы» с привлечением аккредитованных и сертифицированных лабораторий г. Кызылорды. Оценку результатов проводили по отношению к ПДК анализируемого вещества в воздухе по ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>. Кратность превышения ПДК<sub>сс</sub> загрязняющих веществ при расчете индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), как интегрального показателя была использована с учетом пересчета на 3 класса опасности (к 1 классу – 1.7; 2 классу – 1.3; 3 классу – 1.0; 4 классу – 0.15). Величина ИЗА рассчитывалась по значениям среднегодовых концентраций, поэтому этот показатель характеризовал уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Установлены 4 категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень загрязнения считается (ИЗА) низким при значениях менее 5, ИЗА повышенным от 5 до 8, ИЗА высоким от 8 до 13, ИЗА очень высоким, загрязнение свыше 13.

На основании полученных результатов рассчитаны комплексные показатели. Рассчитывали суммарные уровни загрязнения атмосферного воздуха. При помощи программ STATISTICA 10, Excel 2010 были проведены расчеты показателей по первичным данным. Была использована вариационная статистика с расчетом среднего арифметического, ошибки среднего, доверительного интервала, размаха колебаний, процента проб, превышающих ПДК, кратность превышения ПДК, кратность превышения среднесуточной ПДК атмосферного воздуха.

### Результаты исследования и их обсуждение

Климат п. Айтеке-би Кызылординской области Казахстана резко континентальный, засушливый, с большими колебаниями сезонных и суточных температур воздуха, ма-

лым количеством осадков. Среднесуточные показатели концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Айтеке-би в июне было в пределах санитарных норм, размах колебаний ПДК составил 0,002–0,278. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА<sub>4</sub> по п. Айтеке-би в среднем равен 0,8, что соответствует низкому уровню загрязнения воздуха (таблица).

### Заключение

Айтеке-би – административный центр и единственный населенный пункт поселковой администрации Айтеке би. Расположен в 12 км к северу от города Казалинск. Атмосферный воздух поселка в июне месяце 2014 года соответствовал низкому уровню загрязнения. Диоксид серы, диоксид азота, взвешенные вещества были в незначительных количествах и не превышали предельно допустимых концентраций. В большей степени в воздухе находились взвешенные вещества (пыль), в меньшей степени диоксид серы и диоксид азота. Фенол в воздухе обнаружен не был.

### Выводы

Индекс загрязнения атмосферы ИЗА<sub>4</sub> (диоксид серы, диоксид азота, фенол, взвешенные вещества) равен 0,8 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рузиев И.Б. // под ред. В.А. Духовный. Комплексное решение проблем использование водных и земельных ресурсов в регионе ВЕКЦА: сб. научных трудов. – Ташкент, 2010 – С. 88–95.
2. Программа по комплексному решению проблем Приаралья на 2004-2006 годы.
3. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Айтеке-би>.

*Химические науки***СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ  
БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ**

Цветов Е.М., Леденев С.М.

*Волгоградский государственный  
технический университет, Волгоград,  
e-mail: ZhenyaTsvetov@mail.ru*

Уменьшение предельных концентраций бензола и ароматических углеводородов в бензине согласно экологическим стандартам ЕВРО определило повышенный интерес к процессу изомеризации легкой нефти. В настоящее время топливное производство Волгоградского нефтеперерабатывающего завода (ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка») поддерживает курс на увеличение объемов производства изомеризата, что позволяет снизить использование дорогостоящих присадок (МТБЭ, ММА).

В процесс изомеризации вовлечена легкая бензиновая фракция НК-75 °С, а узкая фракция 75–100 °С выводится на автоматическую станцию смешения бензинов волгоградского предприятия как прямогонный низкооктановый компонент товарного бензина. Это связано с невозможностью ее переработки ни в катализат установок риформинга из-за образования больших количеств бензола и толуола, ни в изомеризат установки изомеризации из-за низкой селективности эксплуатируемого катализатора I-82 в отношении данной фракции. Отечественной

научно-исследовательской и инжиниринговой компанией ПАО «НПП Нефтехим» разработана технология изомеризации гептановой фракции (70–105 °С) «Изомалк-4» на специальном катализаторе СИ-4, которая успешно прошла пилотные испытания [1]. Предлагается интегрировать данную технологию в структуру установки изомеризации путем строительства блоков подготовки сырья и блока изомеризации гептановой фракции (C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub>), а так же объединения стадий выделения целевого продукта – изомеризата C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> и C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub> с целью уменьшения затрат на энергоресурсы и снижения количества аппаратов технологической схемы.

Проведенные технико-технологические расчеты показали, что такая схема переработки позволит повысить выход изомеризата на 28 %, что обеспечит гарантированное содержание бензола менее 1 % об. и снизит содержание ароматических углеводородов до 35 % в товарном бензине. Кроме того внедрение технологии «Изомалк-4» обеспечит более эффективную работу катализатора изомеризации фракции НК-75 °С за счет снижения содержания углеводородов C<sub>7+</sub> в сырье, а также уменьшит затраты на приобретение высокооктановых присадок.

**Список литературы**

1. Пат. 2408659 РФ, МПК C07C5/22. Способ изомеризации легких бензиновых фракций, содержащих C<sub>7</sub>-C<sub>8</sub> парафиновые углеводороды / Шакун А.Н., Федорова М.Л.; заявитель и патентообладатель: ОАО «НПП Нефтехим». – № 2009127923/04; заявл. 20.07.2009; опубл. 10.01.2011.

**В журнале Российской Академии Естествознания  
«Современные наукоемкие технологии» публикуются:**

Журнал публикует обзорные и теоретические статьи, материалы международных научных конференций (тезисы докладов) по:

- 1. Физико-математическим наукам.**
- 2. Химическим наукам.**
- 3. Геолого-минералогическим наукам.**
- 4. Техническим наукам.**

Редакция журнала просит авторов при направлении статей в печать руководствоваться изложенными ниже правилами. Работы, присланные без соблюдения перечисленных правил, возвращаются авторам без рассмотрения.

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

По техническим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

- 05.02.00 Машиностроение и машиноведение
- 05.03.00 Обработка конструкционных материалов в машиностроении
- 05.04.00 Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение
- 05.05.00 Транспортное, горное и строительное машиностроение
- 05.09.00 Электротехника
- 05.11.00 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы
- 05.12.00 Радиотехника и связь
- 05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление
- 05.16.00 Металлургия
- 05.17.00 Химическая технология
- 05.18.00 Технология продовольственных продуктов
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем
- 05.21.00 Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева
- 05.22.00 Транспорт
- 05.23.00 Строительство
- 05.26.00 Безопасность деятельности человека

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной статьи – не более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи 5–8 страниц А4 формата (1 страница – 2000 знаков, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1.5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы. При превышении количества страниц необходимо произвести доплату.

6. При предъявлении статьи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

7. К работе должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках.

*Объем реферата должен включать минимум 100–250 слов (по ГОСТ 7.9-95 – 850 знаков, не менее 10 строк.*

*Реферат объемом не менее 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.*

*Реферат подготавливается на русском и английском языках. Используемый шрифт – полужирный, размер шрифта – 10 пт.*

*Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.*

8. Обязательное указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

9. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

10. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

11. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

12. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

13. В редакцию по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru) необходимо предоставить публикуемые материалы, сопроводительное письмо и копию платежного документа.

14. Статьи, оформленные не по правилам, не рассматриваются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

15. Автор, представляя текст работы для публикации в журнале, гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи произведения. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, несет ответственность за нарушение авторских прав перед третьими лицами, поручает редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

**ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

УДК 615.035.4

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ****<sup>1</sup>Шварц Ю.Г., <sup>1</sup>Артанова Е.Л., <sup>1</sup>Салеева Е.В., <sup>1</sup>Соколов И.М.***<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru*

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

**CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS****<sup>1</sup>Shvarts Y.G., <sup>1</sup>Artanova E.L., <sup>1</sup>Saleeva E.V., <sup>1</sup>Sokolov I.M.***<sup>1</sup>Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B.Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru*

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

**Введение**

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

---

**Список литературы**

---

Единый формат оформления приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы)

**Статьи из журналов и сборников:**

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.*

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

**Монографии:**

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

*Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.*

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

*Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.*

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:*

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

**Авторефераты**

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 18 с.

**Диссертации**

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис.... канд. полит, наук. – М.. 2002. – С. 54-55.

**Аналитические обзоры:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

**Патенты:**

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

**Материалы конференций**

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

**Интернет-документы:**

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

Краткие сообщения представляются объемом не более 1 стр. машинописного текста без иллюстраций. Электронный вариант краткого сообщения может быть направлен по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru).

### **ФИНАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ**

Статьи, представленные членами Академии (профессорами РАЕ, членами-корреспондентами, действительными членами с указанием номера диплома) публикуются на льготных условиях. Члены РАЕ могут представить на льготных условиях не более одной статьи в номер.

Для членов РАЕ стоимость одной публикации – 500 рублей.

Для других специалистов (не членов РАЕ) стоимость одной публикации – 2250 рублей.

Публикация для аспирантов бесплатно (единственный автор).

Краткие сообщения публикуются без ограничений количества представленных материалов от автора (400 рублей для членов РАЕ и 1000 рублей для других специалистов). Краткие сообщения, как правило, не рецензируются. Материалы кратких сообщений могут быть отклонены редакцией по этическим соображениям, а также в виду явного противоречия здравому смыслу. Краткие сообщения публикуются в течение двух месяцев.

Оплата вносится перечислением на расчетный счет.

Получатель ИНН 5837035110 КПП 583701001 ООО «Издательство «Академия Естествознания»	Сч. №	40702810822000010498
<b>Банк получателя</b> АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	БИК Сч. №	044525976 30101810500000000976

Назначение платежа: Издательские услуги. Без НДС. ФИО.

Публикуемые материалы, сопроводительное письмо, копия платежного документа направляются по адресу:

– г. Москва, 105037, а/я 47, АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ, редакция журнала «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (для статей)

или

– по электронной почте: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru). При получении материалов для опубликования по электронной почте в течение семи рабочих дней редакцией высылается подтверждение о получении работы.

☎ (499)-7041341, (8452)-477677,

Факс (8452)-477677

✉ [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru);

[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

<http://www.rae.ru>;

<http://www.congressinform.ru>

**Библиотеки, научные и информационные организации,  
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№ п/п	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул. Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул. Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул. Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николаямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул. Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул. Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п. 10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20, комн. 401.

**УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!**

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ  
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

**Стоимость подписки**

На 1 месяц (2015 г.)	На 6 месяцев (2015 г.)	На 12 месяцев (2015 г.)
1200 руб. (один номер)	7200 руб. (шесть номеров)	14400 руб. (двенадцать номеров)

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении сбербанка.



<b>Извещение</b>	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
	<b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b>	
	(наименование получателя платежа)	
	ИНН 5837035110	40702810822000010498
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)
	<b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ОАО) г. Москва</b>	
	(наименование банка получателя платежа)	
	БИК 044525976	30101810500000000976
	КПП 583701001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)
	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____		
<b>Подписка на журнал « _____ »</b>		
(наименование платежа)		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. «_____» _____ 201_г.		
<b>Кассир</b>	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	
	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
	<b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b>	
	(наименование получателя платежа)	
	ИНН 5837035110	40702810822000010498
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)
	<b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ОАО) г. Москва</b>	
	(наименование банка получателя платежа)	
	БИК 044525976	30101810500000000976
КПП 583701001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)	
Ф.И.О. плательщика _____		
Адрес плательщика _____		
<b>Подписка на журнал « _____ »</b>		
(наименование платежа)		
Сумма платежа _____ руб. _____ коп. Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп. «_____» _____ 201_г.		
<b>Кассир</b>	С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен	
	Подпись плательщика _____	



Копию документа об оплате вместе с подписной карточкой необходимо выслать по факсу 845-2-47-76-77 или **E-mail: stukova@rae.ru**

**Подписная карточка**

Ф.И.О. ПОЛУЧАТЕЛЯ (ПОЛНОСТЬЮ)	
АДРЕС ДЛЯ ВЫСЫЛКИ ЗАКАЗНОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ (ИНДЕКС ОБЯЗАТЕЛЬНО)	
НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛА (укажите номер и год)	
Телефон (указать код города)	
E-mail, ФАКС	

**ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по **E-mail: stukova@rae.ru**.

**Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):**

Для физических лиц – 815 рублей

Для юридических лиц – 1650 рублей

Для иностранных ученых – 1815 рублей

**ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА**

<b>Информация об оплате</b> способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
<b>Сканкопия</b> платежного документа об оплате	
<b>ФИО получателя</b> полностью	
<b>Адрес для высылки заказной корреспонденции</b> индекс обязательно	
<b>ФИО полностью первого автора</b> запрашиваемой работы	
<b>Название публикации</b>	
<b>Название журнала, номер и год</b>	
<b>Место работы</b>	
<b>Должность</b>	
<b>Ученая степень, звание</b>	
<b>Телефон</b> (указать код города)	
<b>E-mail</b>	

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 845-2-47-76-77.

По запросу (факс 845-2-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.

## РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (РАЕ)

РАЕ зарегистрирована 27 июля 1995 г.

в Главном Управлении Министерства Юстиции РФ в г. Москва

Академия Естествознания рассматривает науку как национальное достояние, определяющее будущее нашей страны и считает поддержку науки приоритетной задачей. Важнейшими принципами научной политики Академии являются:

- опора на отечественный потенциал в развитии российского общества;
- свобода научного творчества, последовательная демократизация научной сферы, обеспечение открытости и гласности при формировании и реализации научной политики;
- стимулирование развития фундаментальных научных исследований;
- сохранение и развитие ведущих отечественных научных школ;
- создание условий для здоровой конкуренции и предпринимательства в сфере науки и техники, стимулирование и поддержка инновационной деятельности;
- интеграция науки и образования, развитие целостной системы подготовки квалифицированных научных кадров всех уровней;

– защита прав интеллектуальной собственности исследователей на результаты научной деятельности;

– обеспечение беспрепятственного доступа к открытой информации и прав свободного обмена ею;

– развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций различных форм собственности, поддержка малого инновационного предпринимательства;

– формирование экономических условий для широкого использования достижений науки, содействие распространению ключевых для российского технологического уклада научно-технических нововведений;

– повышение престижности научного труда, создание достойных условий жизни ученых и специалистов;

– пропаганда современных достижений науки, ее значимости для будущего России;

– защита прав и интересов российских ученых.

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АКАДЕМИИ

1. Содействие развитию отечественной науки, образования и культуры, как важнейших условий экономического и духовного возрождения России.

2. Содействие фундаментальным и прикладным научным исследованиям.

3. Содействие сотрудничеству в области науки, образования и культуры.

### СТРУКТУРА АКАДЕМИИ

Региональные отделения функционируют в 61 субъекте Российской Федерации. В составе РАЕ 24 секции: физико-математические науки, химические науки, биологические науки, геолого-минералогические науки, технические науки, сельскохозяйственные науки, географические науки, педагогические науки, медицинские науки, фармацевтические науки, ветеринарные науки, экономические науки, философские науки, проблемы развития ноосферы, экология животных, исторические науки, регионоведение, психологические науки, экология и здоровье населения, юридические науки, культурология и искусствоведение, экологические технологии, филологические науки.

Членами Академии являются более 5000 человек. В их числе 265 действитель-

ных членов академии, более 1000 членов-корреспондентов, 630 профессоров РАЕ, 9 советников. Почетными академиками РАЕ являются ряд выдающихся деятелей науки, культуры, известных политических деятелей, организаторов производства.

В Академии представлены ученые России, Украины, Белоруссии, Узбекистана, Туркменистана, Германии, Австрии, Югославии, Израиля, США.

В состав Академии Естествознания входят (в качестве коллективных членов, юридически самостоятельных подразделений, дочерних организаций, ассоциированных членов и др.) общественные, производственные и коммерческие организации. В Академии представлено около 350 вузов, НИИ и других научных учреждений и организаций России.

### ЧЛЕНСТВО В АКАДЕМИИ

Уставом Академии установлены следующие формы членства в академии.

1) профессор Академии

2) коллективный член Академии

3) советник Академии

4) член-корреспондент Академии

5) действительный член Академии (академик)

6) почетный член Академии (почетный академик)

Ученое звание профессора РАЕ присваивается преподавателям высших и средних учебных заведений, лицеев, гимназий, колледжей, высококвалифицированным специалистам (в том числе и не имеющим ученой степени) с целью признания их достижений в профессиональной, научно-педагогической деятельности и стимулирования развития инновационных процессов.

Коллективным членом может быть региональное отделение (межрайонное объединение), включающее не менее 5 человек и выбирающее руководителя объединения. Региональные отделения могут быть как юридическими, так и не юридическими лицами.

Членом-корреспондентом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, внесшие значительный вклад в развитие отечественной науки.

Действительным членом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, ученое звание профессора и ранее избранные членами-корреспондентами РАЕ, внесшие выдающийся вклад в развитие отечественной науки.

Почетными членами Академии могут быть отечественные и зарубежные специалисты, имеющие значительные заслуги в развитии науки, а также особые заслуги перед Академией. Права почетных членов Академии устанавливаются Президиумом Академии.

С подробным перечнем документов можно ознакомиться на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

### ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Региональными отделениями под эгидой Академии издаются: монографии, материалы конференций, труды учреждений (более 100 наименований в год).

Издательство Академии Естествознания выпускает шесть общероссийских журналов:

1. «Успехи современного естествознания»
2. «Современные наукоемкие технологии»
3. «Фундаментальные исследования»

4. «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»

5. «Международный журнал экспериментального образования»

6. «Современные проблемы науки и образования»

Издательский Дом «Академия Естествознания» принимает к публикации монографии, учебники, материалы трудов учреждений и конференций.

### ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ

Ежегодно Академией проводится в России (Москва, Кисловодск, Сочи) и за рубежом (Италия, Франция, Турция, Египет, Та-

иланд, Греция, Хорватия) научные форумы (конгрессы, конференции, симпозиумы). План конференций – на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

### ПРИСУЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА РАЕ

Сертификат присуждается по следующим номинациям:

- Лучшее производство – производитель продукции и услуг, добившиеся лучших успехов на рынке России;
- Лучшее научное достижение – коллективы, отдельные ученые, авторы приоритетных научно-исследовательских, научно-технических работ;
- Лучший новый продукт – новый вид продукции, признанный на российском рынке;

• Лучшая новая технология – разработка и внедрение в производство нового технологического решения;

• Лучший информационный продукт – издания, справочная литература, информационные издания, монографии, учебники.

Условия конкурса на присуждение «Национального сертификата качества» на сайте РАЕ [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

С подробной информацией о деятельности РАЕ (в том числе с полными текстами общероссийских изданий РАЕ) можно ознакомиться на сайте РАЕ – [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

105037, г. Москва, а/я 47,  
Российская Академия Естествознания.  
E-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru)  
[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)