

ISSN 2308-4804

# **SCIENCE AND WORLD**

**International scientific journal**

**№ 2 (30), 2016, Vol. I**

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2016

UDC 53:51+67.02+54+57+61+551  
LBC 72

# SCIENCE AND WORLD

**International scientific journal, № 2 (30), 2016, Vol. I**

The journal is founded in 2013 (September)  
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

**Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013**

*Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)*

EDITORIAL STAFF:

**Head editor:** Musienko Sergey Aleksandrovich

**Executive editor:** Manotskova Nadezhda Vasilyevna

*Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science*

*Musienko Alexander Vasilyevich, Candidate of Juridical Sciences*

*Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences*

*Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences*

*Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences*

*Kislyakov Valery Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences*

*Rzaeva Aliye Bayram, Candidate of Chemistry*

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.  
Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, Angarskaya St., 17 «G»

E-mail: info@scienceph.ru

Website: www.scienceph.ru

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+67.02+54+57+61+551  
ББК 72

## НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 2 (30), 2016, Том 1

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)  
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

*Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Мусиенко Сергей Александрович

**Ответственный редактор:** Маноцкова Надежда Васильевна

*Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук*

*Мусиенко Александр Васильевич, кандидат юридических наук*

*Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук*

*Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук*

*Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук*

*Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук*

*Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук*

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»

E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)

[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

---



---

**CONTENTS**


---



---

**Physical and mathematical sciences**

- Abdukadyrov M.A., Abdukadyrov A.M.*  
STRUCTURAL PERFECTION OF HETEROEPITAXIAL  
GAXIN1-XP/GAP ( $0,6 \leq X \leq 1,0$ ) LAYERS GROWN FROM LIQUID PHASE ..... 9
- Dyussebaeva L.K., Beisebay P.B.*  
CAUCHY PROBLEM FOR A FIRST ORDER ORDINARY  
DIFFERENTIAL SYSTEM IN THE PLANE ..... 12
- Zhuravlev G.A., Obrezkov L.P.*  
THE ASSESSMENT OF ELASTIC CANTILEVER PLATE UNDER THE INFLUENCE  
OF LOAD DISTRIBUTED ALONGSIDE IN THE FRAMEWORK OF TWO-DIMENSIONAL THEORY .....16
- Loginov M.P.*  
THE PECULIARITIES OF COSMIC SAFETY IN THE SOLAR SYSTEM.  
THE MYSTERY OF LUNAR GENERATOR.....22
- Tureshbaev A.T., Zhunisova A.R.*  
COMPUTER MODELLING OF DYNAMIC BEHAVIOUR OF LIBRATION  
POINTS IN THREE-BODY PROBLEM WITH TWO RADIATING MASSES .....45

**Technical sciences**

- Dubrovina T.N., Dubrovin P.V.*  
STARTER CULTURE SELECTION FOR FERMENTED MILK PRODUCT FOR INFANT FOOD ..... 50
- Maltseva T.A., Ivanova T.G.*  
THE SYNTHESIS AND USE OF OXIDIZED HYDROLYTIC LIGNIN ..... 53
- Miryuk O.A.*  
THE RESOURCE-SAVING PRINCIPLES OF MAGNESIAN COMPOSITIONS TECHNOLOGY ..... 56
- Murodov N.M., Zhumaev S., Sharopov R.*  
STUDYING CORRELATION BETWEEN THE RIPPER SHANKS  
OF DIFFERENT CROSS-SECTIONAL SHAPES AND SOIL..... 60
- Murodov N.M., Abdualiev N.*  
USING BUND FORMER IN THE COTTON PLANT ROWS ..... 63
- Nurseitov Sh.Sh., Ospanova S.T., Prnazarova A.Zh., Temir B.Zh.*  
USING PLANT BYPASS FOR ENERGETIC AND TECHNICAL PURPOSES ..... 66
- Orlov S.P., Savelev D.S.*  
THE STRUCTURE OF INFORMATION SYSTEM  
PROCESSING THE ELECTRONIC MESSAGES OF CITIZENS ..... 70
- Pronkina K.V.*  
INFLUENCE OF THE HYDRATED PROTEIN PREPARATIONS  
ON FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SAUSAGE MASH ..... 74
- Starozhilova O.V.*  
THE PARAMETERS OF QUALITY ASSESSMENT OF RADIAL IMAGES ..... 77
- Tuzovskiy A.A., Mikhaylov A.S., Muravyeva A.E.*  
APPLICATION OF THE INFORMATIVE FEATURE SELECTION  
ALGORITHM FOR EEG NOISE ELEMENTS ALLOCATION ..... 79
- Fedoryuk E.D., Shamtsyan M.M.*  
IMPACT OF NITROGEN AND CARBON SOURCES  
AS COMPONENTS OF GROWTH MEDIUM ON THE PRODUCTION  
OF COLLAGENOLYTIC ENZYMES WHEN CULTIVATING HIGHER FUNGI *COPRINUS* SP..... 83

<i>Hlestkin A.Yu.</i> HISTOGRAM ANALYSIS OF DIGITAL FLUOROSCOPIC IMAGES .....	91
--	----

<i>Shabanov V.A., Alekseev V.Yu., Yusupov R.Z., Valishin A.R., Klimenko S.E., Kondratskiy V.D.</i> ACCOUNTING THE BACKUP PRESSURE IN PIPELINE AT START AND RUNOUT OF INLINE PUMP MOTOR DRIVE.....	94
---	----

### Chemical sciences

<i>Nurdillayeva R.N., Yusupova D.K., Babazhanova S.Z.</i> ADSORPTION METHOD OF WASTEWATER TREATMENT FROM OIL PRODUCTS AND HEAVY METAL IONS .....	99
--	----

<i>Usmanova H.U., Smanova Z.A.</i> SORPTION-LUMINESCENCE DETERMINATION OF ZINC IN THE ENVIRONMENT OBJECTS.....	103
---	-----

<i>Yangibaev A.E., Smanova Z.A.</i> SORPTION-SPECTROPHOTOMETRIC METHODS OF COPPER AND LEAD DETECTION WITH IMMOBILIZED CHEMICAL AGENTS .....	105
---	-----

<i>Yakhshieva Z.Z., Smanova Z.A., Karimova N.O.</i> AZOREAGENT ON PALLADIUM(II) IONS 4-(2-N-METHYLANABAZINAZO)-M- PHENYLENEDIAMINE .....	107
--	-----

<i>Yakhshieva H.Sh., Zhumartova U.U.</i> THE DETECTION OF MN(II) IONS BY SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD USING METYLANABASIN- $\alpha$ -AZO- $\beta$ -NAPHTHOL AZO-DYE.....	109
---	-----

### Biological sciences

<i>Batyrova K.I., Valieva G.M.</i> ON THE ISSUE OF CAPTIVE-HELD BIRDS UNDER THE CONDITIONS OF ALMATY ZOO .....	111
---	-----

<i>Kurachenko I.V.</i> PARASITE CENOSIS STUDYING OF WILD AND FOWL BIRDS OF THE SOUTHEAST OF BELARUS .....	113
---	-----

<i>Ostrenko K.S., Rastashanskiy V.V., Sardaryan I.S.</i> THE INFLUENCE OF LITHIUM ASCORBATE TOXIC DOSE AT LONG-TERM INTRODUCTION ON THE PROTEIN AND LIPID METABOLISM IN WISTAR RATS .....	115
---	-----

<i>Safonov M.A.</i> DYNAMICS OF BASIDIOMYCETES MYCOXYLOCOMPLEXES AT VARIOUS TYPES OF SUCCESSION ....	118
---	-----

### Medical sciences

<i>Iskakova M.K.</i> THE COMPARATIVE ANALYSIS AND ADVANTAGES OF USING THE INTERACTIVE METHODS FOR INTERNSHIP TRAINING.....	121
--	-----

<i>Rivkin V.L.</i> THE CURRENT ISSUES OF MEDICINE. FOREIGN SOURCES REVIEW .....	125
--	-----

### Earth sciences

<i>Akmalov Sh.B., Omonov D.B., Mansurova D.A.</i> MONITORING THE INFLUENCES OF NATURAL FACTORS TO VEGETATION DEVELOPMENT BY OBJECT BASED IMAGE ANALYSIS (OBIA) OF THE MODERATE-RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER (MODIS) NORMALIZED DIFFERENCE OF VEGETATION INDEX (NDVI) IMAGES (CASE OF SYRDARYA PROVINCE).....	128
--	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

## Физико-математические науки

<i>Абдукадыров М.А., Абдукадыров А.М.</i> СТРУКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВО ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНЫХ GaXIn1-XP/GaP ( $0,6 \leq x \leq 1,0$ ) СЛОЕВ, ВЫРАЩЕННЫХ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ .....	9
<i>Дюсембаева Л.К., Бейсебай П.Б.</i> ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОСТИ .....	12
<i>Журавлев Г.А., Обрезков Л.П.</i> ОЦЕНКА УПРУГОЙ КОНСОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВДОЛЬ НЕЕ НАГРУЗКИ В РАМКАХ ДВУМЕРНОЙ ТЕОРИИ .....	16
<i>Логинов М.П.</i> ОСОБЕННОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ. ЗАГАДКИ ЛУНОГЕНЕРАТОРА .....	22
<i>Турешбаев А.Т., Жунисова А.Р.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИБРАЦИОННЫХ ТОЧЕК ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ С ДВУМЯ ИЗЛУЧАЮЩИМИ МАССАМИ .....	45

## Технические науки

<i>Дубровина Т.Н., Дубровин П.В.</i> ПОДБОР ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА.....	50
<i>Мальцева Т.А., Иванова Т.Г.</i> СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ ГИДРОЛИЗНЫХ ЛИГНИНОВ .....	53
<i>Мирюк О.А.</i> ПРИНЦИПЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ .....	56
<i>Муродов Н.М., Жумаев С., Шаропов Р.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НОЖЕЙ-РЫХЛИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С ПОЧВОЙ .....	60
<i>Муродов Н.М., Абдуалиев Н.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВАЛИКОВ В МЕЖДУРЯДЬЯХ ХЛОПЧАТНИКА.....	63
<i>Нурсеитов Ш.Ш., Оспанова С.Т., Прназарова А.Ж., Темир Б.Ж.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ .....	66
<i>Орлов С.П., Савельев Д.С.</i> АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СООБЩЕНИЙ ГРАЖДАН .....	70
<i>Пронькина К.В.</i> ВЛИЯНИЕ ГИДРАТИРОВАННЫХ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛБАСНОГО ФАРША .....	74
<i>Старожилова О.В.</i> ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛУЧЕВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	77
<i>Тузовский А.А., Михайлов А.С., Муравьева А.Е.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ОТБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ШУМОВЫХ КОМПОНЕНТ ЭЭГ .....	79

*Федорюк Е.Д., Шамцян М.М.*  
 ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА  
 В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ПРОДУКЦИЮ КОЛЛАГЕНОЛИТИЧЕСКОГО  
 ФЕРМЕНТА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ВЫСШЕГО ГРИБА *COPRINUS SP.* ..... 83

*Хлесткин А.Ю.*  
 ГИСТОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ..... 91

*Шабанов В.А., Алексеев В.Ю., Юсупов Р.З., Валишин А.Р., Клименко С.Е., Кондрацкий В.Д.*  
 УЧЕТ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ ПУСКЕ  
 И ВЫБЕГЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСА ..... 94

### Химические науки

*Нурдиллаева Р.Н., Юсупова Д.К., Бабажанова С.З.*  
 АДсорбционный метод очистки сточных вод  
 от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов ..... 99

*Усманова Х.У., Сманова З.А.*  
 Сорбционно-люминесцентное определение цинка  
 в объектах окружающей среды ..... 103

*Янгибаев А.Э., Сманова З.А.*  
 Сорбционно-спектрофотометрические методы  
 определения меди и свинца с иммобилизованными реагентами ..... 105

*Яхшиева З.З., Сманова З.А., Каримова Н.О.*  
 Азореагент на ионы  
 палладия(II) 4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамин ..... 107

*Яхшиева Х.Ш., Жумартова У.У.*  
 Определение ионов Mn(II)  
 сорбционно-спектроскопическим методом  
 с помощью азореагента метиланабазина- $\alpha$ -азо- $\beta$ -нафтола..... 109

### Биологические науки

*Батырова К.И., Валиева Г.М.*  
 К вопросу невольного содержания  
 хищных птиц в условиях алматинского зоопарка ..... 111

*Кураченко И.В.*  
 Изучение паразитоценозов диких и домашних птиц юго-востока Беларуси ..... 113

*Остренко К.С., Расташанский В.В., Сардарян И.С.*  
 Влияние токсичных доз аксорбата лития при длительном  
 введении на белковый и липидный обмен у крыс линии вистар ..... 115

*Сафонов М.А.*  
 Динамика микоксилокомплексов  
 базидиальных грибов при сукцессиях разных типов ..... 118

### Медицинские науки

*Искакова М.К.*  
 Сравнительный анализ и преимущества  
 использования интерактивных методов обучения в интернатуре ..... 121

*Ривкин В.Л.*  
 Актуальные проблемы медицины. Обзор зарубежной литературы ..... 125

**Науки о земле**

*Акмалов Ш.Б., Омонов Д.Б., Мансурова Д.А.*

НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ  
ФАКТОРОВ НА ВЕГЕТАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ С ПОМОЩЬЮ  
ОБЪЕКТОРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА СНИМКОВ (ОВИА) СПЕКТРОРАДИОМЕТРА  
В СРЕДНЕМ РАЗРЕШЕНИИ (MODIS) НОРМИРОВАННОЙ ДИФФЕРЕНЦИИ ИНДЕКСА  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ (NDVI) НА СНИМКАХ (ОБСТОЯТЕЛЬСТВО В СЫРДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ)..... 128



УДК 621.383

СТРУКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВО ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНЫХ  
 $Ga_xIn_{1-x}P/GaP$  ( $0,6 \leq x \leq 1,0$ ) СЛОЕВ, ВЫРАЩЕННЫХ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫМ.А. Абдукадыров<sup>1</sup>, А.М. Абдукадыров<sup>2</sup><sup>1</sup> доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup> соискатель  
Ташкентский университет информационных технологий, Узбекистан

**Аннотация.** Исследованы структурные совершенства гетероэпитаксиальных  $Ga_xIn_{1-x}P$  ( $0,6 \leq x \leq 0,7$ ) слоев, выращенных на подложках GaP. Выявлено, что введение двух буферных слоев  $Ga_xIn_{1-x}P$  с  $x \approx 0,8$  и  $x \approx 0,9$  в промежуточную с подложкой область снижает плотность дислокации более чем на порядок благодаря ослаблению несоответствия параметров решетки гетеропар до 0,73... 0,75 %.

**Ключевые слова:** жидкая фаза, валентная зона, полупроводники, эпитаксиальные слои.

В твердых растворах  $Ga_xIn_{1-x}P$  оптические переходы из валентной зоны к  $\Gamma$  – минимум зоны проводимости простираются вплоть до энергии  $E_g \approx 2,24$  эВ [4]. Данная особенность указанных полупроводников делает их перспективными материалами в реализации элементов функциональной оптоэлектроники [2] и фотоэнергетики [5], эффективно работающих в видимой и УФ полосах спектра. Вместе с тем, технологические особенности получения твердых растворов  $Ga_xIn_{1-x}P$  методом жидкофазной эпитаксии мало изучены [1].

Нами исследованы процессы роста эпитаксиальных слоев  $Ga_xIn_{1-x}P$  из раствора-расплава, обогащенного индием. В качестве подложечного материала использованы монокристаллические пластины фосфида галлия, ориентированные по плоскости (100). Кристаллы GaP легированы теллуром до концентрации электронов  $N_{дис} \approx 10^{17} \dots 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . Плотность дислокаций в подложке не превышала  $3 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ . Температура начала кристаллизации варьировалась в пределах  $1073 \leq T_{кр} \leq 1173$ . Скорость охлаждения раствора-расплава  $\Delta T/\Delta t \approx 0.3 \dots 1.0$  К/мин. Составы выращенных слоев и их изменения по толщине эпитаксиального слоя определялись путем измерения ширины запрещенной зоны  $E_g$  твердых растворов  $Ga_xIn_{1-x}P$  люминесцентным методом с использованием тестовых структур. Структурное совершенство выращенных слоев оценено металлографическим методом.

Толщина выросшего эпитаксиального слоя определялась согласно [3]

$$h = \frac{PMF}{SA\rho} \left( \frac{X_1}{1-2X_1} - \frac{X_2}{1-2X_2} \right),$$

где  $M$  – молекулярная масса твердого раствора,  $F$  – параметр определяемый из экспериментальных данных и характеризующий долю твердого раствора, кристаллизующийся на подложке,  $P$  – масса раствора-расплава,  $S$  – площадь подложки,  $\rho$  – плотность твердого раствора,  $A$  – атомная масса индия,  $X_1, X_2$  – концентрации растворенных компонентов в расплаве при температурах  $T_1$  и  $T_2$  соответственно. Отметим, что определение состава  $Ga_xIn_{1-x}P$  при различных его толщинах позволило проследить за изменениями состава и  $E_g$  твердого раствора.

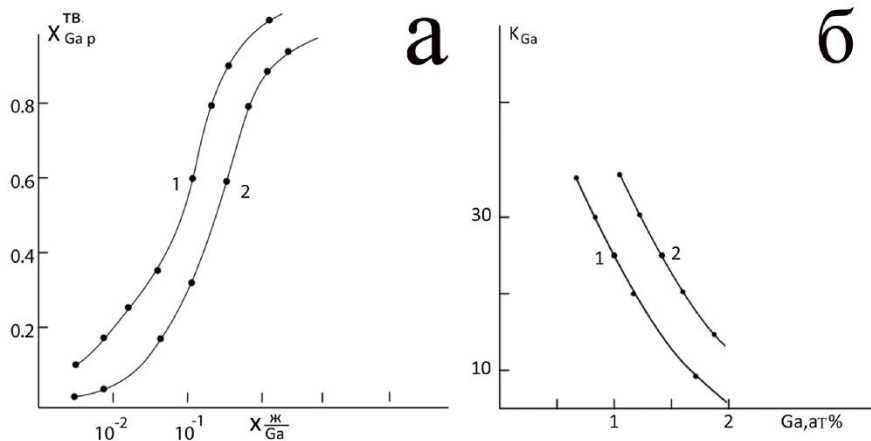


Рис. 1. Зависимости содержания галлия в твердом растворе  $Ga_xIn_{1-x}P$  ( $x \approx 0.7$ ) вдоль изотермы ликвидуса и коэффициента распределения Ga от содержания в жидкой фазе при температуре кристаллизации 1073K (1) и 1173K (2)

На рисунке 1 приведены зависимости содержание GaP в твердом растворе (а) и коэффициента распределения галлия (б) от содержания галлия в жидкой фазе. Из представленных результатов следует, что заметное увеличение коэффициента распределения происходит при составах  $x < 0.8$ , что удовлетворительно согласуется с данными [1]. При  $x < 0.8$  получают достаточно однородные по составу эпитаксиальные слои  $Ga_xIn_{1-x}P$  (рисунок 2). Анализ процесса роста  $Ga_xIn_{1-x}P$  слоев свидетельствует о трудности получения эпитаксиальных слоев переменного состава при высоких содержаниях GaP в твердом растворе.

Изучение дислокационной структуры эпитаксиальных слоев проводились с использованием травителя, состоящей из 27 г  $FeCl_3$ , 250 мл  $HCl$  и 350 мл  $H_2O$ . Выявлено, что в гетероэпитаксиальных слоях  $Ga_xIn_{1-x}P/GaP$  с  $0.8 \leq x \leq 0.9$  плотность ямок травления колеблется в пределах  $N_{дис} \approx 5 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^5 \text{ см}^{-2}$ . Это связано, прежде всего, близостью параметров решетки растущего слоя и подложки (несоответствие параметров решетки контактирующих материалов  $\Delta a/a \leq 1\%$ )

В однослойных структурах с  $Ga_xIn_{1-x}P$  с ( $x \leq 0.7$ ) плотность ямок травления достигала до  $N_{дис} \approx 5 \cdot 10^6 \dots 2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$  из-за увеличения степени несоответствия параметров решетки контактирующих материалов до 2 % и более.

Ввиду определяющего действия параметров решетки гетеропар, получение кристаллических совершенных однослойных структур с относительно меньшим содержанием GaP в твердом растворе становится затруднительным. В этой связи нами была изучена возможность получения более совершенных эпитаксиальных слоев путем введения промежуточных слоев со ступенчато изменяющимся составом между подложкой и слоем  $Ga_xIn_{1-x}P$  с  $0.6 \leq x \leq 0.7$ . В частности, при последовательном введении между подложкой и эпитаксиальным слоем  $Ga_xIn_{1-x}P$  с  $x \leq 0.7$  двух промежуточных (буферных) слоев, где первый слой имел состав с  $x \leq 0.9$ , а второй –  $x \leq 0.8$ , несоответствие параметров решетки между каждым эпитаксиальными слоями составляло  $\Delta a/a \approx 0.73 \dots 0.75\%$  плотность дислокации в верхнем  $Ga_xIn_{1-x}P$  с  $x \leq 0.7$  такой трехслойной структуры уменьшалась до  $N_{дис} \approx 5 \cdot 10^4 \dots 2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-2}$ . Дальнейшее варьирование величины  $x$  в поверхностном слое осуществлялось в процессе формирования твердого раствора заданной толщины благодаря изменению состава эпитаксиального слоя из-за возрастания коэффициента сегрегации галлия в твердом растворе.

Спектры фотолюминесценции (ФЛ) изучались на тестовых структурах при возбуждении образцов со стороны твердого раствора. Структуры с поверхностным  $Ga_xIn_{1-x}P$  с ( $x \leq 0.73$ ) слоем имели полосу краевого излучения, характерной для прямозонных полупроводников, где максимум интенсивности излучения соответствует энергии прямых разрешенных переходов (рисунок 2).

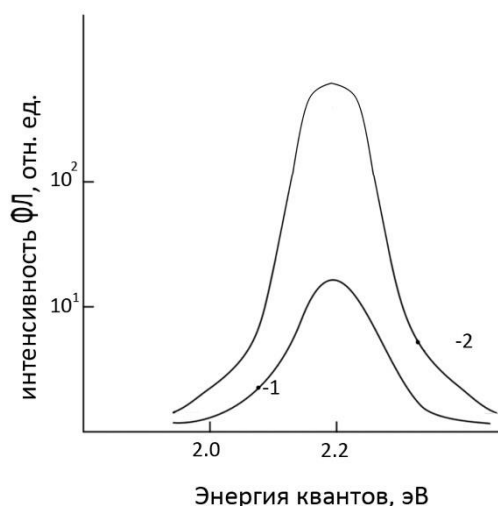


Рис. 2. Спектры фотолюминесценции однослойной (1) и трехслойной (2) структур при возбуждении со стороны эпитаксиального слоя  $Ga_xIn_{1-x}P$  ( $x \approx 0,7$ )

При послойном травлении однослойного  $Ga_xIn_{1-x}P$  с ( $x \approx 0,7$ ) плавно уменьшается интенсивность краевого излучения, причем в приграничных с подложкой слоях спад интенсивности ФЛ достигает до одного порядка. Это свидетельствует о том, что в однослойных структурах вблизи гетерограницы образуются интенсивные каналы безызлучательной рекомбинации из-за относительно высокой концентрации структурных дефектов.

В трехслойных структурах с поверхностным  $Ga_xIn_{1-x}P$  с ( $x \approx 0,7$ ) существенное изменение интенсивности ФЛ в зависимости от толщины твердого раствора не наблюдалось. Как видно из рисунка 2, интенсивность ФЛ в трехслойных структурах практически во всем исследованном спектральном диапазоне заметно выше, чем в однослойных структурах.

Таким образом, введение промежуточных  $Ga_xIn_{1-x}P$  слоев с  $x \approx 0,9$  и  $x \approx 0,7$  структурное совершенство гетероэпитаксиальных слоев  $Ga_xIn_{1-x}P$  с  $0,6 \leq x \leq 0,73$  заметно улучшаются и по своим физическим свойствам приближаются к гомоэпитаксиальным слоям, применяемым в приборных структурах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдукадыров, М. А. Дифференциально-интегральные фотоприемники на основе GaInP/GaP гетероструктур / М. А. Абдукадыров, Ю. Ю. Абдурахманов, Н. А. Ахмедова и др. // ЖТФ, 1996. – Т. 66, В. 8. – С. 197–199.
2. Ермаков, О. Н. Фотодиоды на основе соединений  $A^3B^5$  для измерительной техники и оптической метрологии / О. Н. Ермаков // Электронная техника. Сер. 2. Полупроводниковые приборы, 1989. – В. 4(701). – С. 99–108
3. Козлов, И. Г. Современные проблемы электронной спектроскопии / И. Г. Козлов // М.: Металлургия, 1978. – 193 с.
4. Крутоголов, Ю. К. Исследование зонной структуры твердых растворов  $Ga_xIn_{1-x}P$  с использованием фотоэлектрического метода / Ю. К. Крутоголов, С. В. Довженко, С. А. Диордиев и др. // ФТП, 1989, т. 23, №5. – С. 887–890.
5. Лантратов, В. М. Высокоэффективные двухпереходные GaInP/GaAs солнечные элементы, полученные методом МОС-гидридной эпитаксии / В. М. Лантратов, С. А. Калужный, Н. Х. Тимошина и др. // ФТП, т. 41, вып. 5, 2007. – С. 751–755.

Материал поступил в редакцию 02.02.16.

### STRUCTURAL PERFECTION OF HETEROEPITAXIAL $Ga_xIn_{1-x}P/GaP$ ( $0,6 \leq x \leq 1,0$ ) LAYERS GROWN FROM LIQUID PHASE

M.A. Abdukadyrov<sup>1</sup>, A.M. Abdukadyrov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, Professor, <sup>2</sup> Degree-Seeking Applicant  
Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan

**Abstract.** The structural perfections of the heteroepitaxial layers  $Ga_xIn_{1-x}P$  expressed on substrates GaP are investigated. It is revealed, that introduction of two buffer layers  $Ga_xIn_{1-x}P$  with  $x \approx 0,8$  and  $x \approx 0,9$  in intermediate with an area substrate reduces density of a disposition more than 10 times due to parameter mismatch attenuation of a lattice of heteropairs up to 0,73... 0,75 %.

**Keywords:** liquid phase, valence band, semiconductors, epitaxial layers.

UDC 517.938

**CAUCHY PROBLEM FOR A FIRST ORDER ORDINARY  
DIFFERENTIAL SYSTEM IN THE PLANE**

**L.K. Dyusseмбаева<sup>1</sup>, P.B. Beiseбай<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Senior Teacher of Higher Mathematics Department,

<sup>2</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Higher Mathematics Department  
Agrotechnical University named after S. Seyfullin (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** This work contemplates a method of finding a general solution, and the solution of the Cauchy problem for the system (1).

**Keywords:** differential system, Cauchy problem, function, equation, general solution, integral.

Let us consider the following system in sphere  $[0, \infty)$

$$u' = f(t)u + g(t)v + h(t) \quad (1)$$

$$v' = f(t)u + g(t)v + h(t)$$

where

$$f(t), g(t), h(t), q(t) \in C[0, \infty).$$

A famous reference book of German Mathematician E. Kamke [1] gives a general solution for the system

$$u' = f(t)u - g(t)v,$$

$$v' = g(t)u + f(t)v,$$

but does not consider the system (1). This is connected with the fact that the methods used for the latter system solution are not applicable to (1). We herewith provide a method of finding a general solution and Cauchy problem solution for the system (1).

The system (1) solution is sought in the class

$$C^1[0, \infty) \quad (2)$$

**Problem K.** Solution for system (1) is sought in class (2), in compliance with initial conditions

$$u(0) = \alpha, v(0) = \beta, \quad (3)$$

where  $\alpha$  and  $\beta$  are given real numbers.

By multiplying the second equation of system (1) by  $i = \sqrt{-1}$  and adding to the first equation, we obtain

$$W' - b(t)\overline{W} = a(t), \quad (4)$$

Where

$$b(t) = f(t) + ig(t), a(t) = h(t) + ig(t), w(t) = u(t) + iv(t).$$

By integrating equation (4), we obtain

$$W(t) = (BW)(t) + A_0(t) + c, \quad (5)$$

where  $(BW)(t) = \int_0^t b(\tau) \overline{W(\tau)} d\tau$ ,  $A_0(t) = \int_0^t a(\tau) d\tau$ ,  $c$  – random complex number. If we operate  $(BW)(t)$  on both parts of the equation (5), we will obtain

$$(BW)(t) = (B^2W)(t) + A_1(t) + cI_1(t), \tag{6}$$

where

$$(B^2W)(t) = (B(BW)(t))(t), \quad I_1(t) = \int_0^t b(\tau) d\tau, \quad A_1(t) = \int_0^t b(\tau) \overline{A_0(\tau)} d\tau$$

(6) and (5) result in

$$W(t) = (B^2W)(t) + A_0(t) + A_1(t) + \overline{c}I_1(t) + c.$$

Repeating this procedure  $n$  times, we obtain

$$W(t) = (B^nW)(t) + \sum_{j=0}^n A_j(t) + c \cdot \sum_{j=1}^n I_{2j-1}(t) + c(1 + \sum_{j=1}^n I_{2j}(t)), \tag{7}$$

where

$$(B^nW)(t) = (B(B^{n-1}W)(t)), \quad I_j(t) = \int_0^t b(\tau) \overline{I_{j-1}(\tau)} d\tau,$$

$$A_j(t) = \int_0^t b(\tau) \overline{A_{j-1}(\tau)} d\tau, \quad (j = \overline{1, \infty}), \quad (B^1W)(t) = (BW)(t).$$

The following easy-to-test estimates:

$$|(B^nW)(t)| \leq \frac{(|b|_0 t)^n}{n!} |W|_0, \quad |I_n(t)| \leq \frac{(|b|_0 t)^n}{n!}, \tag{8}$$

$$|A_n(t)| \leq \frac{(|b|_0 t)^n}{n!} |A|_0, \quad (n = \overline{1, \infty}),$$

where  $|f|_0 = \max_{t \in [0, \infty)} |f(t)|$

Moving to the limit with  $n \rightarrow \infty$  in representation (7) and taking into account estimates (8), we obtain

$$W(t) = \overline{c} P_1(t) + c P_2(t) + P_3(t), \tag{9}$$

where

$$P_1(t) = \sum_{j=1}^{\infty} I_{2j-1}(t), \quad P_2(t) = 1 + \sum_{j=1}^{\infty} I_{2j}(t), \quad P_3(t) = \sum_{j=1}^{\infty} A_j(t).$$

Using inequation (8), we obtain

$$|P_1(t)| \leq ch(|b|_0 t), |P_2(t)| \leq ch(|b|_0 t), |P_3(t)| \leq \exp(|a|_0 t) \quad (10)$$

The function forms  $P_1(t), P_2(t), P_3(t)$  it follows that

$$P_1'(t) = b(t) \overline{P_2(t)}, P_2'(t) = b(t) \overline{P_1(t)}, P_3' = b(t) \overline{P_3(t)}.$$

From the latter equations using equations  $P_1(0) = 0, P_2(0) = 1$ , we obtain integral equation

$$P_1(t) = \int_0^t b(\tau) \overline{P_2(\tau)} d\tau, P_2(t) = 1 + \int_0^t b(\tau) \overline{P_1(\tau)} d\tau, \quad (11)$$

Integrating by parts and once the integral in the right part of the second equation (11), we obtain

$$P_2(t) - 1 = P_1(t) \cdot \sum_{k=1}^n I_{2k-1}(t) - P_2(t) \cdot \sum_{k=1}^n I_{2k}(t) + \int_0^t b(\tau) I_{2n}(\tau) \cdot \overline{P_1(\tau)} d\tau.$$

Thus, moving to limit with  $n \rightarrow \infty$  and taking into account estimates (8), (10), we obtain identity  $|P_2(t)|^2 - |P_1(t)|^2 = 1$

Thus, the solution of equation (4) is in the formula (9). Highlighting real and imaginary parts of the equation (9), we obtain the solution for the system (1):

$$u = c_1(\operatorname{Re} P_1(t)) + \operatorname{Re} P_2(t) + c_2(\operatorname{Im} P_1(t) - \operatorname{Im} P_2(t)) + \operatorname{Re} P_3(t)$$

$$v = c_1(\operatorname{Im} P_1(t) + \operatorname{Im} P_2(t)) - c_2(\operatorname{Re} P_1(t)) - \operatorname{Re} P_2(t) + \operatorname{Im} P_3(t),$$

where  $c_1$  and  $c_2$  – random real numbers.

Now let us solve problem K. To solve the problem we use (9). Function form  $P_1(t), P_2(t)$  and  $P_3(t)$  it follows that

$$P_1(0) = P_3(0) = 0, P_2(0) = 1.$$

Using these formulas from (9) we obtain

$$u(0) + iv(0) = c_1 + ic_2 \text{ or } u(0) = c_1, \quad v(0) = c_2$$

Thus, due to (3) we obtain  $c_1 = \alpha, c_2 = \beta$

The obtained value  $c = c_1 + ic_2$  we put it in (9):

$$W(t) = (\alpha - i\beta)P_1(t) + (\alpha + i\beta)P_2(t) + P_3(t)$$

Highlighting the real imaginary part, we finally obtain the solution to Cauchy problem

$$u = \alpha(\operatorname{Re} P_1(t) + \operatorname{Re} P_2(t)) + \beta(\operatorname{Im} P_1(t) - \operatorname{Im} P_2(t)) + \operatorname{Re} P_3(t). \quad (12)$$

$$v = \alpha(\operatorname{Im} P_1(t) + \operatorname{Im} P_2(t)) - \beta(\operatorname{Re} P_1(t) - \operatorname{Re} P_2(t)) + \operatorname{Im} P_3(t). \quad (13)$$

Thus, the following theorem is proven.

**Theorem.** *The Cauchy problem has the only solution, which lies in formula (12).*

**Comment.** *The obtained results remain in force and in a more general case:*

$$f(t), g(t), h(t), q(t) \in L_{loc,1}[0, \infty),$$

$$u(t), v(t) \in C[0, \infty) \cap W_{loc,1}^1[0, \infty).$$

Here  $L_{loc,1}[0, \infty)$  – class of locally summed in  $[0, \infty)$  – functions, and  $W_{loc,1}^1[0, \infty)$  – class of functions the first derivatives of which belong to the sphere  $L_{loc,1}[0, \infty)$ .

#### REFERENCES

1. Kamke, E. Reference book on ordinary differential equations / E. Kamke. – Moscow : Nauka, 1964. – P. 534.

*Материал поступил в редакцию 18.01.16.*

### ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОСТИ

**Л.К. Дюсембаева<sup>1</sup>, П.Б. Бейсебай<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> старший преподаватель кафедры высшей математики,

<sup>2</sup> кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики  
Агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

**Аннотация.** *В данной статье рассматривается метод нахождения общего решения и решение задачи Коши для системы (1).*

**Ключевые слова:** *дифференциальная система, задача Коши, функция, уравнение, общее решение, интеграл.*

УДК 531.8

## ОЦЕНКА УПРУГОЙ КОНСОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВДОЛЬ НЕЕ НАГРУЗКИ В РАМКАХ ДВУМЕРНОЙ ТЕОРИИ\*

Г.А. Журавлев<sup>1</sup>, Л.П. Обрезков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, <sup>2</sup> аспирант  
Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича,  
Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), Россия

**Аннотация.** Дано решение для перемещения прямоугольной упругой консольной пластины (жестко защемленной вдоль одной из её длинных сторон) постоянной толщины и постоянной ширины, находящейся под действием поперечной нагрузки, распределенной по параболическому закону вдоль линии, параллельной линии заделки. Представлены решения задач прогибов пластины с помощью различных вычислительных сред, базирующихся на двумерной теории. Показано, что аналитический метод обеспечивает высокую точность расчётов в рамках двумерной постановки задачи, а модели, описанные двумя средами (Maple11 и двумерной моделью ANSYS 11.0), можно считать эквивалентными.

**Ключевые слова:** теория упругости, теория пластин, консольная пластина, изгиб, поперечная нагрузка.

Аналитические методы определения перемещений бесконечно длинной упругой консольной (жестко защемленной вдоль одной из её длинных сторон) прямоугольной пластины постоянной толщины и постоянной ширины были ранее описаны в ряде работ, например, в статьях [2, 3]. В статье [3] изложены решения для пластины под действием сосредоточенной поперечной нагрузки. А в статье [2] даны решения (в развитие методов [3]) для пластины под действием поперечной нагрузки разного типа (как сосредоточенной, так и распределенной) и внесены уточнения некоторых результатов, полученных в работе [3]. Методы определения перемещений пластины под действием внешней неравномерно распределенной поперечной нагрузки [2] эффективно используются при моделировании упругих тел сложной формы с нагруженными выступами. Например, при определении концентрации отдельных силовых факторов и изгибно-сдвиговых напряжений, для оценки влияния физико-механических свойств материала на концентрацию перемещений в различных областях действия внутренних силовых факторов, а также в оценках контактных явлений [1, 4, 5].

Однако сфера достоверности методов анализа перемещений консольной пластины под действием распределенной поперечной нагрузки [2] остается неопределенной. Так, необходимо учитывать, что эта сфера ограничена использованием гипотез Кирхгофа-Лява (положенных в основу методов [2, 3]), применение которых позволило упростить решение задачи для случая бесконечно длинной тонкой пластины. Отсутствие достоверных данных о точности метода [2] ограничивает сферу его рационального применения даже в рамках двумерной постановки задачи.

В настоящей работе решена задача (на базе метода [2] – с использованием различных вычислительных сред) о перемещении прямоугольной упругой консольной пластины и дана оценка точности метода [2] (при изменении толщины и длины пластины) под действием распределенной нагрузки. В частности, рассмотрены случаи распределения нагрузки по предельно малому участку (практически под действием сосредоточенной нагрузки) и вдоль линии конечной длины, параллельной линии заделки пластины, – по параболическому закону.

Для решения задачи определения перемещений произвольной точки срединной поверхности пластины (при различных параметрах нагрузки) в виде несобственных интегралов осуществлено непосредственное решение этих несобственных интегралов в программной среде Maple 11. Во всех рассмотренных случаях для верификации полученных данных использовался МКЭ – двумерный вариант ANSYS 11.0.

В статье приняты следующие условные обозначения:

$x, y, z$  – прямоугольные декартовы координаты;

$A$  – ширина пластины;

$h$  – толщина пластины;

$c$  – расстояние между точкой приложения нагрузки и линией заделки;

$C$  – расстояние от линии заделки до центра нагруженной области;

$\nu$  – коэффициент Пуассона;

$E$  – модуль Юнга;

$N = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$  – цилиндрическая жесткость пластины;

$W$  – перемещение;

$P$  – величина сосредоточенной нагрузки;

$F$  – величина равнодействующей от распределенной нагрузки;

$l$  – полудлина отрезка действия распределенной нагрузки;

$L$  – длина пластины.

### 1. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАГРУЗКИ, РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПО ПРЕДЕЛЬНО МАЛОМУ ОТРЕЗКУ ЛИНИИ



Для начала рассмотрим прямоугольную, защемлённую по одной из её длинных сторон, бесконечно длинную пластину (рисунок 1), на которую действует распределённая по предельно малому отрезку линии (эквивалентно – сосредоточенная) нагрузка, приложенная в произвольной точке  $D$ . Введём прямоугольную систему координат  $Oxyz$  так, чтобы плоскость  $xOy$  совпала со срединной плоскостью пластины, ось  $Oy$  совпала с её закреплённой стороной, а точка приложения нагрузки  $P$  (или центр области нагружения – при действии распределённой нагрузки) оказалась бы в плоскости  $xOz$ .

Для облегчения решения пластина разделена на две части плоскостью  $x = c$ . В результате получено две функции для прогиба пластины, определённые на областях  $0 \leq x \leq c$  и  $c < x \leq A$ . Введём (по аналогии с работой [3]) для этих функций соответствующие нижние индексы 1 и 2. Если не учитывать массу пластины, функции перемещений  $W_j(x, y)$  ( $j = 1, 2$ ) будут удовлетворять уравнениям  $\nabla^4 W_j(x, y) = 0$  ( $j = 1, 2$ ) [3].

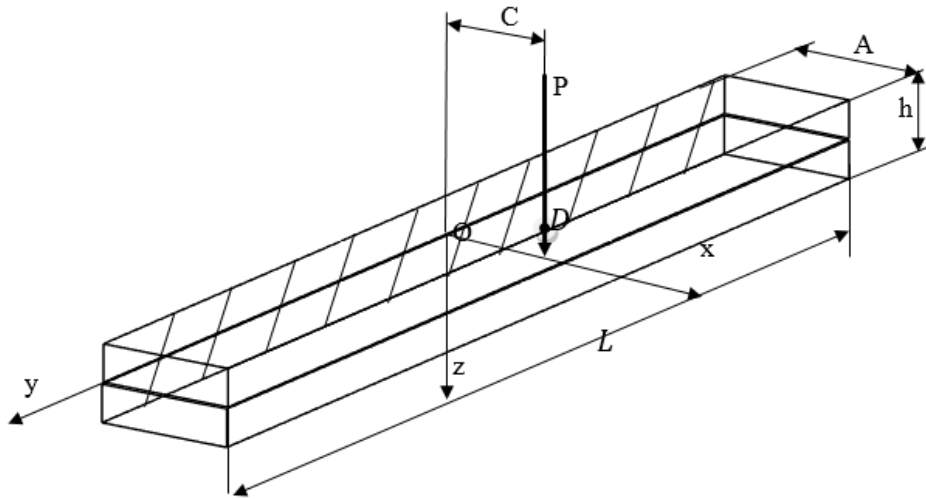


Рис. 1. Пластина под действием эквивалентно-сосредоточенной нагрузки

Это уравнение справедливо во всех точках рассматриваемых областей, кроме точки приложения нагрузки. Решение задачи будем искать в виде [3]:

$$W_j(x, y) = \int_0^\infty f_j(x, \alpha) \cos(\alpha y) d\alpha \quad (1)$$

где:

$$f_j(x, \alpha) = (A_j + B_j \alpha x) \cosh(\alpha x) + (C_j + D_j \alpha x) \sinh(\alpha x) \quad (2)$$

Данное решение отражает симметрию рассматриваемой задачи, а функции  $A_j(\alpha), B_j(\alpha), C_j(\alpha), D_j(\alpha)$  ( $j = 1, 2$ ) определяются из граничных и переходных условий.

Уравнения, устанавливающие зависимость перерезывающих сил, изгибающих и скручивающих моментов, будут следующими:

$$\begin{aligned} Q_{jx} &= -N(W_{j,xxx} + W_{j,xyy}), \\ M_{jx} &= -N(W_{j,xx} + \nu W_{j,yy}), \\ M_{jxy} &= -M_{jyx} = N(1 - \nu)W_{j,xy}. \end{aligned} \quad (3)$$

Учитывая уравнения (3), граничные условия можно записать следующим образом:

- вдоль закреплённого края  $x = 0$  (4)

$$W_1(0, y) = W_{1,x}(0, y) = 0; \quad (4)$$

- вдоль свободного края  $x = A$

$$(W_{2,xx} + \nu W_{2,yy})_{(a,y)} = 0; \quad (5)$$

$$(W_{2,xxx} + (2 - \nu)W_{2,xyy})_{(a,y)} = 0.$$

Уравнения (5) исходят из условия  $M_{2x} = M_{2xy} = Q_{2x} = 0$ .

Переходные условия будут иметь вид:

$$\begin{aligned} W_1(c, y) &= W_2(c, y); \\ W_{1,x}(c, y) &= W_{2,x}(c, y); \\ (W_{1,xx} + \nu W_{1,yy})_{(c,y)} &= (W_{2,xx} + \nu W_{2,yy})_{(c,y)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Чтобы получить последнее необходимое для решения задачи граничное условие, учтём, что перерезывающая сила должна быть непрерывной вдоль линии  $x = c$  – исключением является точка приложения нагрузки, в которой эта сила претерпевает разрыв. В данном случае наиболее удобно описать переходное условие, заменив сосредоточенную нагрузку силовой функцией  $G(y)$ , определяемой как

$$\begin{aligned} G(y) &= p, |y| \leq \delta; \\ G(y) &= 0, 0 < |y| < \infty, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $2p\delta = P$  при последующем переходе к пределу  $\delta \rightarrow 0$ . Используя интегральное представление Фурье функции  $G(y)$ , необходимое граничное условие можно записать в следующем виде:

$$-N(W_{1,xxx} + W_{1,yyx})_{(c,y)} + N(W_{2,xxx} + W_{2,yyx})_{(c,y)} = \int_0^\infty \frac{2p \sin(\alpha\delta)}{\pi\alpha} \cos(\alpha y) d\alpha. \quad (8)$$

Подставляя соотношения (1) и (2) в условия (3), (4), (5), (6), (7), (8) и приравнявая коэффициенты при независимых функциях от  $y$  нулю, получаем:

$$\begin{aligned} f_1(0, \alpha) &= f_{1,x}(0, \alpha) = 0; \\ f_{2,xx}(0, \alpha) - \alpha^2 \nu f_2(0, \alpha) &= 0; \\ f_{2,xxx}(0, \alpha) - \alpha^2(2 - \nu)f_{2,x}(0, \alpha) &= 0; \\ f_1(c, \alpha) - f_2(c, \alpha) &= 0; \\ f_{1,x}(c, \alpha) - f_{2,x}(c, \alpha) &= 0; \\ f_{1,xx}(c, \alpha) - f_{2,xx}(c, \alpha) &= 0; \\ f_{2,xxx}(c, \alpha) - f_{1,xxx}(c, \alpha) &= \frac{P}{\pi N}. \end{aligned} \quad (9)$$

Из условий (9) могут быть найдены коэффициенты  $A_j(\alpha), B_j(\alpha), C_j(\alpha), D_j(\alpha)$  ( $j = 1, 2$ ).

После получения этих коэффициентов несобственные интегралы были решены в программной среде Maple 11.

## 2. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАГРУЗКИ, РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПО ПАРАБОЛИЧЕСКОМУ ЗАКОНУ ВДОЛЬ ЛИНИИ, ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ЗАДЕЛКИ

Рассмотрим прямоугольную, защемленную по одной из её длинных сторон, бесконечно длинную пластину (рисунок 2), на которую действует нагрузка (с равнодействующей  $F$ ), распределённая вдоль линии по параболическому закону. Линия нагружения (длиной  $2l$ ) параллельна линии заделки.

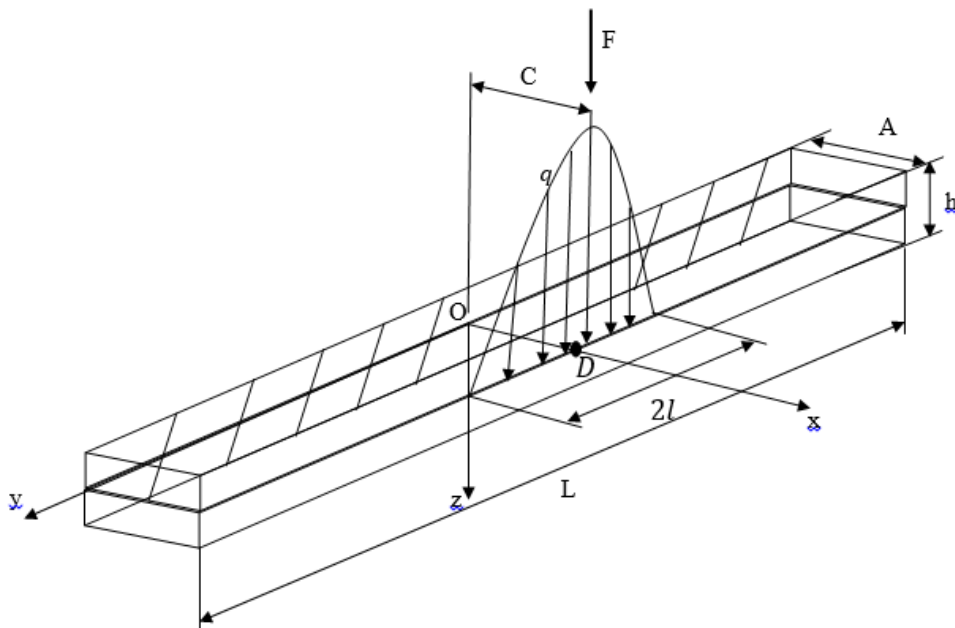


Рис. 2. Пластина под действием нагрузки, распределенной вдоль линии, параллельной линии заделки

Для облегчения решения поставленных задач пластина разделена на две части плоскостью  $x = C$ . В результате получены две функции для прогиба пластины, определённые на областях  $0 \leq x \leq C$  и  $C \leq x \leq A$  – этим функциям введем соответствующие индексы 1 и 2. Если не учитывать массу пластины, функции перемещений  $W_j(x, y)$  ( $j = 1, 2$ ) будут удовлетворять уравнениям  $\nabla^4 W_j(x, y) = 0$  ( $j = 1, 2$ ) [2]. Вывод уравнений аналогичен (1)–(9), но решение данной задачи будем давать в безразмерной форме. Пусть

$$\xi = \frac{x}{A}, \eta = \frac{y}{A}, r = \frac{C}{A}, \gamma = \frac{1+\nu}{1-\nu}, \rho = \frac{l}{A}. \quad (10)$$

Тогда выражение для прогиба от распределённой нагрузки будет иметь вид [2] – например, если нагрузка задана постоянной интенсивности и линия её приложения параллельна линии заделки:

$$W_j = \frac{FA^2}{8\pi N\rho_0} \int_0^\infty \frac{\varphi_j(\xi, r, \mu)}{\mu^4 \Delta(\mu)} \cos(\mu\eta) \sin(\mu\rho) d\mu, \quad (11)$$

и для нагрузки, распределённой по параболическому закону:

$$W_j = \frac{3FA^2}{8\pi N\rho_0} \int_0^\infty \frac{\varphi_j(\xi, r, \mu)}{\mu^6 \Delta(\mu)} \cos(\mu\eta) [\sin(\mu\rho) - \mu\rho \cos(\mu\rho)] d\mu, \quad (12)$$

где

$$\rho_0 = \rho - \varepsilon, \Delta(\mu) = \mu^2 + \gamma^2 + (2\gamma + 1) (\cosh \mu)^2; \quad (13)$$

$$\varphi_j(\xi, r, \mu) = (2\gamma + 1)[s_1 + \mu(r - \xi)c_1 - (1 + 2\mu^2 \xi r)s_2 - \mu(\xi + r)c_2] + [1 + 2\gamma + 2\gamma^2 + 2\mu^2(1 - \xi)(1 - r)]s_4 + \mu(2 - \xi - r)c_4 - [1 + 2\gamma + 2\gamma^2 + 2\mu^2(1 - r + \xi)]s_5 - [2 - r + (1 + 2\gamma)^2 \xi + 4\mu^2 \xi(1 - r)]\mu c_5; \quad (14)$$

$$\begin{aligned} s_1 &= \cosh((2 - r + \xi)\mu); \\ s_2 &= \cosh((2 - r - \xi)\mu); \\ s_3 &= \cosh((2 + r - \xi)\mu); \\ s_4 &= \cosh((r + \xi)\mu); \\ s_5 &= \cosh((r - \xi)\mu); \\ c_1 &= \sinh((2 - r + \xi)\mu); \\ c_2 &= \sinh((2 - r - \xi)\mu); \\ c_3 &= \sinh((2 + r - \xi)\mu); \\ c_4 &= \sinh((r + \xi)\mu); \\ c_5 &= \sinh((r - \xi)\mu). \end{aligned} \quad (15)$$

После получения коэффициентов (15) несобственные интегралы были решены с использованием программной среды Maple11, а полученные значения прогибов в центральной точке сравнивались с результатами решения задачи в ANSYS 11.0 в двумерной постановке. Чтобы сравнить результаты поведения бесконечно длинной пластины в Maple11 с 2-х мерной пластиной конечной длины в ANSYS 11.0, для конечно-элементной задачи была взята пластина (с одинаковыми расстояниями  $L/2$  краевых сечений пластины от точки D) достаточно большой длины  $L$  – не менее, чем в 15 раз, больше ее ширины  $A$ , и не менее, чем в 3,5 раз, больше максимальной длины  $2l$  линии приложения нагрузки. Также сравниваются результаты вычислений (для нагрузки, распределённой по параболическому закону), полученные в Maple11, с результатами, полученными из аппроксимирующих формул [2]. Определяются значения параметра  $K = -\frac{W}{\frac{FA^2}{\pi N}}$  (принят из работы [2]), где

$W = W_1$  при  $x \leq c$ ,  $W = W_2$  при  $x > c$ . Прогиб рассчитывается в точке  $\xi = r$ .

$$K = \frac{a_1(a_2 + r^2)r^2}{\rho + a_3 r}, \quad (16)$$

где  $a_1 = 2.24861, a_2 = 0.08338, a_3 = 4.64037, 0 \leq \rho \leq 1, 0.1 \leq r \leq 1$

$$K = a_1 r^{a_2} \rho^{a_3} + a_4 r^{a_5}, \quad (17)$$

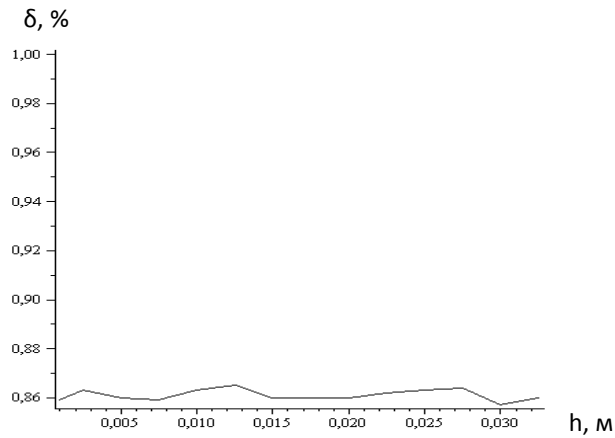
Где  $a_1 = -0.08943, a_2 = 1.89453, a_3 = 1.327, a_4 = 0.51157, a_5 = 2.75367, 0.05 \leq \rho \leq 1, 0.1 \leq r \leq 1$

$$K = \frac{a_1(a_2+r^2)r^2}{\rho+a_3r}, \quad (18)$$

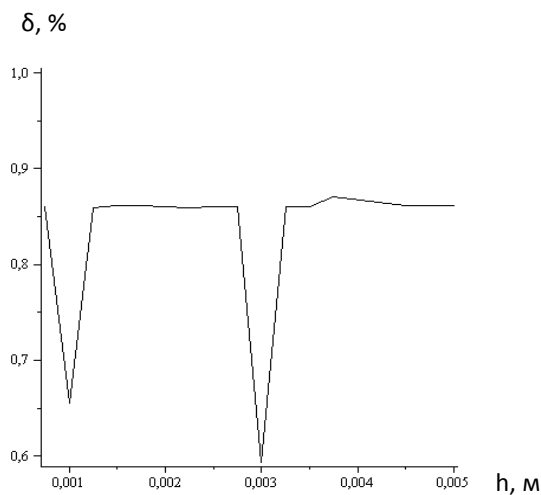
где  $a_1 = 0.42702$ ,  $a_2 = 2.86969$ ,  $a_3 = -0.14702$ ,  $0.3 \leq \rho \leq 1$ ,  $0.1 \leq r \leq 1$ .

Из полученных данных следует (рис. 3), что ошибка при сравнении результатов, полученных Maple11 по методу [2], с двумерной моделью в ANSYS 11.0 составляет менее 1%.

a)



b)



c)

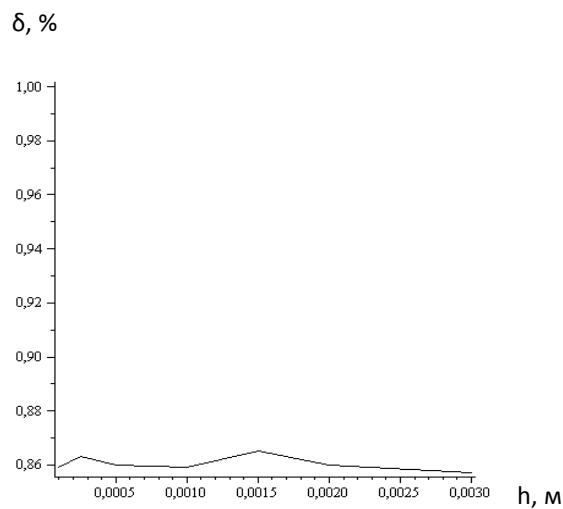


Рис. 3. Влияние изменения толщины пластины на отклонение величин перемещения пластины в точке приложения равнодействующей силы при их определении аналитическим методом [2] и численным методом ANSYS 11.0-2D:

- a)  $A = 0.05\text{м}$ ,  $r = 0.025\text{м}$ ,  $l = 0.1\text{м}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $F = 1980\text{Н}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $E = 2.1 \cdot 10^{11}\text{Па}$ ;
- b)  $A = 0.015\text{м}$ ,  $r = 0.0075\text{м}$ ,  $l = 0.03\text{м}$ ,  $F = 1980$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $E = 2.1 \cdot 10^{11}\text{Па}$ ;
- c)  $A = 0.005\text{м}$ ,  $r = 0.0025\text{м}$ ,  $l = 0.01\text{м}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $F = 1980\text{Н}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $E = 2.1 \cdot 10^{11}\text{Па}$ .

Этим установлено, что метод [2] обеспечивает высокую точность расчётов в рамках двумерной постановки задачи. А модели, описанные двумерными средами (Maple11 и ANSYS 11.0-2D), можно считать эквивалентными.

1. Дано сравнение результатов [2], базирующихся на двумерной теории (решение в интегральной форме, полученное аналитически – с использованием программных сред Maple11), и результатов, базирующихся на двумерном численном методе ANSYS 11.0.

2. Установлено, что метод [2] обеспечивает высокую точность расчётов в рамках двумерной постановки задачи, а модели, описанные двумя средами (Maple11 и двумерной моделью ANSYS 11.0), можно считать эквивалентными.

\* Работа выполнена при частичной поддержке  
Южного федерального университета (№ 213.01.-2014/03вз, № 9.655.-2014/К).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев, Г. А. Математическая модель контакта упругих тел с нагруженными выступами / Г. А. Журавлев // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты технических наук» (Уфа, 29.12.2014 г.). – Уфа : АЭТЕРНА, 2014. – С. 16–23.
2. Журавлев, Г. А. Перемещения консольной пластины бесконечной длины / Г. А. Журавлев, В. М. Онишкова // Депонирование в ВИНИТИ. – М. №6266-В87. – Июль 1987. – С. 18.
3. Jaramillo, T. J. Deflections and Moments Due to a Concentrated Load on a Cantilever Plate of Infinite Length / T. J. Jaramillo // Journal of Applied Mechanics. – March 1950. – V. 17, № 1. – P. 67–72.
4. Zhuravlev, G. A. About Determination of Stress Concentration in Bodies of a Complex Shape / G. A. Zhuravlev, Y. E. Drobotov // Applied Mechanics and Materials. Engineering Decisions for Manufacturing Systems. – Trans. Tech. Publications Inc., Switzerland. – Vol. 404, 2013. – P. 350–356.
5. Zhuravlev, G. A. Dependence of Displacements on Elastic Properties in Solids of Complex Shape / G. A. Zhuravlev, Y. E. Drobotov // Advanced Materials – Physics, Mechanics and Applications. – Springer International Publishing, Switzerland. – Vol. 152, 2014. – P. 231–346.

Материал поступил в редакцию 29.01.16.

#### THE ASSESSMENT OF ELASTIC CANTILEVER PLATE UNDER THE INFLUENCE OF LOAD DISTRIBUTED ALONGSIDE IN THE FRAMEWORK OF TWO-DIMENSIONAL THEORY

G.A. Zhuravlev<sup>1</sup>, L.P. Obrezkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, <sup>2</sup> Postgraduate Student  
Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences named after I.I. Vorovich,  
Southern Federal University (Rostov-on-Don), Russia

**Abstract.** The solution is described for transmission of quadrangular elastic cantilever plate (rigidly restrained along one of its long sides) of constant thickness and width under the influence of lateral load fixed according to parabolic law along the line parallel to restraint line. The problem solutions of plate flexure using various computing environments, basing on two-dimensional theory are presented. The analytical method is proved to provide the high accuracy of calculations in the framework of two-dimensional setting and models described by two environments (Maple11 and two-dimensional model ANSYS 11.0) can be considered equivalent.

**Keywords:** elasticity theory, plate theory, cantilever plate, bend, lateral load.

УДК 621.311.2; 621.313; 523.3;523.4; 537.81; 537.85

## ОСОБЕННОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ. ЗАГАДКИ ЛУНОГЕНЕРАТОРА

**М.П. Логинов**, доктор экономических наук, профессор  
Уральский государственный экономический университет (Екатеринбург), Россия

***Аннотация.** Разработаны принципы создания глобальной системы энергообеспечения Земли, основанной на космических электростанциях, генерирующих электрический ток за счет возникновения электромагнитной индукции при движении замкнутых контуров в магнитосфере планеты. Приведен расчет мощности индукционного генератора для орбитальной электростанции, обосновывающий возможность получения электроэнергии в неограниченном объеме, что позволит в тысячи раз снизить стоимость электроэнергетики для промышленности и населения. Предложено использование орбитальных электростанций для противоастероидной и противометеорной защиты, а также концепция создания на базе малых тел Солнечной системы луногенераторов и их дальнейшего использования для производства электроэнергии и межпланетных космических перелетов. На основании концепции луногенератора обоснована гипотеза о наличии действующей противоастероидной и противометеорной защиты в Солнечной системе.*

***Ключевые слова:** индукционная космическая электростанция, электромагнитная индукция, противоастероидная и противометеорная защита, магнитосфера, индукционный генератор, энергообеспечение.*

### Введение

Уровень технологического и общественного развития любой цивилизации определяется в первую очередь ее энергообеспечением. Вид, мощность и стоимость производимой энергии на протяжении всей истории человечества являлись определяющими факторами при развитии средств производства.

Наиболее универсальным видом энергии стало электричество, главные специфические характеристики которого: независимость свойств от способа генерации, возможность полной замены других используемых человечеством видов энергий, необходимость создания электросетей для доставки электроэнергии до потребителя.

Электроэнергия стала как основой существования современной человеческой цивилизации, так и главной проблемой ее развития. Наиболее распространенные способы генерации электрического тока основаны на экологически вредных технологиях перевода тепловой энергии в электрическую путем сжигания угля, нефти, газа или биотоплива, что приводит к загрязнению окружающей среды и проявлению парникового эффекта. Использование кинетической энергии рек для производства электрического тока связано с затоплением больших территорий и нарушением существующих биосистем. Эксплуатация атомных электростанций несет в себе большую потенциальную угрозу и сопряжена с необходимостью захоронения радиоактивных отходов.

Несмотря на современные технологии и высокие объемы генерации электрического тока, стоимость электроэнергии для промышленных потребителей остается высокой, что не позволяет отказаться от технологий, использующих сжигание горючих ископаемых как в производстве, например, в металлургии, так и для жизнеобеспечения населения при отоплении домов и производстве горячей воды.

Технологический уровень развития экологической энергетики позволяет генерировать электричество с использованием чистых источников, не нанося вреда окружающей среде. Однако, стоимость генерации экологически чистого электричества значительно выше, чем при традиционных способах.

Одним из перспективных способов получения электроэнергии является использование орбитальных электростанций, генерирующих электрический ток из солнечной радиации и передающих его на Землю. Однако, при соблюдении экологической чистоты при производстве электроэнергии, срок окупаемости космической электростанции настолько значителен, что не позволяет существенно увеличить объемы и снизить стоимость генерируемого электричества.

Создание космических орбитальных электростанций находится в проектной стадии, при этом приоритет отдается использованию солнечных батарей. Использование электромагнитной индукции для получения электроэнергии в космосе остается на уровне гипотезы и не получило концептуального решения.

Задача получения экологически чистыми способами дешевой электроэнергии в неограниченном объеме является основной тематикой исследования ведущих ученых человечества. Решение данной проблемы станет технологическим прорывом цивилизации, позволит вывести мировую экономику из затяжного кризиса, станет основой новых технологий в сфере производства и жизнеобеспечения населения, снизит негативное воздействие человечества на окружающую среду.

Новые технологии, использующие мощные и дешевые источники электроэнергии, позволят решить глобальную проблему человечества, связанную с защитой Земли от столкновения с астероидами и падения крупных метеоритов.

Решением проблемы глобального энергообеспечения, противоастероидной и противометеорной защиты<sup>1</sup> занято большое количество научных коллективов во всем мире, регулярно проводятся организационные мероприятия различного уровня и значения.

Вопросы генерации электроэнергии в космосе, противоастероидной и противометеорной защиты Земли, межпланетных перелетов, регулирования природных катаклизмов, объяснения особенностей космических объектов в Солнечной системе, включая их строение, характеристики движения и расположения, еще требуют своего решения.

Цель данного исследования: сформулировать принципы создания глобальной системы энергообеспечения Земли, основанной на использовании космических электростанций, генерирующих электрический ток за счет возникновения электромагнитной индукции при движении замкнутых контуров в магнитосфере планеты, предложить направления использования космических электростанций.

В работе поставлены следующие задачи:

- определить требования к орбитальной электростанции и провести расчеты мощности генератора, действующего на основе электромагнитной индукции;
- разработать концепцию создания орбитальной электростанции на основе астероида, определить дополнительные возможности его использования;
- обосновать гипотезу о наличии противоастероидной и противометеорной защиты в Солнечной системе.

Решение поставленных задач автор осуществил методами дедукции и экспертной оценки.

Основные результаты и выводы исследования заключаются в следующем:

1. Обоснована возможность создания орбитальной электростанции с уникальным потенциалом генерации электроэнергии. Так, при использовании алюминиевого контура массой 5,2 т, выведенного на орбиту высотой 500–800 км, годовой объем генерируемого электричества составит 31,84 млрд кВт·ч.

Высокий объем вырабатываемого электрического тока и низкие расходы производства позволят: в тысячи раз снизить стоимость электроэнергии для потребителя; внедрить экологически чистые технологии в металлургической и химической отраслях; прекратить использование горючих полезных ископаемых для выработки электричества и тепла; создать систему противоастероидной и противометеорной защиты, расположенную на орбитальных электростанциях; разработать и внедрить технологии беспроводной передачи энергии; перевести технику с двигателей внутреннего сгорания на электродвигатели.

2. Разработаны концептуальные положения создания луногенератора на основе астероида. Создание луногенераторов позволит использовать их для энергообеспечения, межпланетных перелетов, противометеорной и противоастероидной защиты, строительства космических баз.

3. На основе анализа совпадения характеристик космических объектов Солнечной системы с требованиями луногенератора сделан вывод о наличии в Солнечной системе действующей противоастероидной и противометеорной защиты искусственного происхождения.

Значимость проведенного исследования заключается в следующем:

- предложена основа для нового технологического уклада человеческой цивилизации на основе неограниченных дешевых источников электроэнергии;
- предложены новые концептуальные положения для создания противометеорной и противоастероидной защиты, межпланетных перелетов;
- предложено логическое обоснование наличия в Солнечной системе других космических цивилизаций, что позволяет объяснить многие феноменальные явления, имеющие место на Луне и других космических объектах, ведет к необходимости переосмысления истории человеческой цивилизации и исповедуемых религий, дальнейшему взаимодействию с другими космическими цивилизациями, находящимися в Солнечной системе.

Статья включает в себя следующие разделы.

*Теоретическое обоснование:*

1. Индукция магнитного поля Земли. Приведено описание магнитосферы Земли, необходимое для расчета генератора орбитальной электростанции.

2. Расчет мощности униполярного генератора. Приведены формулы для расчета индукционного генератора орбитальной электростанции.

*Результаты и обсуждение:*

3. Энергообеспечение Земли. Систематизированы способы генерации электрического тока.

4. Орбитальные космические электростанции. Рассмотрены особенности проектов космических орбитальных электростанций, как с использованием солнечных панелей, так и на основе электромагнитной индукции.

5. Использование энергии индукционного генератора. Предложены различные направления использования электроэнергии космических орбитальных электростанций.

6. Концептуальные положения создания луногенератора. Разработаны требования и этапы создания луногенератора.

7. Энергообеспечение и противоастероидная защита в Солнечной системе. Логически обоснована гипотеза о наличии других космических цивилизаций в Солнечной системе.

### **Теоретическое обоснование**

#### **1. Индукция магнитного поля Земли**

Земля постоянно находится в потоке корпускулярного излучения Солнца (солнечной плазмы), который называется «солнечный ветер». Он образуется благодаря непрерывному расширению (истечению) плазмы сол-

нечной короны и состоит из заряженных частиц: протонов, ядер и ионов гелия, а также более тяжелых положительных ионов и электронов.

Среднее значение индукции магнитного поля солнечного ветра на уровне орбиты Земли около 0,006 мкТл, минимальное – 0,002 мкТл, максимальное – 0,08 мкТл.

Магнитосфера Земли – это область околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с солнечным ветром. По форме магнитосфера представляет собой каверну и длинный хвост, которые повторяют форму магнитных силовых линий. Схематичное изображение магнитосферы Земли приведено на рисунке 1.

При столкновении солнечного ветра с магнитным полем Земли образуется ударная волна, фронт которой со стороны Солнца в среднем локализован на расстоянии от Земли 12–13  $R_{\oplus}$  (радиусов Земли, измеряемых от ее поверхности). За фронтом ударной волны следует переходная область толщиной ~20 тыс. км, где магнитное поле солнечного ветра становится неупорядоченным. Переходная область примыкает непосредственно к магнитосфере Земли, граница которой – магнитопауза – проходит там, где динамическое давление солнечного ветра уравновешивается давлением магнитного поля Земли. Магнитопауза толщиной ~ 100–200 км расположена на расстоянии 10–11  $R_{\oplus}$ .

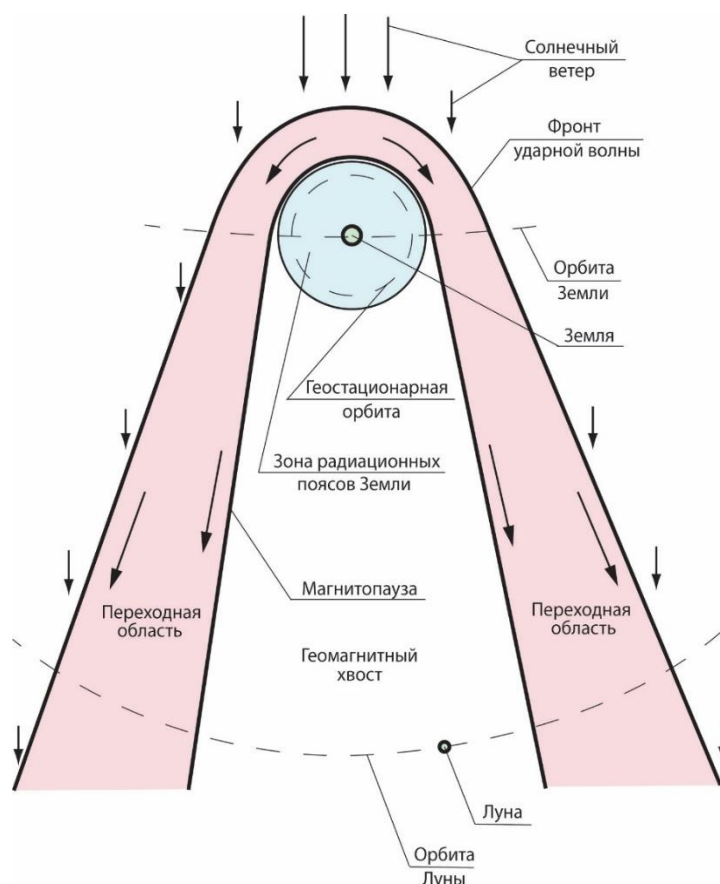


Рисунок 1. Магнитосфера Земли

*Примечание:*

*Земля* –  $R_{\oplus} = 6378$  км.

*Орбита Земли* – среднее расстояние от Солнца – 149,6 млн км.

*Геостационарная орбита* – 36 000 км от поверхности Земли, или 5,6  $R_{\oplus}$  (от поверхности Земли).

*Зона радиационных поясов Земли* – от 350 до 80 000 км.

*Фронт ударной волны* – на расстоянии 12–13  $R_{\oplus}$ , во время магнитных бурь – 5–8  $R_{\oplus}$ , в спокойном состоянии – 15–20  $R_{\oplus}$ .

*Магнитопауза* – толщина 100–200 км, на расстоянии 9–10  $R_{\oplus}$ .

*Переходная область* – толщина переходного слоя ~ 5  $R_{\oplus}$ .

*Луна* – скорость 1,023 км/с = 3681 км/ч, радиус Луны = 0,54 $R_{\oplus}$  = 3474,4 км.

*Орбита Луны* – 54,9–63,8  $R_{\oplus}$ , среднее – 59,27  $R_{\oplus}$ .

*Геомагнитный хвост* – диаметр хвоста ~ 30–40  $R_{\oplus}$ , длина хвоста ~ 10<sup>3</sup>  $R_{\oplus}$ .

В период магнитных возмущений на Земле магнитопауза может заходить за геостационарную орбиту



(5,6  $R_{\oplus}$ ). При слабом солнечном ветре подсолнечная точка может находиться на расстоянии 15–20  $R_{\oplus}$ .

Примерно до расстояния 3  $R_{\oplus}$  магнитное поле Земли близко к полю магнитного диполя, т.е. магнита с двумя полюсами. Ось этого диполя наклонена к оси вращения Земли на  $11,5^{\circ}$ . На такой же угол геомагнитные полюса отстоят от соответствующих географических полюсов. При этом южный геомагнитный полюс находится в северном полушарии.

Реальные силовые линии магнитного поля Земли в среднем близки к силовым линиям диполя, отличаясь от них местными нерегулярностями, связанными с наличием намагниченных пород в коре и оказывающими наибольшее влияние над поверхностью Земли до высот  $\sim 0,5 R_{\oplus}$ .

Максимальная индукция магнитного поля Земли, без учета местных аномалий, равна 68 мкТл вблизи северного магнитного полюса (в Антарктиде), наименьшая – 0,24 мкТл в Бразилии, среднее значение магнитного поля на экваторе равно 31 мкТл. Местные аномалии значительно изменяют указанные значения, например, в районе Курской аномалии индукция магнитного поля достигает 200 мкТл.

Кроме постоянного магнитного поля Земли в магнитосфере существуют переменные магнитные поля, вызванные следующими причинами:

- самоиндукцией, обусловленной движением в магнитном поле Земли плазмы ионосферы и переходного слоя, которые образуют электрические поля, создающие добавочные магнитные поля;
- переменным воздействием солнечного ветра, который изменяет размеры и форму магнитосферы, что ведет к возникновению переменных магнитных полей, зависящих от различных токовых систем, образующихся на различных высотах от нижних слоев ионосферы до магнитопаузы.

Изменения постоянного магнитного поля Земли во времени, вызванные различными причинами, называются геомагнитными вариациями, которые различаются как по своей длительности, так и по локализации на Земле и в ее атмосфере.

На больших расстояниях магнитное поле Земли несимметрично. Под действием солнечного ветра магнитное поле Земли искажается и приобретает «хвост», направленный от Солнца, диаметром  $\sim 40 R_{\oplus}$ , протяженностью  $\sim 10^3 R_{\oplus}$ , далеко выходящий за орбиту Луны.

Луна входит в зону действия хвоста магнитосферы за 3 дня до своей полной фазы и в течение 6 дней пересекает его.

В хвосте магнитосферы, на больших расстояниях от Земли, напряженность магнитного поля Земли ослабляется, и частицы солнечного ветра проникают внутрь земной магнитосферы и магнитных ловушек радиационных поясов.

Два радиационных пояса в виде огромных колец охватывают Землю вокруг геомагнитного экватора. В них сосредоточены огромные потоки протонов и электронов, захваченных магнитным полем Земли. Радиационный пояс – это область магнитосферы, в которой накапливаются и удерживаются проникшие в магнитосферу высокоэнергичные заряженные частицы в основном протоны и электроны. Другое название – «радиационный пояс Ван Аллена» (Van Allen radiation belt).

Внутренний пояс радиации расположен вдоль геомагнитного экватора и распространяется примерно на  $20^{\circ}$  к северу и на  $20^{\circ}$  к югу от экватора, состоит из протонов с энергией в десятки МэВ. Интенсивность потока заряженных частиц в нем переменная по высоте – с подъемом на каждые 100 км она удваивается и достигает максимального значения на высоте 3000 км. Относительно центра Земли внутренний пояс расположен несимметрично: в западном полушарии его нижний край опускается до высоты 350–600 км, в восточном поднимается до 1600 км, что объясняется влиянием местных магнитных аномалий.

Внешний пояс радиации расположен на высотах от 9000 до 80000 км, распространяется на  $50^{\circ}$  к северу и на  $50^{\circ}$  к югу от экватора и обладает переменной интенсивностью, состоит в основном из электронов с энергией в десятки кэВ.

Таким образом, магнитное поле Земли является переменным как по высоте и широте, так и вдоль орбиты, что обусловлено геомагнитными вариациями самого магнитного поля и переменными магнитными полями, зависящими от солнечного ветра и различных токовых систем магнитосферы. Определение истинного значения магнитного потока на требуемой околоземной орбите возможно с помощью экспериментов.

## **2. Расчет мощности униполярного генератора**

Явление электромагнитной индукции было открыто английским физиком М. Фарадеем в 1831 г. Оно заключается в возникновении электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении во времени магнитного потока, пронизывающего контур.

Явление возникновения электродвижущей силы (ЭДС) лежит в основе работы электрических генераторов, которые преобразуют неэлектрические виды энергии в электрическую энергию. Электрический ток может быть постоянным или переменным. Электрический генератор может работать и в «обратном направлении», т.е. как двигатель.

Генератор, состоящий из магнита и движущегося вокруг него проводника, получил название униполярного (homopolar) или однополярного.

Существует две принципиальные схемы работы униполярного генератора:

1) магнит вращается вокруг неподвижного проводника, изменяющееся магнитное поле создает электрическое поле (описывается уравнением Фарадея), которое толкает заряды через проводник. Это случай *индуцированной или трансформаторной ЭДС*;

2) магнит неподвижен, а проводник вращается вокруг него, на движущиеся заряды воздействует магнитная сила (описывается законом Лоренца), которая и толкает заряды через проводник. Это случай *двигательной ЭДС*.

В работе генератора электрического тока космической орбитальной электростанции участвуют обе принципиальные схемы работы униполярного генератора: первая схема действует при движении контура в переменных магнитных полях магнитосферы, вторая – при движении в постоянном магнитном поле Земли.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции ( $\delta_{\text{инд}}$ ), равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус. Это соотношение называют также «правилом потока»:

$$\delta_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{инд}}$  – величина ЭДС, В;  $\Phi$  – магнитный поток, Вб.

Если сопротивление всей цепи равно  $R$ , то по ней будет протекать индукционный ток, равный

$$I_{\text{инд}} = \frac{\delta_{\text{инд}}}{R} \quad (2)$$

Сила Лоренца, действующая на движущийся заряд в магнитном поле, равна

$$F_{\text{л}} = qvB\sin\alpha. \quad (3)$$

где  $q$  – величина заряда, В;  $v$  – скорость движения заряда, м/с;  $B$  – модуль вектора магнитной индукции поля, в котором движется заряд, характеризует интенсивность и направленность магнитного поля, Тл;  $\sin\alpha$  – угол между векторами  $\vec{v}$  и  $\vec{B}$ .

Напряженность наведенного в проводнике электрического поля равна

$$E = \frac{F_{\text{л}}}{q} = -vB. \quad (4)$$

Тогда ЭДС индукции равна

$$\delta_{\text{инд}} = El = -vBl = -\frac{\Delta x}{\Delta t}Bl = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (5)?$$

где  $l$  – длина проводника, м;  $\Delta\Phi$  – величина магнитного потока, пересекаемого движущимся проводником за время  $\Delta t$ .

Кроме силы Лоренца на проводник с током со стороны магнитного поля действуют электромагнитные силы, стремящиеся вытолкнуть проводник за пределы магнитного поля. Электромагнитная сила определяется законом Ампера:

$$F_{\text{А}} = I_{\text{инд}}Bl\sin\alpha = \frac{\delta_{\text{инд}}}{R}Bl\sin\alpha \quad (6)$$

Так как для постоянного тока значения силы тока и напряжения постоянны и равны мгновенным значениям в любой момент времени, то мощность можно вычислить по формуле

$$P = \delta_{\text{инд}}I_{\text{инд}} = \frac{\delta_{\text{инд}}^2}{R} \quad (7)$$

Сопротивление всей цепи определяется как сумма внутреннего сопротивления проводящего контура (генератора) и сопротивления нагрузки. Внутреннее сопротивление не является стабильной величиной и зависит от изменения как внешних (нагрузка, ток), так и внутренних (нагрев, сверхпроводимость) условий.

Для достижения заданных свойств или максимального значения какого-либо параметра в электрической сети выбирается необходимое соотношение между сопротивлением нагрузки и внутренним сопротивлением генератора:

– для получения максимального напряжения сопротивление нагрузки должно быть значительно больше внутреннего сопротивления генератора. Максимально достижимое напряжение равно ЭДС генератора;

- для получения максимального тока сопротивление нагрузки должно быть значительно меньше внутреннего сопротивления генератора, т.е. используется режим короткого замыкания;
- для получения максимальной мощности сопротивление нагрузки должно быть равно внутреннему сопротивлению генератора. Максимально возможная мощность равна

$$P_{max} = \frac{\delta_{инд}^2}{4r} \quad (8)$$

где  $r$  – внутреннее сопротивление генератора (Ом), которое для проводника равно

$$r = \frac{\rho l}{S} = 1,27 \frac{\rho l}{d^2} \quad (9)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление провода, Ом·мм<sup>2</sup>/м;  $l$  – длина провода, м;  $S$  – площадь поперечного сечения, мм<sup>2</sup>;  $d$  – диаметр провода, мм.

В зависимости от магнитной проницаемости выделяются вещества диамагнитные (вода, кварц, серебро, медь), в которых магнитное поле слабее, чем в вакууме, и парамагнитные (воздух, алюминий, платина), в которых магнитное поле сильнее, чем в вакууме. Для этих веществ значение магнитной проницаемости является постоянной величиной и не зависит от напряженности внешнего магнитного поля. Для ферромагнитных веществ (железо, сталь, никель, кобальт, некоторые сплавы) значение относительной магнитной проницаемости достигает нескольких десятков тысяч. Эти материалы обладают свойствами намагничиваться и резко усиливать магнитное поле.

Выбор проводника для контура генератора должен осуществляться экспериментальным путем с учетом используемых материалов и внешних условий эксплуатации электростанции.

Генерация электрического тока связана с его дальнейшим преобразованием или передачей с электростанции на принимающее устройство. Беспроводная передача может осуществляться СВЧ-лучом путем преобразования электрической энергии в СВЧ-излучение и передачи ее в заданную точку пространства или земной поверхности с последующим обратным преобразованием СВЧ-энергии в постоянный ток. Возможно использование различных преобразователей.

Характеристики прямо-передающей системы определяются формулой

$$D_a D_p = \lambda L, \quad (10)$$

где  $D_a$  – диаметр излучающей антенны, м;  $D_p$  – диаметр приемной антенны, м;  $\lambda$  – длина волны, м;  $L$  – длина линии передачи энергии, м.

Исходя из условий возможности передачи СВЧ-энергии без ощутимых потерь в атмосфере длина волны выбирается равной ~10 см [1].

## Результаты и обсуждение

### 3. Энергообеспечение Земли

Для определения проблем и перспектив развития энергообеспечения Земли рассмотрим исторические этапы развития электроэнергетики:

Этап 1. Опытное и лабораторное использование электрического тока в период до XVIII века.

Этап 2. Использование гальванических элементов в местах потребления электроэнергии в XVIII–XIX веках.

Этап 3. Изобретение электрогенераторов. Электроэнергетика становится основой человеческой цивилизации в конце XIX – начале XX века. Изменение мирового производства электроэнергии составило от 0,009 трлн кВт·ч в 1890 г. до 19,9 трлн кВт·ч в 2007 г.

Этап 4. Создание атомных электростанций в середине XX века.

Этап 5. Создание фотоэлементов, развитие альтернативной и малой энергетики, использование новых источников для генерирования электрического тока (энергия ветра, солнечная радиация, энергия приливов и т.д.) в конце XX – начале XXI века.

Этап 6. Создание «новой» энергетики – разработка проектов использования дешевых неисчерпаемых ресурсов гидросферы (течения, приливы), энергии Солнца вне поверхности Земли аэростатными и космическими орбитальными электростанциями в XXI веке.

Одной из главных задач мировой экономики XXI века является создание глобальной системы экологически чистого энергообеспечения, способной полностью удовлетворить потребности производства и населения в электроэнергии.

По данным Управления по энергетической информации США (EIA – U.S. Energy Information Administration), в 2008 г. мировое потребление электроэнергии составило около 17,4 трлн кВт·ч. Планируется, что в 2020 г. производство электроэнергии в мире возрастет до 25,0 трлн кВт·ч, а в 2035 г. – до 35,2 трлн кВт·ч [4].

Основными проблемами развития энергообеспечения являются:

- загрязнение окружающей среды выбросами CO<sub>2</sub> при сжигании углеродосодержащих ископаемых топлив – газа, нефти и угля. Ископаемые топлива доминируют в секторе электроэнергетики многих стран, например,

электростанции, работающие на угле, производят более 40 % потребляемого в мире электричества. Эта ситуация обусловлена достаточно высокой распространенностью угля, развитыми технологиями его добычи, относительно низкой стоимостью строительства электростанций;

– ограниченность на Земле ресурсов ископаемых углеродосодержащих топлив, особенно нефти и газа, также необходимых в качестве сырья для химической отрасли промышленности;

– резкая неравномерность энергообеспечения развитых и развивающихся стран. По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), в 2008 г. 22 % населения Земли (около 1,5 млрд чел.) не имело доступа к электричеству;

– постоянный рост стоимости электроэнергии.

Электроэнергетика как отрасль хозяйства включает процессы генерирования, передачи, трансформации и потребления электрической энергии. Данная отрасль имеет следующие особенности:

– низкие возможности накопления электроэнергии, как следствие, необходимость соответствия произведенной и потребляемой электроэнергии в каждый момент времени;

– мгновенность передачи электроэнергии;

– универсальность – одинаковые свойства электроэнергии независимо от способа генерации.

Существующие способы генерации электроэнергии основаны на трех принципиальных схемах:

1) преобразования химической энергии в гальванических элементах;

2) преобразование солнечной радиации в фотоэлементах;

3) преобразование тепловой или кинетической энергии во вращение ротора турбинами или двигателями с получением электромагнитной индукции. На данную схему приходится более 80 % генерируемой электроэнергии в мире.

Генерация электроэнергии осуществляется электростанциями в процессе преобразования различных типов энергии в электрическую. Автором систематизированы способы генерации электроэнергии различными типами электростанций (рисунок 2).

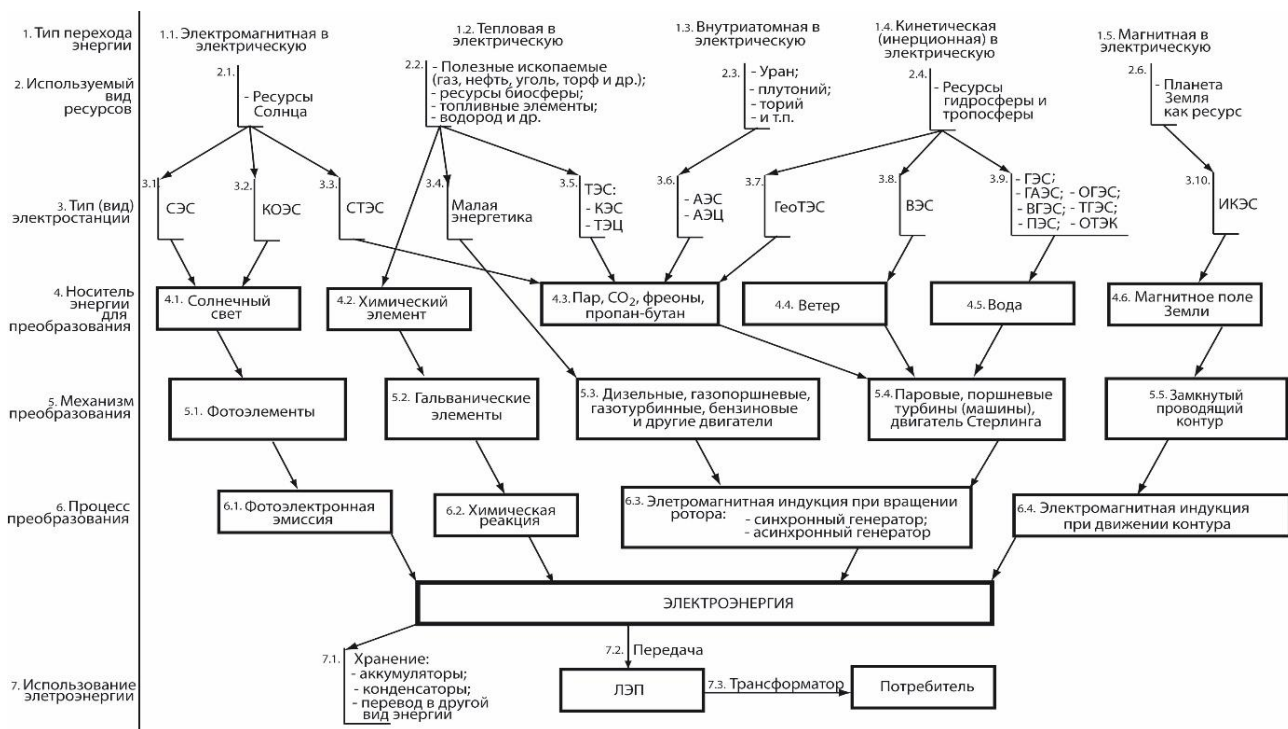


Рисунок 2. Принципиальная схема производства электроэнергии

**Примечание:** СЭС – солнечные электростанции; КОЭС – космические орбитальные и аэростатные электростанции (проекты); СТЭС – солнечные термальные (гелиотермальные) электростанции; ТЭС – тепловые электростанции, включая КЭС – конденсаторные электростанции и ТЭЦ – теплофикационные электростанции (теплоэлектроцентрали); АЭС – атомные электростанции; АЭЦ – атомная электроцентраль; ГеоТЭС – геотермальные электростанции; ВЭС – ветровые электростанции; ГЭС – гидроэлектростанции; ГАЭС – гидроаккумулирующие электростанции; ВГЭС – гидроэлектростанции, использующие энергию волн; ПЭС – гидроэлектростанции, использующие энергию приливов; ОГЭС – осмотическая гидроэлектростанция, извлекающая энергию из смешивания соленой и пресной воды; ТГЭС – гидроэлектростанции, использующие течения в морях и океанах (проекты); ОТЭК – океанотермические гидроэлектростанции (проекты); ИКЭС – индукционная космическая электростанция (проекты).

Существующим типам электростанций присущи определенные недостатки:

- тепловая энергетика – использование невозобновимых ресурсов, образование большого количества отходов, негативное влияние на окружающую среду, высокая стоимость производства электроэнергии;
- гидроэнергетика – длительное и дорогое строительство электростанций, особые требования к месту их размещения, негативное влияние на окружающую среду;
- ядерная энергетика – проблемы с утилизацией отработанного ядерного топлива, большой разрушительный потенциал в случае аварии;
- солнечная энергетика – на современном уровне развития технологий это наиболее материалоемкий и дорогой вид производства электроэнергии;
- альтернативная энергетика – высокочрезвычайно затратное строительство электростанций, их маломощность или географическая ограниченность применения технологий.

Главным направлением мировых исследований в области энергообеспечения является разработка проектов экологически чистых электростанций с возможностью неограниченного увеличения их мощности, снижения стоимости строительства и генерируемой электроэнергии. Кроме того, остаются нерешенными технологические задачи хранения электроэнергии в промышленных объемах и снижения потерь при беспроводной передаче электрического тока на большие расстояния.

Развитие цивилизации определяют доступные ей типы ресурсов и технологии их использования. Любые технологии основаны на использовании различных видов энергии. В таблице 1 автором предложена систематизация этапов развития цивилизации в зависимости от видов используемой энергии.

Таблица 1

#### Этапы развития цивилизации в зависимости от видов используемой энергии

Этап	Используемый вид энергии	Используемые ресурсы для получения энергии	Направления и особенности использования энергии
1. Первобытно-общинный	- Тепловой (в виде открытого огня); - кинетический (инерция)	- Биосфера	Выживание в условиях враждебного внешнего окружения (тепло, охота, строительство)
2. Ремесленный	- Тепловой; - кинетический	- Биосфера; - полезные ископаемые; - гидросфера; - тропосфера	Развитие: - промышленности, строительства; - механизмов, военного дела, мореплавания; - добычи полезных ископаемых
3. Промышленный	- Тепловой; - кинетический; - электрический	Все доступные ресурсы согласно уровню развития промышленности	- Научно-технический прогресс; - военно-промышленное превосходство государств
4. Ядерный	- Тепловой; - электрический; - внутриатомный	- Доступные ресурсы Земли; - солнечная радиация; - атомная энергия	- Научно-технический прогресс; - технологическое превосходство государств; - борьба за ресурсы, развитие альтернативных источников энергии
5. Орбитально-космический	- Электрический; - солнечная радиация; - внутриатомный; - магнитное поле Земли	Планета Земля как ресурс	- Создание дешевых неограниченных источников энергии; - прекращение использование традиционных ресурсов Земли для получения энергии
6. Космический системно-интеграционный	- Солнечная радиация; - внутриатомный; - магнитное поле Солнца и планет Солнечной системы	Ресурсы Солнечной системы	За счет робототехники и неограниченных дешевых источников электроэнергии создание цивилизации на новых принципах организации и развития

Современным состоянием человеческой цивилизации является переход от ядерного к космическому этапу развития. Традиционные тепловые источники энергии изживают себя, принося вред окружающей среде. Кроме того, отсутствует возможность значительного увеличения генерации электроэнергии существующими способами производства на Земле.

Проблему глобального энергетического кризиса, негативных экологических и климатических изменений могут решить космические орбитальные электростанции. Переходный период в энергетике характеризуется удорожанием традиционных ископаемых ресурсов для производства электроэнергии и разработкой проектов использования солнечной радиации космическими электростанциями.

Таким образом, в XXI веке начинается новый этап развития энергетики – орбитально-космический. В ближайшем будущем именно космические технологии генерации электроэнергии будут определять технологический уровень развития производства на Земле [2].

#### 4. Орбитальные космические электростанции

Целесообразность создания солнечных космических электростанций (СКЭС) обусловлена экологичностью и неисчерпаемостью солнечной энергии, высокой безопасностью для населения Земли, возможностью оперативного подключения территориально удаленных потребителей. Коэффициент полезного действия солнечных элементов в настоящее время приближается к 50 %.

Среднесуточный уровень поступления солнечной радиации на Землю составляет около  $0.243 \text{ кВт/м}^2$ , в околоземном космическом пространстве вне тени Земли –  $1.37 \text{ кВт/м}^2$ .

В США созданием СКЭС занимаются с 60-х годов прошлого века и планируют к 2016 г. вывести в космос электростанцию гигаваттного класса. Ряд других государств, включая Японию, Россию, Францию, Германию, Канаду, также проводят исследования в области создания орбитальных электростанций.

Одним из первых проектов СКЭС стала концепция Питера Е. Глэйзера (Peter E. Glaser, фирма "Артур Д. Литтл"), предложенная в 1968 г. и предусматривавшая систему из 60 солнечных электростанций. По проекту каждая СКЭС представляла собой платформу размером  $5 \times 10 \text{ км}$ , покрытую солнечными батареями и передающую энергию мощностью 5 млн кВт с геостационарной орбиты на Землю СВЧ-радиолучом. Общая масса системы составила около 3 млн т, поэтому основным препятствием для реализации проекта стала высокая стоимость космической сборки и выведения СКЭС на геостационарную орбиту Земли.

Основные принципы функционирования СКЭС:

- расположение в экваториальной плоскости на околоземной круговой орбите на высоте около 35 800 км (геостационарная орбита) для движения с той же угловой скоростью, что и Земля;
- СКЭС состоит из солнечных батарей; концентраторов в виде зеркал, обеспечивающих дополнительный поток солнечного света к батареям; системы стабилизации; системы передачи электроэнергии;
- выработанное электричество передается пучком радиоволн сверхвысокой частоты (СВЧ) в диапазоне от 2.45 до 5.8 ГГц, инфракрасным лучом либо лазерной системой на космические, аэростатные или наземные приемники.

Проекты СКЭС не реализованы, в частности, по следующим причинам:

- развертывание СКЭС в рабочую конфигурацию требует выведения и сборки на геостационарной орбите большого количества солнечных батарей и отражателей;
- необходимы регулярная замена солнечных батарей, имеющих ресурс около 15 лет, и ремонт при повреждении батарей повреждений от метеоров и солнечных вспышек;
- для эффективной работы СКЭС необходимо достигнуть высокого КПД передачи электроэнергии с геостационарной орбиты и ее приема на Земле, что является наиболее сложной задачей;
- при передаче электроэнергии необходимо надежное наведение и удержание передающего луча, так как его расфокусировка или отклонение может привести к повреждению принимающей станции и человеческим жертвам;
- геостационарная орбита перенасыщена спутниками.

Таким образом, высокая стоимость изготовления, выведения и эксплуатации СКЭС не позволит снизить стоимость электроэнергии для потребителя и создать на базе СКЭС глобальную систему энергообеспечения Земли.

Под глобальной системой энергообеспечения Земли автор понимает единый комплекс, включающий:

- 1) космические электростанции с определенными характеристиками, находящиеся на околоземной орбите;
- 2) систему управления космическими электростанциями;
- 3) систему передающих и приемных комплексов, расположенных в космосе и на поверхности Земли;
- 4) систему доставки электроэнергии до потребителя;
- 5) систему управления, объединяющую организационные, методические, технические, программные и информационные средства, направленные на разработку и поддержку эксплуатации указанной системы.

Авторская концепция создания глобальной системы энергообеспечения Земли основана на использовании индукционных космических электростанций.

*Индукционная космическая электростанция (ИКЭС)* – это совокупность установок, расположенных на околоземной орбите с целью генерации электрического тока в контуре генератора при его движении в магнитосфере Земли с последующим сохранением или передачей электроэнергии потребителям.

Орбита ИКЭС является круговой, располагается на высотах 500–800 км. Низкая орбита позволяет снизить размеры передающей и приемной антенн, уменьшить потери электроэнергии при передаче от ИКЭС к наземному приемнику. Так как орбита ИКЭС не является геостационарной, потребуется ряд наземных приемников, расположенных в разных странах на пути движения электростанции.

ИКЭС объединяет несколько взаимосвязанных установок:

- индукционный генератор, обеспечивающий производство электроэнергии за счет электромагнитной индукции;
- систему регулирования характеристик электрического тока;
- систему отвода тепла от контура индукционного генератора;
- систему передачи электроэнергии, состоящую из передающей антенны и обеспечивающих устройств;

- систему стабилизации электростанции, обеспечивающую заданную траекторию движения и стабилизацию направления передающей антенны на приемник;
- систему корректировки орбиты станции;
- систему управления электростанцией с дополнительными источниками энергообеспечения в виде солнечных батарей;
- промышленные установки, аккумуляторы и др.

*Индукционный генератор* – это замкнутый проводящий контур, в котором возникает электродвижущая сила при его движении в магнитном поле Земли.

Контур индукционного генератора выполняется из металлического проводника в виде катушки, витки которой намотаны вплотную (соленоид), или в виде клубка. Поперечное сечение катушки может быть круглым, треугольным или иметь другую форму, определяемую экспериментальным путем.

Индукционный генератор может состоять из нескольких катушек, размещенных определенным образом, в том числе одна внутри другой. Возникновение электрического тока в контуре генератора осуществляется за счет:

- двигательной ЭДС, зависящей от длины проводника, величины магнитного потока, угла и скорости пересечения контуром магнитных силовых линий;
- индуцированной ЭДС, зависящей от величины изменения магнитного потока, обусловленного особенностями строения земной коры, магнитными аномалиями; наличием переменного магнитного поля в магнитосфере Земли; изменением высоты и широты орбиты ИКЭС;
- взаимной индукции ЭДС, возникающих при взаимодействии катушек контура индукционного генератора между собой;
- ЭДС самоиндукции, вызванной изменением электрического тока в катушках контура индукционного генератора;
- изменения магнитного потока в контуре генератора вследствие отклонения ИКЭС от орбиты, вызванного электромагнитными силами, выталкивающими проводник с током из магнитного поля.

Реальное значение ЭДС в контуре индукционного генератора, влияние сверхпроводимости проводников, параметры сердечников катушек контура определяются экспериментальным путем. Особый интерес вызывает изучение возможности использования в работе индукционного генератора энергии частиц радиационных поясов Земли.

Индукционный генератор ИКЭС является униполярным, так как движется вокруг двухполюсного магнита – Земли, и имеет следующие отличительные характеристики:

- простота и надежность конструкции, малые габариты и высокие технико-экономические показатели,
- генерирование напряжения и тока без пульсаций, высокая термическая и перегрузочная способность по току;
- возможность использования как при длительных стационарных, так и при импульсных режимах.

Установки, основанные на использовании униполярных генераторов, получили широкое применение в металлургической и химической промышленности, в частности, для получения электролизом металлов, питания дуговых печей и электромагнитных насосов, получения газов, создания сильных магнитных полей и т.д.

Космические исследования получения электричества за счет движения длинного проводника в магнитном поле Земли ведутся с конца прошлого века. В научной печати неоднократно высказывались идеи создания космических электроустановок, основанных на получении ЭДС за счет электромагнитной индукции. Предлагаемые варианты, как правило, основаны на использовании длинных проводов, вытянутых перпендикулярно силовым линиям магнитного поля Земли, и возникновение ЭДС обусловлено действием силы Лоренса в постоянном магнитном поле планеты.

Автор утверждает, что движение контура происходит в переменном магнитном поле (см. *теоретическое обоснование*) и вместо длинных проводов, вытянутых перпендикулярно силовым линиям, возможно использование контуров, выполненных в виде катушек (соленоидов) или клубков. При этом ЭДС в контуре будет возникать в соответствии с «правилом потока».

Основными проблемами функционирования ИКЭС являются:

1. Замедление скорости движения ИКЭС по орбите вызванное подключением нагрузки к индукционному контуру, что в окончательном итоге должно привести к падению станции на Землю в соответствии с законом сохранения энергии.
2. Эффект выталкивания электростанции электромагнитными силами с орбиты. Высокое напряжение электрического тока в индукционном генераторе сопровождается значительной по величине силой Ампера, действующей на контур.

Устранение первой проблемы возможно путем периодического отключения нагрузки ИКЭС и увеличения высоты орбиты, или использованием явления выталкивания.

Нейтрализация эффекта выталкивания возможно путем использования нескольких катушек контура в индукционном генераторе, расположенных под углом друг к другу. Кроме того, варьирование величины электрического тока в катушках контура позволяет управлять положением ИКЭС на орбите, как изменяя широту и высоту орбиты (что нейтрализует первую проблему), так и вращая электростанцию вокруг своей оси. В свою очередь, управление положением ИКЭС на орбите позволяет уклоняться от летящих космических объектов и осуществлять поэтапный вывод станции на орбиту: сначала до 150–200 км с дальнейшим увеличением до требуемой высоты.

Таким образом, действие ИКЭС основано на двух физических эффектах:

- получение электрического тока за счет переменного магнитного поля магнитосферы Земли;
- корректировка вращения, широты и высоты орбиты за счет постоянного магнитного поля Земли и действующих в нем сил Ампера.

Расчет мощности генератора автором был выполнен для проводников из меди, алюминия и железа. Для расчета выбрано среднее значение магнитного потока на экваторе Земли, равное 31 мкТл, без учета значительных увеличений за счет влияния переменных магнитных полей магнитосферы и магнитных аномалий земной коры.

Принципиальный расчет показал, что только одна катушка контура массой от 5.2 до 17.5 т позволяет получить мощность генератора до 1.73 МВт, или 6.23 млн кВт·ч, с годовой производительностью до 54.6 млрд кВт·ч.

Для обеспечения наибольшей эффективности работы ИКЭС необходимо проведение дополнительных экспериментов по определению технико-экономических характеристик индукционного генератора и орбиты его движения.

Учитывая стоимость выведения груза на орбиту высотой 200 км около 3 тыс. дол. США за 1 кг груза, затраты на ИКЭС ориентировочно составят около 125 млн дол. США, включая стоимость станции (без учета проведения исследований и строительства наземных приемных антенн) около 75 млн дол. США и вывод ИКЭС на орбиту ракетой-носителем около 50 млн дол. США.

При стоимости 1 кВт·ч электроэнергии, равной примерно 0.03 дол. США, затраты на эксперименты, строительство и вывод ИКЭС на орбиту окупятся менее чем за месяц.

Высокие объемы генерируемой электроэнергии при ее низкой себестоимости позволят снизить стоимость электричества для потребителей в тысячи раз. Низкая стоимость электроэнергии даст возможность широко использовать экологически чистые производственные технологии и прекратить использование полезных ископаемых для генерации тепла и электроэнергии.

Создание глобальной системы энергообеспечения должно осуществляться на основе комплекса ИКЭС и приемных станций в мировом масштабе. Для создания комплекса станций ИКЭС необходимо проведение дополнительных исследований по выбору рабочих орбит, количества и мощности станций, систем преобразования и передачи энергии, конструктивно-компоновочной схемы станций, способов и средств управления.

Таблица 2

Расчет мощности индукционного генератора

№ п/п	Показатель	Значение показателя в зависимости от материала проводника			Единица измерения	Примечание
		медь	алюминий	железо		
<i>1. Исходные данные</i>						
1.1	Длина провода $l$	$10^5$	$10^5$	$10^5$	м	-
1.2	Диаметр провода $d$	5	5	5	мм	-
1.3	Удельное сопротивление провода $\rho$	0,0175	0,03	0,13	Ом·мм <sup>2</sup> /м	-
1.4	Плотность металла $\rho_l$	8,92	2,69	7,87	г/см <sup>3</sup>	-
1.5	Скорость движения по орбите $v$	$8 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	м/с	-
1.6	Третья космическая скорость $v_l$	$16,7 \cdot 10^3$	$16,7 \cdot 10^3$	$16,7 \cdot 10^3$	м/с	-
1.7	Магнитный поток на экваторе Земли $B_{\oplus}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	Тл = В·с/м <sup>2</sup>	-
1.8	Магнитный поток солнечного ветра на орбите Земли $B_{\odot}$	$0,6 \cdot 10^{-8}$	$0,6 \cdot 10^{-8}$	$0,6 \cdot 10^{-8}$	Тл	-
1.9	Угол между векторами $\vec{v}$ и $\vec{B} - \sin \alpha$	90	90	90	град.	$\sin 90^\circ = 1$
<i>2. Расчет характеристик генератора, использующего магнитное поле Земли</i>						
2.1	Масса провода на поверхности Земли $m$	17,5	5,2	15,4	т	$m = \rho_l \cdot l \cdot \pi d^2 / 4$
2.2	Длина катушки (при $D = 10$ м), без учета изоляции провода $l_{кат}$	15,9	15,9	15,9	м	$l_{кат} = ld / \pi D$
2.3	Внутреннее сопротивление генератора $r$	88,9	152,4	660,4	Ом	Формула (9)
2.4	ЭДС индукции $\delta_{инд}$	$24,8 \cdot 10^3$	$24,8 \cdot 10^3$	$24,8 \cdot 10^3$	В	Формула (5)
2.5	Сила выталкивания генератора $F_A$	864,8	504,5	116,4	Н	Формула (6)
2.6	Максимальная мощность генератора $P_{max}$	1,73	1,01	0,23	МВт	Формула (8)
2.7	Количество генерируемого электричества в час	$6,23 \cdot 10^6$	$3,96 \cdot 10^6$	$0,83 \cdot 10^6$	кВт·ч	$P_{max} \cdot 3600$
2.8	Годовой объем генерируемого электричества	$54,56 \cdot 10^9$	$31,84 \cdot 10^9$	$7,25 \cdot 10^9$	кВт·ч	-
<i>3. Расчет характеристик генератора, использующего солнечный ветер</i>						
3.1	ЭДС индукции $\delta_{инд}$	13,4	13,4	13,4	В	Формула (5)
3.2	Максимальная мощность генератора $P_{max}$	0,5	0,29	0,07	Вт	Формула (8)
3.3	Количество генерируемого электричества в час	1,8	1,04	0,25	кВт·ч	-
3.4	Сила выталкивания генератора $F_A$	$9,04 \cdot 10^{-5}$	$5,28 \cdot 10^{-5}$	$1,22 \cdot 10^{-5}$	Н	Формула (6)



### 5. Использование энергии индукционного генератора

Расположение ИКЭС на орбите высотой 500–800 км по сравнению с СКЭС, использующими геостационарную орбиту, значительно упрощает систему передачи и получения электроэнергии, делает ее менее уязвимой к внешним воздействиям, но требует размещения приемных антенн на территории различных государств, над которыми проходит орбита ИКЭС.

Использование электроэнергии, генерируемой ИКЭС, возможно в следующих направлениях:

- 1) передача и использование электроэнергии на Земле;
- 2) использование электроэнергии в космосе промышленными установками ИКЭС или другими космическими объектами;
- 3) аккумулярование и сохранение генерируемой электроэнергии.

Передача электроэнергии может осуществляться:

- на космические, аэростатные или наземные стационарные приемники;
- на космический спутник с последующей передачей электроэнергии на наземный приемник или конечным потребителям;
- в ионосферу или через земную поверхность с дальнейшим получением электроэнергии конечными потребителями.

Электрическая энергия передается с ИКЭС пучком радиоволн сверхвысокой частоты в диапазоне от 2,45 до 5,8 ГГц, инфракрасным лучом либо лазерной системой. Современный уровень развития СВЧ-электроники позволяет передавать энергию с высоким значением КПД – порядка 85–95 %. При использовании частоты 2,45 ГГц метеорологические условия практически не влияют на КПД передачи энергии.

При высоте орбиты 500 км и длине волны ~ 10 см диаметры излучающей и принимающей антенн, при расчете по формуле (10), составят 100 и 500 м соответственно.

Наиболее эффективным способом передачи энергии потребителю будет использование технологии, основанной на методе резонансного магнитного связывания (*resonant magnetic coupling*), который начинает применяться в электронной промышленности [5].

Метод основан на одновременном использовании магнитной и резонансной связи в магнитных катушках, включенных в приемный и передающий контуры и настроенных в резонанс друг с другом. Приемный контур находится у потребителя в электроприборе, электроэнергия поступает через передающий контур, находящийся на спутнике или наземном передатчике.

Для обеспечения промышленных объектов передача электроэнергии будет осуществляться на наземные стационарные приемники.

Для передачи электроэнергии методом резонансного магнитного связывания можно использовать систему антенн мобильной связи. Таким образом, любой электроприбор, подключенный к мобильной связи, получал бы необходимое количество электричества для своей работы с возможностью контроля объема потребляемой электроэнергии.

Учитывая низкую стоимость электроэнергии, получаемой на ИКЭС, применение метода резонансного магнитного связывания устранил необходимость в широком использовании линий электропередач, позволит заменить двигатели внутреннего сгорания на электродвигатели, обеспечит тепло и электроэнергией здания, освещение городов без подведения коммуникаций, позволит решить продовольственную проблему путем увеличения продолжительности освещения сельскохозяйственных территорий, создать комфортную электроодежду и т.д.

В качестве промежуточной передающей антенны может выступать ионосфера Земли. Электрическая энергия с ИКЭС в определенном диапазоне волн посылается в ионосферу, а потребитель методом резонансного магнитного связывания или другим методом получает электроэнергию уже из ионосферы.

Одна из самых сложных задач – разработка технологии аккумулярования и сохранения электроэнергии на ИКЭС в промышленных объемах с возможностью дальнейшей передачи. Развитие технологии аккумулярования должно заключаться как в использовании тепловых аккумуляторов, так и во внешнем размещении заряда аккумулятора в космосе в виде ионизированной плазмы с последующей возможностью переработки плазмы в электричество.

Представляет интерес изучение возможности использования особенностей ионосферы и радиационных поясов для получения и хранения электроэнергии.

ИКЭС генерирует электроэнергию высокого напряжения и силы тока, что позволяет разместить на станции оборудование противоастероидной и противометеорной защиты. При этом уничтожение астероидов в космическом пространстве и метеоритов в атмосфере Земли осуществляется лазерным лучом гигаваттной мощности.

Система противоастероидной и противометеорной защиты должна быть единой в околоземном пространстве. Для предотвращения гонки вооружений в космосе необходимо принятие международной конвенции о запрещении установки систем вооружения на ИКЭС.

За счет высокого объема дешевой электроэнергии, генерируемой ИКЭС, станет эффективным размещение в космосе различных отраслей производства, создание системы управления погодой на нашей планете. Воздействие на погоду может осуществляться путем нагрева участков атмосферы, суши или океана, электромагнитным воздействием на ионосферу, что позволит снизить вероятность возникновения штормов, смерчей и т.п.

Учитывая высокие технико-экономические показатели индукционного генератора, возможно его использование в качестве основного двигателя для межпланетных космических кораблей. Как следует из расчетов, приведенных в таблице 2, энергии, получаемой индукционным генератором за счет солнечного ветра, будет недостаточно для энергообеспечения космического корабля, поэтому в качестве основного ресурса необходимо использовать переменные магнитные поля магнитосферы планет.

Индукционный генератор будет производить электроэнергию, которая расходуется на движение космического корабля и жизнеобеспечение экипажа, включая обогрев и получение кислорода.

Движение космического корабля может обеспечиваться различными способами, в том числе:

- разложением воды и использованием получаемых газов в качестве топлива ракетного двигателя;
- созданием собственного сильного электрического поля и использованием электромагнитных сил, которые будут выталкивать космический корабль из магнитосферы планеты;
- использованием электромагнитных импульсных установок.

Разгон космического корабля осуществляется в магнитосфере планеты в момент, когда геомагнитный хвост вытянут в сторону, необходимую для движения корабля. Движение космического корабля осуществляется передвижением от планеты к планете, каждый раз с использованием магнитосферы планеты для разгона.

В качестве тела космического корабля возможно использование астероидов, что позволит осуществлять движение за счет их вещества. При создании космического корабля внутри астероида в нем размещаются зоны для оборудования и экипажа. Для энергообеспечения, получения кислорода и движения используется индукционный генератор.

Одним из перспективных направлений является использование астероидов на околопланетной орбите в качестве производственных комплексов, включающих собственное энергообеспечение в виде индукционного генератора и содержащих материал для строительных и производственных целей.

#### **6. Концептуальные положения создания луногенератора**

Использование малых тел Солнечной системы (астероидов) для человеческой цивилизации представляет интерес в следующих направлениях:

- создание долговременных космических станций на околоземной орбите с размещением на них систем противоастероидной и противометеорной защиты;
- организация космического производства за счет использования вещества астероида;
- использование в качестве космических кораблей для размещения оборудования и экипажа внутри тела астероида.

Для перевода астероида на околоземную орбиту необходимо решить проблему снижения его скорости и изменения направления движения. Для осуществления противоастероидной защиты Земли необходимо или дробить (уничтожить) астероид, или изменять направление его движение.

Имеющиеся проекты противоастероидной защиты предполагают изменять траекторию движения астероида с использованием энергии взрывов ядерных зарядов.

Автор предлагает решать задачу управления астероидом на основе использования электроэнергии индукционных генераторов:

- путем дробления или отклонения астероида от столкновения с Землей (в рамках противоастероидной защиты). Дробление осуществляется с ИКЭС или космического корабля в магнитосфере Земли лазерным лучом гигаваттной мощности за счет теплового взрыва, испарения вещества астероида и образования в нем внутренних напряжений;

– посредством перевода астероида на околоземную орбиту в магнитосфере Земли. Снижение скорости и изменение направления движения осуществляется путем создания на астероиде системы скважин (шурфов). Бурение скважин осуществляется с помощью лазера.

Дно скважин заполняется взрывчатым или горючим веществом, устье скважины – инертным веществом астероида. При подрыве взрывчатки скважины работают как реактивные двигатели, давая телу астероида необходимый импульс для движения в заданном направлении.

Энергообеспечение работ осуществляется беспроводной передачей электроэнергии индукционными генераторами ИКЭС или космических кораблей. Доставка оборудования для буровзрывных работ осуществляется на космическом корабле, использующем индукционный генератор.

Возможен двухэтапный захват астероида: при первом прохождении в магнитосфере Земли на астероиде размещается необходимое оборудование, при повторном прохождении осуществляется изменение его скорости и направления для перевода на околоземную орбиту.

После перевода астероида на околоземную орбиту на нем размещается индукционный генератор и необходимое оборудование.

Наиболее безопасным является захват астероида и перевод его на орбиту ближайших планет с последующим переходом на околоземную орбиту.

Автором предлагается следующее определение: *луногенератор* – это малое тело Солнечной системы (астероид), естественно находящееся или искусственно расположенное на околопланетной орбите, в котором размещены устройства, генерирующие и потребляющие электроэнергию.

Для создания луногенераторов планируется использовать малые тела Солнечной системы (small Solar system body, SSSB) – астероиды из семейства сближающихся с Землей.

Представляет интерес астероид Апофис с порядковым номером 99942, который прошел около Земли 09.01.2013 г. на расстоянии 14,5 млн км, имеющий диаметр 325 м и массу 500 млн т. Следующее появление астероида ожидается 13.04.2029 г., когда он пролетит в магнитосфере на расстоянии около 36 тыс. км от Земли.

Целями создания луногенератора на околоземной орбите являются:

- генерация и передача электроэнергии на наземные или космические приемники;
- размещение комплекса противоастероидной и противометеорной защиты Земли;
- размещение комплекса регулирования погоды на Земле;
- организация производства на основе использования вещества астероида и генерируемой электроэнергии;
- сбор и переработка «космического мусора» в орбитальном пространстве Земли;
- создание на базе луногенератора межпланетного космического корабля;
- установление контактов с другими космическими цивилизациями.

Преимущество луногенератора по сравнению с ИКЭС – возможность использования тела астероида: в качестве защиты от различных видов излучения; в качестве материала для получения кислорода и сырья для производства; в качестве космического корабля.

Особенности функционирования предъявляют к луногенератору определенные требования.

1. *Орбита.* Мощность индукционного генератора зависит от постоянства угла между магнитным потоком магнитосферы и контуром генератора, поэтому контур индукционного генератора должен быть постоянно направлен к Земле. Для выполнения данного требования производится синхронизация скорости вращения астероида вокруг своей оси с орбитальной скоростью, чтобы сторона с генерирующими контурами была постоянно обращена к поверхности планеты под определенным углом. Для равномерного вращения луногенератора его движение вокруг Земли должна проходить по круговой орбите и на определенной высоте.

2. *Структура луногенератора.* Луногенератор состоит из тела астероида, в котором размещены индукционный генератор с системой необходимых устройств и оборудования, трансформаторов и аккумуляторов, жилых и технических помещений. Для защиты от внешних воздействий над телом или на поверхности астероида создается защитный каркас, получаемый спеканием вещества астероида.

Пустоты между защитным каркасом и телом астероида могут заполняться веществом астероида или использоваться в качестве помещений. Контур индукционного генератора располагается с одной стороны максимально близко к поверхности луногенератора, над ними защитный каркас не устанавливается, контуры заполняются изолирующим наполнителем для защиты от пробоев электричества и повреждения метеоритами.

3. *Теплоизолирующий слой.* Для защиты от космических температур каркас луногенератора покрывается теплоизоляционным искусственным грунтом с низкой теплопроводностью, малой дисперсностью и высокой слеживаемостью для получения максимальной плотности, а также с высокой проводимостью и поглощающей способностью в отношении солнечной радиации. Если астероид имеет небольшие размеры и силы гравитации не способны удержать искусственный грунт, то в состав грунта вводятся вяжущие вещества.

4. *Форма.* Наиболее оптимальной является форма луногенератора, приближенная к шару, что позволяет обеспечить максимальную жесткость конструкции, упростить синхронизацию скорости движения по орбите и вращения астероида вокруг своей оси.

5. *Жизнеобеспечение.* Обеспечение луногенератора кислородом осуществляется методом его восстановления из железной руды. Солнечное тепло используется для нагрева теплоносителя, циркулирующего в системе обогрева внутренних помещений луногенератора.

6. *Генерация электрического тока.* Основным источником электроэнергии является индукционный генератор, дополнительным источником – солнечная радиация. В качестве солнечных батарей выступает искусственный грунт, покрывающий защитный каркас с нанесенной металлической сеткой.

7. *Перемещение луногенератора.* Основными перемещениями луногенератора являются:

- захват астероида и перевод его на временную околоземную орбиту эллипсоидной формы;
- переход с временной на постоянную орбиту;
- периодическая корректировка орбиты;
- синхронизация вращения астероида вокруг оси с движением вокруг планеты;
- движение между планетами при космических перелетах.

Для движения луногенератора используются следующие способы:

- реактивный. В теле астероида бурится система скважин, которые используются как реактивные двигатели.

В качестве движителя используется кислород и искусственный наполнитель скважины из материала астероида. Для наибольшей эффективности реактивных движителей наполнитель должен обладать высокой слеживаемостью, для получения высокой плотности и липкостью для максимального сцепления со стенками скважины. Количество и порядок работы реактивных двигателей определяются требуемым импульсом для изменения движения луногенератора;

– электромагнитный. Данный способ основан на явлении выталкивания электрического заряда в магнитном поле. Для контроля перемещения на основе электромагнитного способа используется несколько контуров индукционного генератора, расположенных под определенным углом друг к другу;

– традиционные способы движения космических кораблей.

Создание луногенератора проходит следующие основные этапы:

1. Поиск и выбор подходящего малого тела Солнечной системы (астероида). Предварительная оценка скоростных и внутренних характеристик космического объекта.

2. Снижение скорости астероида и перевод его на околоземную орбиту, осуществляемые в следующем порядке:

- доставка буровзрывного оборудования и временного индукционного генератора на астероид;
- бурение скважин, размещение взрывчатого вещества, заполнение оставшейся части скважин веществом астероида;
- торможение и изменение направления движения астероида в магнитосфере Земли путем выброса инертного материала из скважин в нужном направлении, противоположном требуемому импульсу движения.

3. Доставка с Земли и размещение на астероиде комплекса из стационарного индукционного генератора, передающих систем и другого необходимого оборудования.

4. Создание защитного каркаса из вещества астероида. Каркас создается в виде соединенных между собой полусфер, полученных методом спекания вещества астероида СВЧ-волнами или другими способами. Автор предлагает назвать технологию изготовления защитного каркаса из полусфер *кратерной*.

Кратерная технология позволяет обеспечить высокую управляемость и маневренность луногенератора, возможность ремонта и доступа к любой внешней точке защитного каркаса, при необходимости полностью изолировать внутреннюю часть. Защитный каркас может частично или полностью закрывать поверхность астероида. Метеориты, попадая в защитный каркас, будут оставлять ударные кратеры меньшей глубины.

Между защитным каркасом, ставшим искусственной поверхностью астероида, и телом астероида образуются пустоты, используемые в качестве технических помещений или заполняемые веществом астероида. Сверху на защитный каркас наносится теплоизолирующий слой из грунта, как для сохранения внутреннего тепла в луногенераторе при низких температурах тени, так и для предохранения от высоких солнечных температур, температурного воздействия различных плазменных и токовых систем магнитосферы.

5. Создание системы изменения орбиты и синхронизации вращения и движения луногенератора, системы противоастероидной и противометеорной защиты.

6. Создание искусственного грунта. Вся свободная площадь внешней части астероида используется как солнечная батарея. На защитный каркас наносится металлическая сетка, сверху укладывается искусственный грунт, обладающий высокой поглощательной способностью в отношении солнечной радиации.

7. Организация производства, использование вещества астероида в производственных целях, утилизация крупного «космического мусора» на околоземных орбитах. Развитие производства осуществляется на базе 3D-моделирования с последующей заливкой форм металлом или стеклом. Создание в условиях невесомости конструкций, вывод которых в космос с Земли невозможен.

8. После использования основной части вещества астероида – создание и комплектация на базе луногенератора космического корабля для межпланетных перелетов.

9. Межпланетный перелет. Строительство луногенератора и космической базы на спутнике планеты Солнечной системы.

Для создания луногенератора необходимо решение следующих технологических задач:

– генерация электроэнергии за счет электромагнитной индукции в переменных полях магнитосферы Земли;

– передача электроэнергии с луногенератора на Землю;

– управление движением и стабилизация вращения луногенератора;

– захват астероида и перевод его в управляемый режим;

– строительства защитного каркаса, изготовление искусственного грунта;

– создание системы противоастероидной и противометеорной защиты;

– разработка и создание космического двигателя на основе индукционного генератора.

Создание луногенератора не может быть осуществлено одним государством. Луногенератор должен стать проектом цивилизации и может быть создан только в рамках межгосударственного взаимодействия. Для планирования, организации выполнения и контроля за созданием луногенератора образуется Международный координационный совет из стран – участниц проекта. К задачам совета относятся вопросы определения приоритетных направлений и участников разработки технологий луногенератора, а также координация действий участников проекта. Совет также занимается созданием организационно-регламентной базы, обеспечивающей функционирование глобальной системы энергообеспечения Земли.

Овладение технологиями луногенераторов и использование их для противоастероидной и противометеорной защиты, создание космических кораблей и осуществление межпланетных перелетов позволит человеческой цивилизации выйти на новый уровень технологического развития и начать взаимодействие с космическими цивилизациями, находящимися в Солнечной системе. Созданные луногенераторы могут стать предметом обмена с другими цивилизациями на новые технологии.

### 7. Энергообеспечение и противоастероидная защита в Солнечной системе

Существование любой цивилизации подвержено как внутренним, так и внешним угрозам. Если опасность внутренних угроз со временем уменьшается и зависит от самой цивилизации, то внешние угрозы несут в себе характер катастрофы и возможность уничтожения цивилизации. В Солнечной системе можно выделить следующие внешние угрозы для существования цивилизации:

- уменьшение солнечной активности, связанное с внутренними процессами Солнца, что ведет к уменьшению солнечной радиации, снижению температуры на поверхности планет. Данная угроза актуальна только для Земли;

- снижение величины магнитного поля планеты или значительное увеличение солнечной активности, что может приблизить магнитопаузу к поверхности планеты. Достижение поверхности планеты фронтом ударной волны солнечного ветра или солнечных протуберанцев приведет к уничтожению атмосферы и биосферы планеты;

- столкновение планеты или спутника планеты (с находящейся на них цивилизацией) с астероидом. Последствия зависят от угла столкновения, массы и скорости астероида. В результате столкновения возможны: изменение орбиты, скорости движения и периода вращения, катастрофическое изменение климата, полное или частичное уничтожение биосферы и т.п.;

- столкновение планеты без цивилизации с астероидом. При таких же последствиях, как и в предыдущем случае, возможны изменения траектории движения малых тел Солнечной системы, что может создать угрозу их столкновения с населенными космическими объектами.

К внешним угрозам можно отнести расположение планеты вне «зоны обитания», находящейся на расстоянии около 150 млн км от Солнца и имеющей ширину 10 млн км, что не позволяет создать условия для развития цивилизации на поверхности планеты. В данном случае внешней угрозой для колонизации являются климатические условия планеты.

Обеспечение космической безопасности в Солнечной системе заключается в решении следующих задач:

- мониторинг солнечной активности и движения планет и их спутников, малых тел в Солнечной системе;
- система информирования;

- непосредственная защита от солнечной активности и столкновения с астероидами и метеоритами.

Мониторинг осуществляется наблюдательными пунктами, размещенными на планетах Солнечной системы или их спутниках.

Защита от солнечной активности и столкновения с астероидами и метеоритами должна осуществляться в двух направлениях:

- дальняя активная (противоастероидная) защита заключается в изменении траектории движения астероида (рассмотрено в предыдущем разделе), ближняя активная (противометеорная) защита предполагает дробление на части или уничтожение астероида или метеорного тела с помощью лазерного или другого оружия, размещенного на луногенераторе или ИКЭС;

- ближняя пассивная защита заключается в создании естественной или искусственной преграды на пути астероида или метеорита, а также в создании искусственного климата, что делает цивилизацию независимой от количества поступающей солнечной радиации и месторасположения планеты в Солнечной системе.

Наиболее удобной естественной защитой является гидросфера планеты. Глубина 8–10 км позволяет обеспечить достаточный уровень пассивной защиты. Кроме того, вода обеспечивает кислородом, морскими продуктами, предоставляет возможность свободного передвижения и добычи полезных ископаемых.

Другой естественной защитой является материковая часть планеты. Размещение места проживания на глубинах 10–25 км под поверхностью суши также обеспечивает достаточный уровень пассивной защиты. Обеспечение кислородом осуществляется за счет подземных вод. Для перемещения внутри и выхода наружу создается система тоннелей.

Использование подземного способа защиты более подходит для размещения баз небольшого и среднего размера, тогда как размещение под водой позволяет обеспечить развитие цивилизации любого размера.

Третьим видом естественной защиты является атмосфера планеты, противометеорное действие которой определяется ее высотой и плотностью. Атмосфера является наиболее эффективной естественной защитой против метеоритов, которые в ней сгорают. Однако атмосфера не способна защитить от столкновения с астероидом.

В случае отсутствия у планеты атмосферы и/или гидросферы эффективной пассивной защитой от метеоритов будет создание защитного каркаса над всей поверхностью планеты или только в определенной ее части. Цивилизация располагается под защитным каркасом.

Защитный каркас составляется из полусфер различного диаметра, получаемых спеканием пород планеты СВЧ-волнами или другим способом за счет энергии индукционных генераторов. Кратерная технология позволяет получать доступ с внутренней стороны защитного каркаса к любой внешней точке. Толщина каркаса составляет 10–25 км в зависимости от количества металла в спекаемых породах.

Поверхность защитного каркаса покрывается искусственным грунтом, обладающим низкой теплопроводностью и высокой поглощающей способностью в отношении солнечной радиации. При этом поверхность планеты с нанесенной на нее металлической сеткой и слоем искусственного грунта выступает в качестве солнечной батареи.

Добыча полезных ископаемых под защитным каркасом может вестись внутренним и внешним способами. При внешнем способе порода после предварительного обогащения выбрасывается на поверхность защитного каркаса с образованием отвалов в виде кратеров и последующей переработкой отвалов. При внутреннем способе добыча и переработка полезных ископаемых осуществляется под защитным каркасом. Выбор способа добычи полезных ископаемых определяется силой гравитации на планете.

Возможность использования естественной и искусственной защиты определяется уровнем развития энергетики цивилизации. Если при использовании естественной защиты в виде воды основными источниками электроэнергии могут являться энергетические ресурсы гидросферы, а при естественной защите в виде атмосферы возможны любые доступные источники энергии, то для создания естественной подземной или искусственной защиты основными ресурсами энергии являются солнечная радиация, внешнее и внутреннее магнитное поле планеты. Уровень комфортного существования цивилизации определяется количественным уровнем развития энергетики и составом затрат на генерирование электричества.

Использование искусственных и естественных водных и подземных систем защиты накладывает определенные ограничения по количеству населения цивилизации, регулированию срока жизни, требуемому количеству луногенераторов, и, соответственно, подразумевает развитие цивилизации путем колонизации других планет.

С учетом вышеизложенных теоретических аспектов и на основании проведенного анализа автор приходит к выводу, что в Солнечной системе присутствуют другие космические цивилизации и активно функционирует система противоастероидной и противометеорной защиты на основе луногенераторов.

Система мониторинга включает следующие элементы:

1. Планета Меркурий, движущаяся по эллиптической орбите, с синхронизированным обращением вокруг Солнца с соотношением 3 : 2, за год планета делает полтора оборота вокруг своей оси. Искусственное расположение Меркурия около Солнца позволяет: вести мониторинг солнечной активности; осуществлять активную защиту Солнца от падения на него крупных космических объектов; управлять процессами на Солнце путем создания зон активности.

На Меркурии применен защитный каркас по кратерной технологии с нанесением слоя низкотеплопроводного грунта. По внешнему виду поверхность Меркурия мало отличается от поверхности Марса и Луны. Наличие собственного или искусственного магнитного поля защищает Меркурий от солнечного ветра, но не позволяет использовать индукционные генераторы. Основным источником энергии на планете, по мнению автора, является солнечная радиация. В качестве солнечной батареи выступает поверхность планеты, а в качестве поглощающих элементов – грунт планеты.

При потоке солнечного излучения у поверхности (солнечной постоянной на орбите Меркурия), равном  $9127 \text{ Вт/м}^2$ , экваториальном радиусе 2439,7 км, коэффициенте использования солнечной радиации, поступающей к освещенной поверхности Меркурия, 0,001 мощность солнечной батареи составит более  $1,7 \cdot 10^5 \text{ ГВт}$ , или  $6,12 \cdot 10^{14} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Меркурий очень похож на Луну – по размерам, по отражательной способности поверхности (альбедо Меркурия равно 0,1; Луны – 0,07; Марса – 0,15), по оптическим и термоэмиссионным свойствам, по особенностям поверхностного рельефа. Гравитация на Меркурии такая же, как на спутниках Юпитера – Ганимеди и Европе, близких к Меркурию по размерам и массе [3].

На Меркурии, так же как и на Луне, у некоторых кратеров присутствует система лучей, а также деталь рельефа *эскарп*, представляющая уступ высотой 2–3 км и протяженностью до тысячи километров (на Луне аналогичная деталь – прямая стена в Море Облаков длиной 125 км в виде уступа высотой 200–300 м). Как и на Луне, на Меркурии в полярных районах обнаружены отложения льда.

На экваторе Меркурия имеется кратер – котловина Калорис, или равнина Жары, диаметром 1300 км. Данный кратер является единственным морем Меркурия, под ним находится маскон, где, вероятно, расположен индукционный генератор, с помощью которого Меркурий был размещен на околосолнечной орбите. Использование в качестве солнечной батареи только равнины Жары с коэффициентом 0,001 дает мощность  $4,85 \cdot 10^4 \text{ ГВт}$ , или  $1,75 \cdot 10^{14} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Благодаря синхронизации вращения Меркурия с движением вокруг Солнца в перигелии Солнце стоит над равниной Жары в зените, при следующем прохождении перигелия к Солнцу повернута сторона планеты, диаметрально противоположная равнине Жары.

Особенность синхронизации позволяет при нахождении равнины Жары в тени Солнца использовать магнитосферу Меркурия для разгона-торможения космических кораблей на основе индукционных генераторов. Вероятно, что центральный вход-выход размещен в кратере равнины Жары.

Наличие защитного каркаса, внутренних пустот и индукционного генератора объясняет проблему векового движения перигелия Меркурия.

2. Пункты мониторинга, расположенные на планетах Солнечной системы или их спутниках, осуществляющие мониторинг околопланетного пространства и являющиеся активной противоастероидной и противометеорной защитой планет. Все планеты Солнечной системы обеспечены мониторингом и активной защитой.

3. Система информационного обеспечения мониторинга. На поверхности спутника Юпитера Ио, на Сатурне и Нептуне находятся источники радиоизлучения. Радиосигналы идут в разных диапазонах в определенное время. Возможно, именно здесь расположены информационные пункты мониторинга.

4. Активная защита, заключающаяся в размещении на спутниках планет или луногенераторах систем отклонения, дробления или уничтожения астероидов и метеоритов. Активная защита существует около каждой планеты Солнечной системы. В настоящее время только у Венеры нет спутников или луногенераторов. Активная защита Венеры осуществляется с Меркурия или с Луны.

Наиболее сложным является обеспечение космической безопасности человеческой цивилизации на Земле, имеющей только атмосферу в качестве естественной пассивной защиты.

Роль активной и пассивной защиты Земли выполняет ее спутник Луна, являющаяся луногенератором. Свойства и характеристики Луны, соответствующие требованиям луногенератора, приведены в таблице 3.

Луна выполняет следующие функции защиты:

1) мониторинг космической и наземной безопасности;  
2) защита от солнечных протуберанцев и солнечной активности путем закрытия Земли от Солнца, что обеспечивается равными видимыми размерами и возможностью генерирования искусственного магнитного поля Луны при максимальном удалении Луны от Земли с целью уменьшения приливных явлений<sup>2</sup>.

Сидерический месяц Луны – 27,321 суток, практически равен синодическому периоду вращения точки экватора Солнца – 27,275 суток. Равенство, вероятно, необходимо для закрытия Луной долгоживущих коронарных дыр на Солнце в момент прохождения между Землей и Солнцем или для нахождения Луны в магнитосфере Земли во время рекуррентных магнитных бурь.

Таблица 3

Соответствие характеристик Луны требованиям луногенератора

№ п/п	Параметр	Особенности параметра	Общепринятые теории	Соответствие требованиям луногенератора
1	Происхождение	- Высокое соотношение масс Земли и Луны; - высокий угловой момент импульса системы Земля–Луна; - наличие в лунных и земных породах одинаковых стабильных изотопов кислорода	- Луна и Земля сформировались в одно и то же время из газопылевого облака. - Луна образовалась в результате столкновения Земли с другим объектом. - Луна сформировалась в другом месте и впоследствии была захвачена Землей	Луна создана на базе малого тела Солнечной системы, искусственно размещена на околоземной орбите
2	Назначение	Воздействие лунной гравитации: - уменьшает до минимума прецессию и нутацию Земли; - не позволяет свободно изменяться углу наклона оси вращения Земли; - обеспечивает стабильность климатических условий на Земле	Луна является естественным спутником Земли, предназначения не имеет	Выполняет функции: - энергообеспечения; - мониторинга космического пространства и земной поверхности; - активной противоастероидной и противометеорной защиты Земли; - источника лунных полезных ископаемых, производства
3	Орбита	- Орбита круговая; - синхронизация вращения Луны и движения вокруг Земли, Луна всегда обращена к Земле одной стороной; - плоскость орбиты Луны наклонена на 5,145° к эклиптике и не совпадает с экваториальной плоскостью Земли, близка к плоскости орбиты планет	- Синхронизация обусловлена взаимодействием земных и лунных приливов. - Луна ориентирована в поле тяготения Земли так, что на Землю направлена большая полуось лунного эллипсоида	Луна размещена на околоземной орбите искусственно. Угол между контурами индукционных генераторов и магнитного потока Земли должен быть постоянным
		- Луна удаляется от Земли на 3 см за 100 лет; - периодическое приближение-удаление Луны относительно Земли	Приливное трение, сопровождающее движение приливов, приводит к потере системой Земля–Луна энергии и передаче момента количества движения от Земли к Луне. В результате вращение Земли замедляется, а Луна удаляется от Земли	Требования динамической стабилизации положения Луны, вызванные явлением выталкивания электрически заряженного тела из магнитосферы Земли

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Параметр	Особенности параметра	Общепринятые теории	Соответствие требованиям луногенератора
4	Внешнее строение Луны			
4.1	Поверхность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Географическая асимметрия поверхности – большинство морей расположено на видимой части Луны;</li> <li>- два типа поверхности – гористая (материковая часть) и относительно гладкие лунные моря;</li> <li>- наличие новых геологических разломов, изменение положения литосферных плит;</li> <li>- уровень морей лежит ниже уровня материков</li> </ul>	Моря образованы в результате падения крупных метеоритов с дальнейшим заполнением кратеров жидкой лавой	<p>Моря – это контуры индукционных генераторов, заполненных изолирующим наполнителем. Уровень морей – первоначальный уровень защитного каркаса.</p> <p>Поднятие материковой части образовано за счет перемещения внутреннего вещества Луны на поверхность защитного каркаса в результате добычи полезных ископаемых, строительства</p>
4.2	Грунт	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Существенное различие в материковых и морских районах;</li> <li>- состоит из реголита (тонкая пыль и скалистые обломки) толщиной слоя от долей метра до десятков метров, толщина лунной пыли 10–15 см;</li> <li>- лунная пыль легко разделяется на фракции, будучи подвергнута сепарации посредством серии сменных сит;</li> <li>- высокая слипаемость частиц лунной пыли;</li> <li>- низкая отражательная способность в отношении падающих солнечных лучей – в среднем около 7%, в морях – 4%, аналоги на Земле отсутствуют;</li> <li>- чрезвычайно низкая величина теплопроводности</li> </ul>	Реголит образовался естественным путем с учетом влияния падения метеоритов	<p>Грунт соответствует требованиям луногенератора, имеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- низкую теплопроводность;</li> <li>- высокую слипаемость для получения большей плотности;</li> <li>- низкую отражательную способность для создания солнечных батарей</li> </ul>
4.3	Лунные моря	80% морей расположено на видимой части Луны	Лунные моря сконцентрированы на обращенной к Земле стороне из-за влияния индукционного момента при формировании Луны	Контуры индукционных генераторов, размещенных в лунных морях, направлены под определенным углом к магнитному полю Земли
4.4	Кратеры	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Некоторые кратеры на обратной стороне Луны имеют ярко выраженную многоугольную форму;</li> <li>- на материках метеоритные кратеры (сопоставимых размеров) встречаются в 14 раз чаще, чем на пространствах лунных морей</li> </ul>	Общепринятой считается метеоритная теория образования кратеров	<p>Для строительства защитного каркаса применена кратерная технология.</p> <p>Кратеры предназначены для входа-выхода, выброса породы при добыче полезных ископаемых, являются шлюзами двигателей. Система контуров индукционных генераторов требует меньше обслуживания и присутствия, поэтому в морях меньше кратеров</p>
4.5	Белые лучи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Белые лучи, исходящие из многих кратеров во всех направлениях, различной длины, достигающей 2000 км и более, шириной до 15 км;</li> <li>- лучи имеют белый цвет, их видимость изменяется в зависимости от угла падения солнечных лучей;</li> <li>- пересекают рельеф как сплошной полосой, так и прерывной;</li> <li>- состоят из пылевидных частиц сферической формы с высокой клейкостью, имеют альбедо аналогичное породам из глубины лунной поверхности</li> </ul>	Следы метеоритов или вулканической деятельности	Белые лучи это следы работы реактивных двигателей для изменения орбиты, угла наклона и скорости вращения Луны



Продолжение таблицы 3

№ п/п	Параметр	Особенности параметра	Общепринятые теории	Соответствие требованиям луногенератора
4	Внешнее строение Луны			
4.6	Валуны	На поверхности Луны присутствуют следы качения с разным углом наклона, в некоторых случаях следы заканчиваются «валунами». Длина следов от 100 м до 2,5 км, ширина до 16 м. Следы группируются по 8–10	Результаты падения метеоритов	Валуны – часть пробки в скважине реактивного двигателя. Движение по поверхности Луны осуществлялось за счет инерции, часть рассыпалась по окончании движения, часть улетела в космос, есть вероятность их падения на Землю
5	Внутреннее строение Луны			
5.1	Состав	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Геохимически различные кора, мантия и ядро;</li> <li>- центр масс Луны располагается примерно в 2 км от геометрического центра по направлению к Земле;</li> <li>- Луна имеет слоистое строение, границы расположены на глубинах 10, 25, 65 км;</li> <li>- низкая плотность Луны;</li> <li>- магнитное поле у Луны практически отсутствует, солнечный ветер свободно падает на лунную поверхность;</li> <li>- существуют локальные вариации магнитного поля, вызываемые местной намагниченностью лунных пород</li> </ul>	До глубины в 2 км простирается слой постепенно спрессовывающейся под собственной тяжестью лунной пыли, брекчий, отдельных камней. Дальше, до глубины в 25 км, следует слой базальта. На глубине 65 км кончается лунная кора и начинается лунная мантия	Особенности внутреннего строения обусловлены требованиями к строению луногенератора, включающего тело Луны, защитный каркас, грунт
5.2	Кора	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Кора долго сохраняет энергию колебаний;</li> <li>- толщина коры от 0 до 107 км, в среднем – 68 км;</li> <li>- на стороне, которая повернута к Земле, кора более тонкая, самые тонкие слои коры обнаружены в приполярных широтах;</li> <li>- поверхность Луны сложена в основном из базальтов, богатых железом и титаном;</li> <li>- большая часть Луны образована сложными силикатами, содержание алюминия больше на возвышенностях;</li> <li>- наличие разноцветных стеклянных бусин на поверхности;</li> <li>- тоннели в поверхности Луны</li> </ul>	Строение коры обусловлено процессами образования Луны и приливного действия Земли. Стеклянные бусины образованы при падении метеоритов	Структура коры обусловлена искусственным защитным каркасом, полученным путем спекания пород Луны. При спекании образовались стеклянные бусины. На Луне осуществляется добыча полезных ископаемых путем выброса руды из скважин на поверхность, с последующей переработкой руды
5.3	Масконы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Под морями Дождей, Ясности, Кризисов, Нектара, Влажности, Восточным, расположенными в видимом полушарии, находятся масконы (массы вещества повышенной плотности);</li> <li>- масконы имеют собственное магнитное поле</li> </ul>	Образование масконов обусловлено проникновением более плотного вещества недр Луны в приповерхностные слои или падением метеоритов	К массам повышенной плотности относится оборудование индукционных генераторов, включающих трансформаторы и аккумуляторы, электрический ток в которых создает магнитное поле
5.4	Лунотрясения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Достигают 5,5 балла по шкале Рихтера и длятся более 10 минут (на Земле подобные землетрясения длятся не более двух минут);</li> <li>- наличие сейсмической активности;</li> <li>- регулярные единообразные колебания при прохождении Луной самой близкой к Земле точки своей орбиты, с постоянным центром лунотрясения в районе кратера Фра-Мауро</li> </ul>	Подразделяются на четыре группы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- приливные случаются дважды в месяц, вызваны воздействием приливных сил Солнца и Земли;</li> <li>- тектонические – нерегулярные, вызваны подвижками в грунте Луны;</li> <li>- метеоритные – из-за падения метеоритов;</li> <li>- термальные – их причиной служит резкий нагрев лунной поверхности с восходом Солнца</li> </ul>	Вызваны: <ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимостью поддержания требуемой орбиты;</li> <li>- добычей полезных ископаемых;</li> <li>- строительными работами внутри луногенератора</li> </ul>

Окончание таблицы 3

№ п/п	Параметр	Особенности параметра	Общепринятые теории	Соответствие требованиям луногенератора
6	Обитаемость	Наличие лунных феноменов: - изменения вида, яркости и четкости лунных деталей; - движущиеся кратковременные лунные явления, или Lunar Transient Phenomena (LTP); - появление или исчезновение темных пятен, кратеров, различные свечения; - наличие механизмов различных форм на фотографиях; - наличие различных аномальных явлений	Воздействие внешних и внутренних естественных факторов	Внешние проявления технологических процессов луногенератора

Учитывая, что расстояние между Луной и Землей изменяется от 356 410 до 406 740 км, сидерический месяц Луны возможен в диапазоне от 25,336 до 28,913 суток;

3) защита от метеоритов путем их дробления и уничтожения в атмосфере Земли. История Земли насчитывает большое количество примеров, когда влетевший в атмосферу Земли крупный метеорит дробился или полностью уничтожился, как правило, над малозаселенной местностью. Приведем некоторые примеры из российского опыта:

– падение Тунгусского метеорита 30.06.1908 г. в безлюдной местности в Сибири, сопровождавшееся сильным взрывом в атмосфере; взрывная волна обошла несколько раз земной шар, но обломков метеорита не обнаружено;

– падение Сихотэ-Алинского метеорита 12.02.1947 г. на Дальнем Востоке, имевшего размер около 2,5 м и массу 70 т, распавшегося в воздухе более чем на 3500 обломков с максимальным фрагментом 1745 кг;

– падение метеорита в Башкирии вблизи г. Стерлитамак 17.05.1990 г., сопровождавшееся взрывом метеорного тела в воздухе; найдено множество мелких фрагментов весом 3–5 кг и основная часть весом 315 кг;

– падение метеорита 20.06.1998 г. в Туркмении близ г. Куня-Ургенч, взорвавшегося на высоте 10–15 км; звук взрыва был слышен на расстоянии более 100 км, найдена основная часть метеорита весом 820 кг;

– падение метеорита 15.02.2013 г. в окрестностях Челябинска массой около 10 тыс. т и диаметром около 17 м, взорвавшегося на высоте 15–25 км; мощность взрыва составила около 500 килотонн в тротиловом эквиваленте, найдено небольшое количество фрагментов.

Энергообеспечение Луны осуществляется как за счет солнечной радиации, так и за счет индукционных генераторов. Максимальную мощность индукционные генераторы вырабатывают при прохождении Луны в магнитосфере Земли.

Для расчета мощности примем, что в качестве солнечных батарей используется только поверхность морей видимой части поверхности Луны, где расположены индукционные генераторы.

Площадь поверхности Луны  $37,91 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>, общая площадь морей видимой части поверхности Луны составляет около  $6,98 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>, или 31,2%. Поток солнечного излучения на орбите Земли 1369 Вт/м<sup>2</sup>. При коэффициенте использования солнечной радиации, поступающей к освещенной поверхности морей Луны, равен 0,001 расчетная мощность солнечной батареи составит около  $9,56 \cdot 10^3$  ГВт, или  $3,44 \cdot 10^{13}$  кВт·ч. Реальная мощность солнечной батареи также зависит от времени, угла падения солнечного света и площади освещенности лунных морей.

При использовании индукционных генераторов вне магнитосферы Земли в магнитном потоке солнечного ветра на орбите Земли, равном  $0,6 \cdot 10^{-8}$  Тл, средней скорости движения Луны 1,023 км/с,  $\delta_{\text{инд}}$  индукционных генераторов, рассчитанная по формуле (1), составит около  $4,09 \cdot 10^5$  В, или 409 кВ. При нахождении Луны в хвосте магнитосферы и минимальном магнитном потоке для кольцевого тока при спокойной магнитосфере, равном  $2 \cdot 10^{-7}$  Тл,  $\delta_{\text{инд}}$  составит  $1,36 \cdot 10^7$  В, или 13,6 МВ. При оценочном внутреннем сопротивлении индукционных генераторов около  $10^6$  Ом по формуле (8) получаем максимальную мощность индукционных генераторов вне магнитосферы 41,8 кВт, или  $1,5 \cdot 10^5$  кВт·ч, в хвосте магнитосферы Земли – 46,2 МВт, или  $1,7 \cdot 10^8$  кВт·ч.

В случае магнитных бурь величина магнитного потока в хвосте магнитосферы Земли может увеличиться в сотни раз, что в свою очередь повышает мощность индукционных генераторов Луны.

Аналогично Луне и Меркурию пассивной и активной защитой обладает Марс. В качестве пассивной защиты планеты используется защитный каркас по кратерной технологии, аналогичный каркасам Меркурия и Луны. Энергообеспечение Марса осуществляется с использованием солнечных батарей и двух луногенераторов.

В качестве луногенераторов используются две луны Марса – Фобос и Деймос. Существует предположение, что спутники были запущены на орбиту Марса в 1870 г.

Фобос и Деймос движутся в плоскости экватора Марса, имеют неправильную форму, но в своем орбитальном движении остаются повернутыми к планете всегда одной и той же стороной. Размеры Фобоса составляют около 27 км, а Деймоса около 15 км. Спутники Марса имеют низкое альbedo, покрыты многочисленными кратерами.

На Фобосе есть система параллельных борозд, которые, вероятно, были образованы при выведении спутника на орбиту через вулканическую кальдеру Олимпа, самой высокой горы Марса.

Вокруг Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна также вращаются луны, являющиеся луногенераторами и входящие в систему противоастероидной и противометеорной защиты Солнечной системы. Особенностью данных лун является то, что они обращаются вокруг газовых планет, на которых нет условий для существования цивилизаций. Поэтому луны данных планет являются также и местом размещения цивилизаций.

У Юпитера это Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, у Сатурна – Мимас, Энцелад, Тетис, Диона, Рея, Титан, Япет, Янус, Эпиметей, у Урана – Миранда, Ариэль, Титания, Оберон, у Нептуна – Тритон, у Плутона – Харон. Отличительной чертой данных спутников является осевое вращение, синхронизированное с орбитальным, благодаря чему они всегда обращены к своим планетам одной стороной.

Наличие у Земли спутника Луны как луногенератора, входящего в систему космической безопасности, непосредственно отразилось на истории развития человеческой цивилизации. Автор выдвигает ряд гипотез, обусловленных присутствием космической цивилизации на Луне.

1. Количество спутников у Земли в различные периоды было различным.

В настоящее время у Земли один спутник Луна, в летописях Месопотамии зафиксировано несколько лун у Земли. Луна ранее не являлась спутником Земли и установлена на современную околоземную орбиту искусственно.

2. До появления Луны угол наклона оси, скорость вращения и сила тяготения Земли были меньше, чем в настоящее время, это была эпоха динозавров и ледниковых периодов.

Появление Луны привело к изменению орбиты Земли и удалению от Солнца. Индукционные генераторы выступили в роли электродвигателей, ускорив вращение Земли до скорости аналогичной скорости Марса, что привело к увеличению гравитации на Земле и смерти крупных динозавров и растений, разрыву материка Гондвана и началу движения континентов, смене доминирующей цивилизации на планете.

3. Космическая цивилизация Луны вмешивалась в жизнь человеческой цивилизации как технологически, так, вероятно, и генетически.

На Земле осталось множество исторических памятников тех времен: система пирамид на земной поверхности, в воде и под поверхностью, которые могли являться приемными антеннами для получения электроэнергии с луногенератора; рисунки в пустыне Наска (Перу), видимые только с высоты; статуи острова Пасхи; Стоунхендж; дольмены и др.

Источником современных религий, вероятно, являются контакты с представителями космической цивилизации Луны, которые причислялись человечеством к богам.

4. Помимо человеческой на Земле располагаются одна или несколько цивилизаций, использующих для проживания естественную защиту с размещением под водой и под поверхностью планеты.

### **Заключение**

В статье предложена концепция решения проблемы энергообеспечения в планетарном масштабе путем создания системы космических индукционных электростанций. Генерация электрического тока осуществляется за счет электромагнитной индукции в замкнутом контуре, движущемся в магнитном поле Земли.

Проведенные в статье расчеты показывают, что космические индукционные электростанции способны обеспечить мировую экономику дешевой электроэнергией в необходимом объеме. Снижение стоимости электроэнергии в тысячи раз даст возможность перейти на новые принципы производства и энергообеспечения, прекратить использование полезных ископаемых для производства тепла и электроэнергии, что позволит решить большинство глобальных проблем человечества: кардинально снизить воздействие человека на среду обитания путем перевода производства на экологически чистые технологии, снижения содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере и, соответственно, уменьшения парникового эффекта; создать технологии для формирования искусственного климата; решить проблемы обеспечения водой и продуктами питания всего населения планеты.

Предложенная концепция глобальной системы энергообеспечения Земли, основанной на использовании ИКЭС, принципиально изменит структуру мировой экономики и технологии, используемые в наземной и космической промышленности.

В статье предложена концепция создания луногенератора на основе использования индукционных генераторов и малых тел Солнечной системы (астероидов). Сформулированы требования к луногенератору. Создание луногенератора откроет новый, космический этап развития человечества, позволит сформировать систему противоастероидной и противометеорной защиты Земли, построить межпланетный космический транспорт.

На основе анализа применимости характеристик луногенератора к планетам Солнечной системы и их спутникам автором сделано заключение о наличии в Солнечной системе противоастероидной и противометеорной защиты. Меркурий, Луна, Марс и его спутники, спутники Юпитера, Сатурна, Нептуна, Урана, Плутона обладают качествами, присущими луногенератору, что позволяет предположить наличие на них космических цивилизаций.

Осознание факта, что непосредственно рядом с нами существуют другие космические цивилизации, должно стать началом нового этапа развития человеческой цивилизации. Создание глобальной системы энерго-

обеспечения Земли и мировой экономики на основе ИКЭС; прекращение войн; пересмотр, подтверждение и корректировка концептуальных положений основных мировых религий; создание новых духовных ценностей должны стать основными ориентирами развития современного общества.

#### Примечания

<sup>1</sup> Противометеорная защита – это защита от метеорных тел или метеороидов, которые являются космическими телами значительно меньше астероида (размером до нескольких метров), летящими по орбите и попадающими в атмосферу Земли.

<sup>2</sup> Наибольший видимый угловой диаметр Солнца и Луны – 32'35",78 и 33'32"; наименьший видимый угловой диаметр Солнца и Луны – 31'31",34 и 29'20"; средний угловой диаметр Солнца и Луны – 32'02",36 и 31'05",16 соответственно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко, А.Н. СВЧ-энергетика: Теория и практика / А.Н. Диденко; отв. ред. Я.Б. Данилевич. – М.: Наука, 2003.
2. Логинов, М.П. Коноидный подход к исследованию систем / М.П. Логинов // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 14(221).
3. Esposito, P.B. Experimental determination of Mercury's mass and oblateness / P.B. Esposito, J.D. Anderson // Space Research. 1977. 17. 639–644.
4. International Energy Outlook 2010. Chapter 5. Electricity / U.S. Energy Information Administration (EIA). [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)
5. Karalis, A. Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer / A. Karalis, J.D. Joannopoulos, M. Soljačić // *Annals of Physics* 323: January 2008. 34–48.

Материал поступил в редакцию 18.01.16.

### THE PECULIARITIES OF COSMIC SAFETY IN THE SOLAR SYSTEM. THE MYSTERY OF LUNAR GENERATOR

**M.P. Loginov**, Doctor of Economics, Professor  
Ural State University of Economics (Ekaterinburg), Russia

**Abstract.** *The principles of global system creation of power supply of Earth founded on the space power plants generating electric current by means of electromagnetic induction during the movement of the closed circuits in planetary magnetosphere are developed. The calculation of the induction generator power for on-orbit power generation station proving possibility of electric power receiving in unlimited volume that will allow decrease cost of electric power for the industry and the population thousands times is given. The usage of on-orbit power generation station for anti-asteroid and anti-meteoritic protection, and also the concept of creation of Lunar generators on the basis of small Solar System body and their further usage for electricity generation and interplanetary space transfers is suggested. On the basis of the concept of Lunar generator the hypothesis of existence of the operating anti-asteroid and anti-meteoritic protection in Solar System is proved.*

**Keywords:** *induction space power station, electromagnetic induction, anti-asteroid and anti-meteoritic protection, magnetosphere, induction generator, power supply.*

УДК 521.135; MSC 70F07

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИБРАЦИОННЫХ ТОЧЕК ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ С ДВУМЯ ИЗЛУЧАЮЩИМИ МАССАМИ

А.Т. Турешбаев<sup>1</sup>, А.Р. Жунисова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор, <sup>2</sup> магистрант  
Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, (Кызылорда) Казахстан

**Аннотация.** Рассматривается динамика частиц в рамках ограниченной круговой задачи трех тел с двумя излучающими массами. Исследуется устойчивость треугольных либрационных точек в нелинейной постановке. В рассматриваемой плоской задаче для треугольных точек возможными оказались внутренние резонансы 3-го и 4-го порядков. При помощи нелинейного компьютерного моделирования построены области устойчивости исследуемых точек в конфигурационном пространстве с выявлением указанных резонансных кривых.

**Ключевые слова:** динамика, моделирование, излучение, устойчивость, внутренний резонанс, частица, либрационные точки.

Определение скоплений микрочастиц и эволюции космических газопылевых облаков в межзвездном пространстве является одной из важных проблем звездной динамики. В связи с этим в последние десятилетия изучению фотогравитационной задачи трех тел, отличающейся от классической задачи тем, что основные тела не только гравитируют, но и излучают, было посвящено много исследований [2-5]. Значение этой задачи для астрономии и звездной динамики трудно переоценить. Она допускает новые приложения в звездной динамике: на ее основе можно определить области скопления газопылевых комплексов и строить промежуточные орбиты малых тел в поле двойных звездных систем. Результаты исследований рассматриваемой задачи могут иметь важные значения и с космогонической точки зрения, так как микрометеорная материя предполагается как один из индикаторов развития Вселенной [2]. Если учесть, что в реальных случаях изучения динамики космических объектов, обладающих значительной парусностью (определяемой отношением площади характерного сечения тела к его массе), следует учитывать кроме гравитационных сил и силы светового давления со стороны излучающих масс, то в такой динамической модели сила светового давления учитывается как один из основных факторов, действующих на частицу.

Уравнения движения частицы во вращающейся системе координат имеют вид [3]:

$$\ddot{x} - 2\dot{y} = \frac{\partial W}{\partial x}, \quad \ddot{y} + 2\dot{x} = \frac{\partial W}{\partial y}, \quad \ddot{z} = \frac{\partial W}{\partial z},$$

$$W = \frac{1}{2}(x^2 + y^2) + \frac{Q_1(1-\mu)}{R_1} + \frac{Q_2\mu}{R_2}, \quad (1)$$

$$R_1^2 = (x + \mu)^2 + y^2 + z^2, \quad R_2^2 = (x + \mu - 1)^2 + y^2 + z^2.$$

Здесь  $W$  – силовая функция,  $1 - \mu$  и  $\mu$  – безразмерные массы основных тел,  $Q_1$  и  $Q_2$  – коэффициенты редукции, зависящие от мощности излучения основных тел и парусности частицы, определяемой отношением «сечение/масса», которые в нашем случае принимают значения  $0 < Q_1 \leq 1$ ,  $0 \leq Q_2 \leq 1$ , а  $R_1$  и  $R_2$  – расстояния частицы до основных тел.

Полагая в уравнениях (1)  $x = x^*$ ,  $y = y^*$ ,  $z = 0$  и  $\dot{x} = \dot{y} = 0$ , получим уравнения семейства треугольных точек либрации (положения относительного равновесия) в виде системы двух нелинейных алгебраических уравнений с тремя свободными параметрами:

$$\frac{\partial W}{\partial x} \equiv x - \frac{Q_1(1-\mu)(x+\mu)}{R_1^3} - \frac{Q_2\mu(x+\mu+1)}{R_1^3} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial W}{\partial y} \equiv y \left[ 1 - \frac{Q_1(1-\mu)}{R_1^3} - \frac{Q_2\mu}{R_1^3} \right] = 0,$$

где:

$$R_\alpha = \sqrt{(x - x_\alpha)^2 + y^2}, \quad (\alpha = 1, 2), \quad x_1 = -\mu, \quad x_2 = -\mu$$

Умножая первое уравнение системы (2) на  $(x - x_1)/y$ , а второе – на  $(x - x_2)/y$ , и складывая, получим:

$$R_1 = \sqrt[3]{Q_1}, R_2 = \sqrt[3]{Q_2} \quad (3)$$

Элементарный анализ последних выражений позволяет сделать вывод о том, что треугольные точки возможны лишь при значениях  $0 \leq Q_a \leq 1$ .

Теперь, естественно, возникает вопрос об устойчивости исследуемых точек, в которых ожидается скопление частиц. Для этого введем возмущения (малые по абсолютной величине начальные отклонения):

$$\xi = x - x^*, \eta = y - y^*, \zeta = z - z^*, z^* = 0, \quad (4)$$

где  $x^*, y^*$  – координаты треугольных точек либрации. Подставляя  $x, y, z$  в уравнения (1) движения и разлагая их правые части в ряды по степеням  $\xi, \eta, \zeta$ , получим уравнения возмущенного движения в вариациях:

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} - 2\dot{\eta} + c_{xx}\xi + c_{xy}\eta &= 0, \\ \dot{\eta} + 2\dot{\xi} + c_{xy}\xi + c_{yy}\eta &= 0, \\ \ddot{\zeta} + c_{zz}\zeta &= 0, \end{aligned} \quad (5)$$

где коэффициенты (вычисленные при  $x^* \neq 0, y^* \neq 0, z = 0$ ) равны:

$$\begin{aligned} c_{xx} &= -3(1-\mu)\left(\frac{x^*-x_1}{R_1}\right)^2 - 3\mu\left(\frac{x^*-x_1}{R_1}\right)^2 - 3\mu\left(\frac{x^*-x_2}{R_2}\right)^2 \\ c_{yy} &= -3(1-\mu)\left(\frac{y^*}{R_1}\right)^2 - 3\mu\left(\frac{y^*}{R_2}\right)^2, \quad c_{zz} = 1, \\ R_1 &= \sqrt{(x^*-x_1)^2 + y^{*2}}, \quad R_2 = \sqrt{(x^*-x)^2 + y^{*2}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Так как треугольные точки расположены в орбитальной плоскости, то характеристическое уравнение системы равно:

$$\lambda^4 + (4 + c_{xx} + c_{yy})\lambda^2 + c_{xx}c_{yy} - c_{xy}^2 = 0 \quad (7)$$

Требую отрицательность корней уравнения (7) относительно  $\lambda^2$ , приходим к необходимости выполнения следующих неравенств:

$$0 \leq c_{xx}c_{yy} - c_{xy}^2 \leq \frac{1}{4}. \quad (8)$$

Подставляя в (8) выражения для коэффициентов из (6), получим условия устойчивости треугольных точек:

$$0 \leq 9y^2 \left\{ \left[ \frac{(1-\mu)(x+\mu)^2}{R_1^2} + \frac{\mu(x+\mu-1)^2}{R_2^2} \right] \times \left( \frac{1-\mu}{R_1^2} + \frac{\mu}{R_2^2} \right) - \left[ \frac{(1-\mu)}{R_1^2} + \frac{\mu \cdot (x+\mu-1)}{R_2^2} \right]^2 \right\} \leq \frac{1}{4} \quad (9)$$

В рассматриваемой плоской задаче для треугольных точек возможными оказались резонансы 3-го и 4-го порядков [5]:

$$\omega_1 = 2\omega_2, \omega_1 = 3\omega_2, \quad (10)$$

где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – частоты линейной системы, определяемые корнями характеристического уравнения (7). После замены в уравнении (7)  $\lambda^2 = -\omega^2$ , получим:

$$\omega^4 - p\omega^2 + q = 0, \quad (11)$$

для которого должны быть выполнены условия:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \frac{p}{2} + \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}, \quad \frac{p^2}{4} - q > 0; \quad \frac{p}{2} \geq \frac{p^2}{4} - q, \\ \omega_2 &= \frac{p}{2} - \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}, \\ p &= 4 + c_{xx} + c_{yy}, \quad q = c_{xx} - c_{yy} - c_{xy^2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Для дальнейшего изучения вопроса об устойчивости рассматриваемой системы, предварительным этапом является нормализация функции Гамильтона  $H$ , т.е. приведение ее с помощью канонической замены переменных к наиболее простому виду, называемому нормальной формой. Далее, в зависимости от соотношений между коэффициентами нормальной формы делаются выводы об устойчивости или неустойчивости положения равновесия. Сам процесс нормализации характеризуется большим количеством вычислений и реализуется на практике с помощью компьютерного моделирования.

Уравнения движения частицы в рассматриваемом случае перепишем в следующей гамильтоновой форме [5]:

$$\frac{d\bar{p}_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \bar{p}_i}, \quad (i = 1, 2), \quad (13)$$

где  $\bar{q}_i$  суть декартовы координаты частицы  $P(x, y, z)$ ,  $\bar{p}_i$  – соответствующие им канонические импульсы, а  $H(x, y, z, \bar{p}_1, \bar{p}_2)$  – функция Гамильтона, которая имеет вид:

$$H = \frac{1}{2}(\bar{p}_1^2 + \bar{p}_2^2) + (\bar{p}_1^y + \bar{p}_2^x) - \frac{Q_1(1-\mu)}{R_1} - \frac{Q_2\mu}{R_2}. \quad (14)$$

Разлагая функцию Гамильтона в ряд по степеням  $q_i, p_i$ , и отбрасывая члены, не зависящие от  $q_i, p_i$ , получим:

$$H = H_2 + H_3 + H_4 + \dots \quad (15)$$

Здесь  $H_m$  – однородные полиномы степени  $m$  ( $m = 2, 3, 4, \dots$ ) относительно обобщенных координат  $q_i$ , и импульсов  $p_i$ , так что:

$$H_m = \sum_{v_1 + \dots + l_3 = m} h_{v_1 v_2 v_3 l_1 l_2 l_3} q_1^{v_1} q_2^{v_2} p_1^{l_1} p_2^{l_2} \quad (16)$$

$$q_1 = x - x^*, \quad q_2 = y - y^*, \quad p_1 = \bar{p}_1 - \bar{p}_1^*, \quad p_2 = \bar{p}_2 - \bar{p}_2^*,$$

где величины с индексом «\*» отвечают исследуемым точкам.

Учитывая, что движение частицы происходит в орбитальной плоскости, выполним замену переменных:

$$x = x_*^* + q_1, \quad y = y_*^* + q_2, \quad \bar{p}_1 = \bar{p}_1^* + p_1, \quad \bar{p}_2 = \bar{p}_2^* + p_2, \quad (17)$$

$$\bar{p}_1^* = \mp 0,5 \sqrt{2(q_1^{2/3} + q_2^{2/3}) - (q_1^{2/3} - q_2^{2/3}) - 1},$$

$$\bar{p}_2^* = 0,5(q_2^{2/3} - q_2^{2/3} + 1) - \mu$$

Тогда в выражении (15) формы  $H_2, H_3$  и  $H_4$  с учетом (16) и (17) примут следующий вид:

$$H = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2) + q_2 p_1 - q_1 p_2 - \frac{Q_1(1-\mu)}{r_1} - \frac{Q_2\mu}{r_2},$$

$$H_2 = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2) + p_1 q_2 - p_2 q_1 + h_{200} q_1^2 + h_{020} q_2^2 + h_{110} q_1 q_2,$$

$$H_3 = h_{300} q_1^3 + h_{030} q_2^3 + h_{210} q_1^2 q_2 + h_{120} q_1 q_2^2,$$

$$H_4 = h_{400} q_1^4 + h_{040} q_2^4 + h_{310} q_1^3 q_2 + h_{130} q_1 q_2^3 + h_{211} q_1^2 q_2^2 + h_{220} q_1^2 q_2^2. \quad (18)$$

Нормальная форма будет различной в зависимости от наличия или отсутствия в системе внутреннего резонанса.

Сначала рассмотрим случай, когда равенство (10) не выполняется. Применяя преобразование Биркгофа и ограничиваясь разложением до четвертого порядка включительно, функцию Гамильтона можно записать в виде:

$$H^* = \omega_1 r_1 - \omega_2 r_2 + c_{20} r_1^2 + c_{11} r_1 r_2 + c_{02} r_2^2 \quad (19)$$

Согласно теореме Арнольда-Мозера [5] при одновременном выполнении условий:

$$\omega_1 \neq 2\omega_2, \quad \omega_1 \neq 3\omega_2, \quad (20)$$

$$C(\omega_1, \omega_2) = c_{20}\omega_2^2 + c_{11}\omega_1\omega_2 + c_{02}\omega_1^2 \neq 0, \quad (21)$$

где  $c_{20}, c_{11}$  и  $c_{02}$  – коэффициенты нормальной формы, зависящие от частот  $\omega_1$  и  $\omega_2$  линейной системы, определяются системой формул через коэффициенты  $h_{\alpha\beta\gamma}$  исходного гамильтониана (15). Следует заметить, что построение области устойчивости для треугольных точек либрации представляет чрезвычайно сложную задачу и требует больших вычислений, связанных с анализом систем алгебраических неравенств (9) высокого порядка и реализацией выполнения условий Арнольда, включающих в себя громоздкие коэффициенты, зависящие от координат и трех произвольных параметров через коэффициенты нормальной формы.

Ниже приведены результаты нелинейного компьютерного моделирования и построены области устойчивых скоплений микрочастиц в треугольных точках либрации в конфигурационном пространстве с выявлением кривых, отвечающих явлению внутренних резонансов третьего  $\omega_1 = 2\omega_2$  и четвертого  $\omega_1 = 3\omega_2$  порядков (рис. 1-5). Область устойчивости треугольных точек либрации при  $\mu = 0,3$  показана на рисунке 1 (1 – область устойчивости в линейном приближении, 2 – резонансная кривая 3-го порядка). При  $\mu = 0,1$  в области устойчивости в первом приближении выявлена резонансная кривая 4-го порядка (рис. 2, кривая 2)

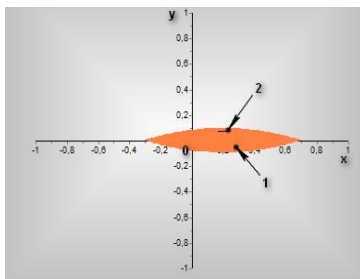


Рисунок 1

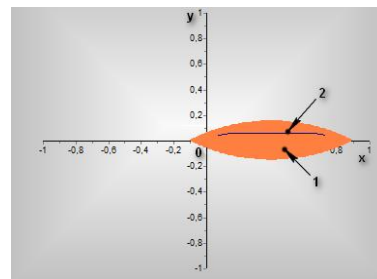


Рисунок 2



В области устойчивости в первом приближении при  $\mu = 0,05$  приводится резонансная кривая четвертого порядка (рис. 3, кривая 2). При дальнейшем уменьшении массового параметра резонансные кривые 3-го и 4-го порядков не выявлены (для  $\mu = 0,01$  и  $\mu = 0,001$  рис. 4, 5 соответственно), что гарантирует устойчивость треугольных точек по Ляпунову в плоской задаче.

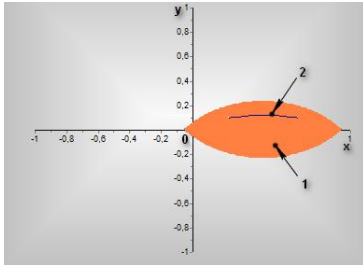


Рисунок 3

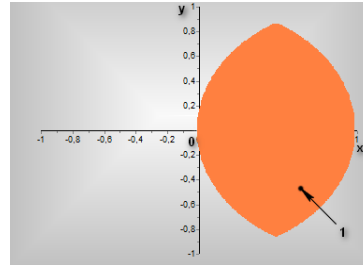


Рисунок 4

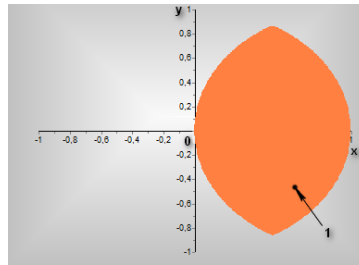


Рисунок 5

Указанные рисунки физически ясно и геометрически наглядно отражают области устойчивости с выявлением резонансных кривых 3-го и 4-го порядков, построенные в плоскости орбитального движения основных тел. Как нетрудно заметить, когда массы основных тел соизмеримы, то область устойчивости относительно мала. С резким уменьшением одной из масс (двойной звезды) область устойчивости значительно расширяется, достигая при этом максимального значения, когда одна из масс становится порядка ста раз меньше суммарной массы двух основных тел. При этом, что интересно заметить, отсутствуют резонансы третьего  $\omega_1 = 2\omega_2$  и четвертого  $\omega_1 = 3\omega_2$  порядков (рисунки 4-5). Это и означает, что в межзвездном пространстве двойных звезд, у которых компоненты друг от друга по массам сильно отличаются, образуются устойчивые по Ляпунову газопылевые комплексы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркеев, А. П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике / А. П. Маркеев. – М.: Наука, 1978. 312 С.
2. Пережогин, А. А. Об устойчивости треугольных точек либрации в фотогравитационной задаче трёх тел / А. А. Пережогин, А. Т. Турешбаев // Астрон. журн. – 1989. – Т.66. С.859-865.
3. Турешбаев, А. Т. О периодических движениях в фотогравитационной ограниченной задаче трех тел. / А. Т. Турешбаев // Математический журнал. – 2010. – Т. 10. № 4 (38). С. 89-93.
4. Турешбаев, А. Т. Об устойчивости компланарных точек либрации фотогравитационной задачи трех тел / А. Т. Турешбаев // Письма в Астрон. журн. – 1986. – Т.12. №9. С.722-725.
5. Kunitsyn, A. L. The restricted photogravitational three-body problem: A modern state, *Astronomical & Astrophysical Transactions* / A. L. Kunitsyn, E. N. Polyakhova. – 1995. 6:4, P. 283 – 293.

Материал поступил в редакцию 26.01.16.

### COMPUTER MODELLING OF DYNAMIC BEHAVIOUR OF LIBRATION POINTS IN THREE-BODY PROBLEM WITH TWO RADIATING MASSES

A.T. Tureshbaev<sup>1</sup>, A.R. Zhunisova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree  
Korkyt Ata Kyzylorda State University (Kyzylorda), Kazakhstan

**Abstract.** The dynamics of particles in the restricted circular three-body problem with two radiating masses is considered. Nonlinear stability of the triangular libration points is studied. The considered flat problem for triangular points allows third-order and fourth-order internal resonances. The stable zones of the considered points are built in the configurational space using nonlinear computer modelling, the indicated resonance characteristics are found.

**Keywords:** dynamics, modelling, radiation, stability, internal resonance, particle, libration points.

УДК 637.146

## ПОДБОР ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Т.Н. Дубровина<sup>1</sup>, П.В. Дубровин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> магистр технических наук, старший преподаватель, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент  
Инновационный Евразийский университет (Павлодар), Казахстан

**Аннотация.** В статье описаны экспериментальные исследования по определению состава комбинированной закваски для производства детского пробиотического продукта. Объектом исследований явились: бифидобактерии, ацидофильная палочка и термофильный стрептококк в различных соотношениях.

**Ключевые слова:** бифидобактерии, ацидофильная палочка, термофильный стрептококк, детский продукт, пробиотический продукт.

Перспективным направлением в производстве жидких молочных продуктов являются обогащенные детские кисломолочные продукты, что обусловлено: наличием растущего спроса на детское лечебное питание; наличием в республике инновационных разработок в этой области; широким форматом профилактических продуктов на кисломолочной основе [2].

Использование кисломолочных смесей в питании детей улучшает переваривание и усвоение пищи вследствие повышения активности кишечных ферментов, усиление секреции желудочного сока, нормализации микрофлоры кишечника. Специальным подбором заквасочной микрофлоры удается повысить микробиологическую эффективность продуктов, значительно увеличить их полезные свойства. [1].

Учитывая вышеизложенное, в Департаменте «Химические и биологические технологии» ИнЕУ ведется разработка нового детского пробиотического напитка. С целью увеличения полезных свойств продукта, проводится подбор состава закваски. Объектом исследований явились: бифидобактерии, ацидофильная палочка и термофильный стрептококк.

Первый этап исследования включал в себя изучение совместного культивирования термофильного стрептококка, бифидобактерий и ацидофильной палочки в молочной среде. С этой целью было произведено внесение комбинированной закваски в молоко в количестве 5 %. На основании изученных литературных источников, было выбрано следующее процентное соотношение количества компонентов закваски бифидобактерии : ацидофильная палочка : термофильный стрептококк: 1 образец - 2 : 1 : 1; 2 образец - 3 : 0,5 : 0,5; 3 образец - 1 : 1 : 1.

Сквашивание молока проводилось в термостате при температуре  $40 \pm 1$  °С в течение 8 часов (рисунок 1,2,3,4).

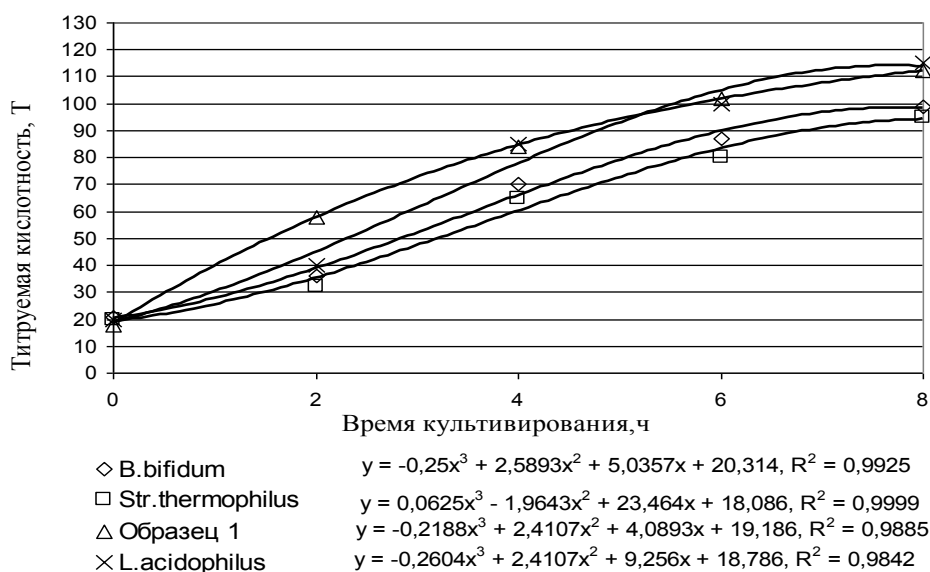


Рисунок 1. Динамика кислотообразования молока чистыми культурами Str. thermophilus, L. acidophilus, B. bifidum и 1 образца

Как видно из рисунка 1, сквашивание молока отдельно взятыми чистыми культурами *Str.thermophilus*, *L. acidophilus* и *B.bifidum* протекает менее интенсивно в течение первых 4 часов, чем образца 1, представляющего собой соотношение *B.bifidum*: *L. acidophilus*: *Str.thermophilus* в количествах 2 : 1 : 1 соответственно. Начиная с четвертого часа сквашивание молока чистой культурой *L. acidophilus* и образца 1 протекает почти одинаково.

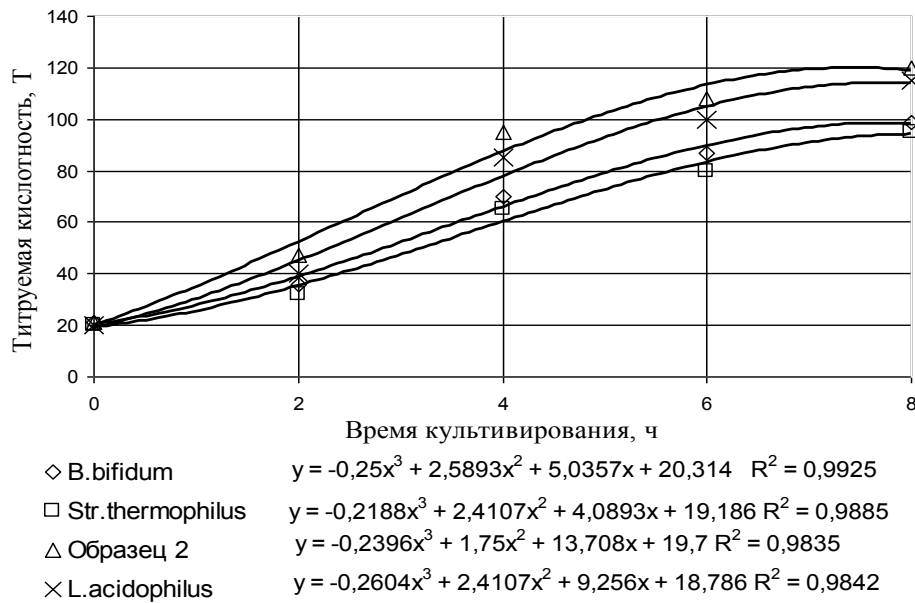


Рисунок 2. Динамика кислотообразования молока чистыми культурами *Str.thermophilus*, *L. acidophilus*, *B.bifidum* и 2 образца

Из рисунка 2 видно, что сквашивание молока образцом 2, представляющего собой соотношение *B.bifidum*: *L. acidophilus*: *Str.thermophilus* в количествах 3 : 0,5 : 0,5 соответственно, протекает более интенсивно, чем кислотообразование отдельно взятыми чистыми культурами *Str.thermophilus*, *L. acidophilus* и *B.bifidum*.

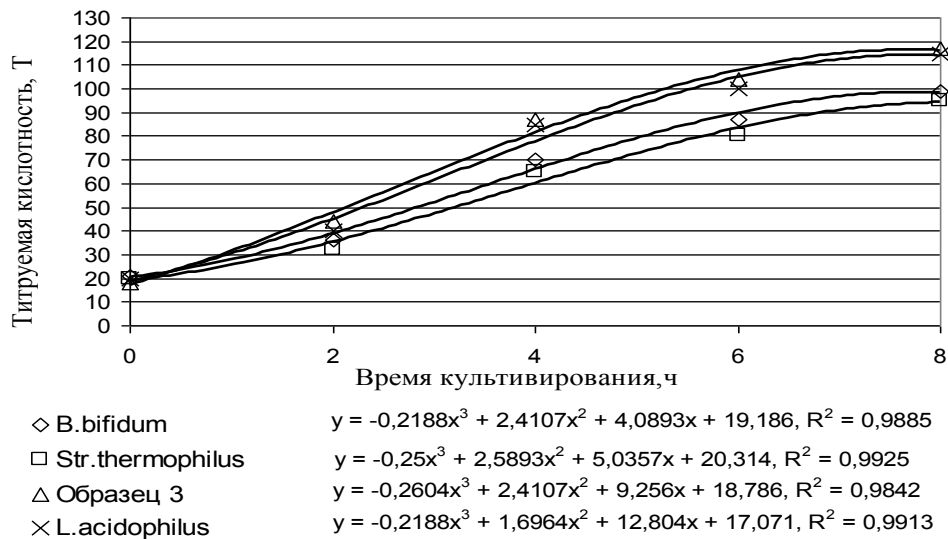


Рисунок 3. Динамика кислотообразования молока чистыми культурами *Str.thermophilus*, *L. acidophilus*, *B.bifidum* и 3 образца

На рисунке 3 наблюдается более интенсивное кислотообразование молока образцом 3, чем сквашивание отдельно взятыми чистыми культурами *Str.thermophilus*, *L. acidophilus* и *B.bifidum*.

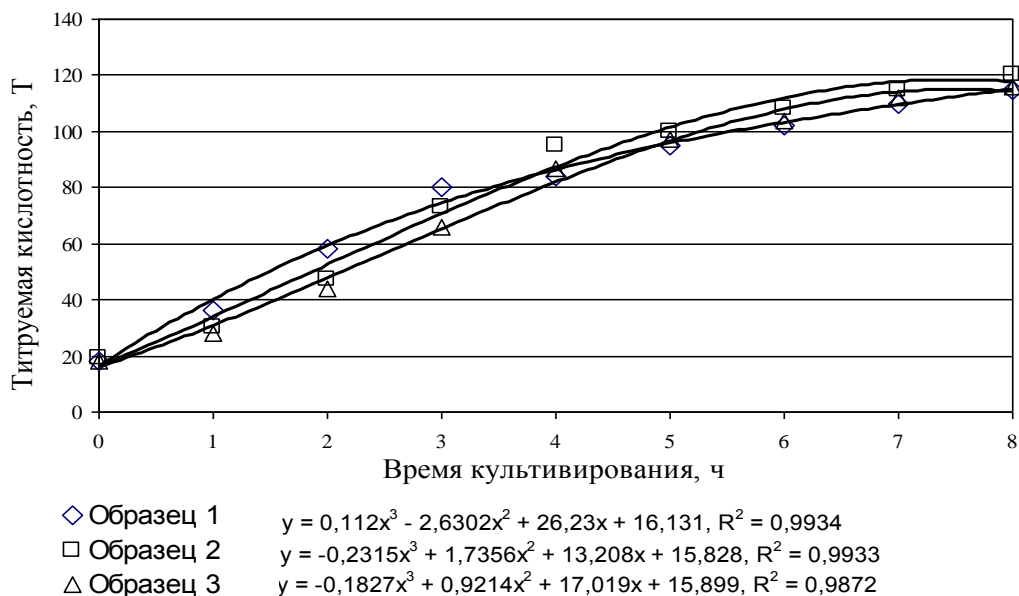


Рисунок 4. Динамика изменения кислотности при сквашивании молока образцами 1, 2, 3

Из рисунка 4 следует, что кислотность всех образцов интенсивно нарастала в течение первых 4 часов, а затем нарастание кислотности всех образцов было незначительным. Быстрее всего нарастала кислотность во втором образце. Таким образом, выявлено, что наилучшим кислотообразованием обладает второй образец.

Органолептические показатели образцов продукта определялись по 20-ти балльной системе. Наибольшее число баллов получил образец 2. Образцы 1 и 3 имеют более низкие показатели. Кроме того, образец 2 имеет также более высокую кислотность, чем образцы 1 и 3. В результате проведения органолептического анализа и исследования динамики нарастания кислотности трех образцов закваски было выявлено оптимальное соотношение компонентов комбинированной закваски, которому соответствует второй образец.

Таким образом, для проведения дальнейших исследований, был выбран второй образец комбинированной закваски, в котором соотношение заквасочных культур *V.bifidum*: *L. acidophilus*: *Str.thermophilus* равнялось 3:0,5:0,5.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова, Н.Б. Технология молочных продуктов для детского питания: Учебное пособие / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Л.Е. Мартемьянова и др. – Барнаул-Омск: Изд. АлтГТУ, 2005. – 290 с.
2. Курмангалиев, С.Г. Индустриально-инновационное развитие молочной отрасли Казахстана – основа повышения ее конкурентоспособности / С.Г. Курмангалиев // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2009. – № 3. – С. 29-31.

Материал поступил в редакцию 25.01.16.

#### STARTER CULTURE SELECTION FOR FERMENTED MILK PRODUCT FOR INFANT FOOD

T.N. Dubrovina<sup>1</sup>, P.V. Dubrovin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Innovative University of Eurasia (Pavlodar), Kazakhstan

**Abstract.** In this article the pilot studies for determination of composition of the combined starter for infant probiotic product are described. The object of researches is bifidobacteria, acidophilous bacterium and *Streptococcus thermophilus* in various ratios.

**Keywords:** bifidobacteria, acidophilous bacterium, *Streptococcus thermophilus*, infant product, pro-biotic product.

УДК 541.138:547.992.3

## СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ ГИДРОЛИЗНЫХ ЛИГНИНОВ

Т.А. Мальцева<sup>1</sup>, Т.Г. Иванова<sup>2</sup><sup>1</sup> магистрант, <sup>2</sup> кандидат химических наук, доцент<sup>1</sup> Южный федеральный университет (Таганрог),<sup>2</sup> Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова (Новочеркасск), Россия

**Аннотация.** Дана краткая характеристика электрохимических способов окисления гидролизных лигнинов и различных аспектов применения окисленных лигнинов. Отмечено, что перспективным, с точки зрения ресурсосбережения, способом окисления гидролизного лигнина является его окисление в кислых средах, что обусловлено возможностью многократного использования кислого электролита в режиме его корректирования. Показано, что результатом окисления гидролизных лигнинов в плавиковой кислоте является получение высоко-реакционноспособных полимерных материалов (сорбентов, эко-антипиренов и др.).

**Ключевые слова:** гидролизный лигнин, окисленный лигнин, электрохимическое модифицирование, ресурсосбережение.

В связи с необходимостью повышения экологической безопасности производств и выпускаемой продукции особую ценность приобретают материалы из возобновляемого сырья, так как из этого сырья могут быть созданы такие материалы, которые после использования изделий из них будут разлагаться в природных условиях с образованием безвредных или даже полезных веществ. Таким сырьем, безусловно, является гидролизный лигнин (ГЛ) – крупнотоннажный отход гидролизного производства.

Возможности использования ГЛ весьма многогранны ввиду его сложной полимерной структуры, включающей различные функциональные группы, что позволяет найти применение лигнину в различных областях [17].

Молекула лигнина содержит функциональные группы, такие как –ОН, –СООН, благодаря чему лигнин является перспективным материалом для использования в синтезе полимеров. Однако из-за высокой степени «сшитости» полимера эти группы мало доступны при использовании лигнина в качестве сырья. Поэтому перед применением лигнина, как правило, модифицируют. Наиболее рациональный способ модифицирования лигнина – электрохимическое окисление.

В данной публикации кратко рассмотрены возможности применения и электрохимического синтеза окисленных гидролизных лигнинов.

#### *Применение окисленных лигнинов*

Окисленный лигнин известен, прежде всего, как сорбирующий материал. В фармацевтической промышленности окисленный лигнин применяется в качестве энтеросорбента [1, 7, 9, 15]. Основным технологическим элементом получения сорбирующей пасты является щелочная обработка гидролизного лигнина в растворе едкого натра. Такая паста обладает повышенными сорбционными свойствами. На основе окисленного лигнина синтезируют сорбирующий материал для загрязненных катионами тяжелых металлов. Такой материал поглощает до 200 мкг загрязняющего вещества на 1 грамм сорбента [18].

Возможность применения лигнина в качестве адгезива для древесно-стружечных плит и варианты окисления лигнина в присутствии перекиси водорода и сульфата железа в кислой и щелочной среде рассмотрена в публикации [19].

Окисленный лигнин может выступать в качестве огнегасящего средства и пропитывающего эко-антипирена для древесных и бумажно-целлюлозных изделий [2]. Антипирены на основе полисахаридов, в т.ч. окисленного лигнина, образуют на защищаемой поверхности теплоизолирующий вспененный карбонизированный слой, соответствующий группе 2 огнезащитных составов [13].

Известно получение термостойких смол на основе лигнина и моноалкилдихлорсилана [4]. Возможно применение окисленного лигнина в качестве наполнителя и отвердителя для эпоксидной смолы [10].

#### *Электрохимическое окисление лигнина*

Первые работы по электрохимическому окислению лигнина относятся к середине 40-х годов. Байли и Брукс [16] окисляли «бутанол-лигнин» на платине в 1 % растворе NaOH. При длительном электролизе наблюдалась полная деструкция лигнина до низкомолекулярных кислот и кетонов. В более поздних работах особенно интенсивно разрабатывались два основных направления электрохимического окисления лигнина: окисление до целевых низкомолекулярных продуктов [20-22]; окисление лигнина, сопровождающееся модифицированием макромолекулы с целью увеличения ее реакционной способности [5, 12, 14].

Лигнины с высоким содержанием кислородсодержащих функциональных групп получают при окислении озоном [3, 8, 23] в различных средах. Процессы термоллиза лигнина с последующим окислением полученного материала позволяют получать перспективные электродные материалы для литиевых источников тока [11].

#### Окисление ГЛ в растворе плавиковой кислоты

Перспективными, на наш взгляд, являются способы окисления ГЛ в кислых средах, в которых ГЛ не растворяется. То есть, электролит в режиме корректирования можно использовать многократно. Одновременно с процессами окисления лигнина и накопления в его составе реакционных групп (гидроксильных, карбоксильных и др.) в структуру лигнина входят анионы этих кислот, то есть происходит хлорирование, бромирование, нитрование, сульфирование и т. д. Однако известно, что в плавиковой кислоте преимущественно протекают процессы гидроксирования лигнина (фтор внедряется лишь в незначительной степени [6]), и в результате мы получаем окисленный лигнин, содержащий только три элемента: углерод, кислород, водород.

Окисление лигнина проводят в электролизере из полиэтилена в водных растворах 15-20 % HF при температуре окружающей среды с использованием электродов из стеклоглерода. С увеличением плотности тока (т.е. скорости электрохимических процессов) и количества пропущенного электричества (Q) нарастает степень окисления лигнина, о чем свидетельствует увеличение содержания кислых гидроксильных групп (таблица 1). Количество пропущенного электричества более 1,5 А·ч/г приводит к разрушению молекулы лигнина.

Таблица 1

Результаты окисления ГЛ кукурузной кочерыжки в растворе 15 % HF

№	Плотность тока, А/см <sup>2</sup>	Время электролиза, мин	Кол-во пропущенного электричества, А·ч/г	Содержание -COOH групп, %
1	0	0		5,4
2	0,3	20	0,66	33,1
3	0,3	25	0,82	37,6
4	0,4	15	0,66	29,2
5	0,4	25	1,09	45,8
6	0,4	30	1,33	50,9
7	0,4	40	1,77	Деструкция

Максимумы поглощения при 280 нм на УФ-спектрах окисленных лигнинов (рисунок 1) соответствуют ароматическим структурам и подтверждают их сохранение в макромолекулах лигнина при количестве пропущенного электричества до 3600 Кл/г. По мере увеличения количества пропущенного электричества интенсивность этих сигналов уменьшается.

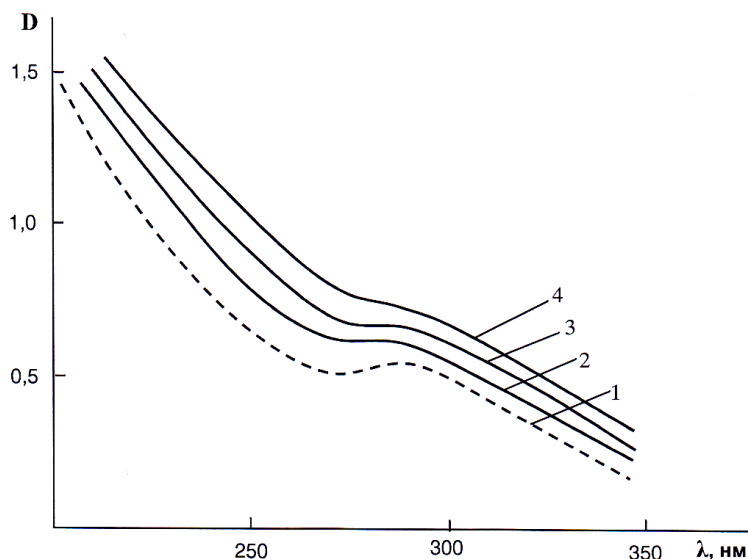


Рис. 1. УФ-спектры окисленных лигнинов: 1 – исходный ГЛ; 2-4 – окисленные лигнины. Q (Кл/г): 2 – 2380; 3 – 3920; 4 – 4760

Способ получения окисленного лигнина (сорбента, эко-антипирена) в кислой среде является ресурсосберегающим. Ресурсосбережение заключается, во-первых, в применении в качестве исходного сырья отхода производства, во-вторых, в многократном использовании кислого электролита в режиме его корректирования. Предложенный электрохимический способ модифицирования ГЛ отличается простотой процесса, низкими затратами на материалы и оборудование. Результатом электрохимического модифицирования по данному способу является окисленный лигнин с высоким содержанием функциональных карбоксильных групп (более 40 %).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкин, В. А., Святкин, Ю. К., Бабкин, Д. В., Глазырин, В. В., Селиванов, Н. П. Способ получения медицинского лигнина / В. А. Бабкин, Ю. К. Святкин, Д. В. Бабкин, В. В. Глазырин, Н. П. Селиванов // Патент России № 2110273, 1998.
2. Варфоломеев, С. Антипирены: российский период / С. Варфоломеев, С. Ломакин, П. Сахаров // The Chemical Journal, 2010. – № 1-2. – С. 42–45. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tcj.ru>.
3. Евстигнеев, Э. И. Окисление гидролизного лигнина пероксидом водорода в кислой среде / Э. И. Евстигнеев // Журнал прикладной химии, 2013. – Т. 86, № 2. – С. 278–285.
4. Калинин, А. Я., Сергеева, В. Н., Тельшева, Г. М., Фомина, Г. Н. Способ получения термостойких смол / А. Я. Калинин, В. Н. Сергеева, Г. М. Тельшева, Г. Н. Фомина // Патент СССР № 507601, 1976.
5. Коваленко, Е. И. Электрохимический синтез полифункциональных лигнинов / Е. И. Коваленко, А. А. Александров, Л. В. Тихонова и др. // Электрохимия, 1996. – Т. 32, № 1. – С. 79–84.
6. Коваленко, Е. И. Электрохимическое фторирование лигнинов / Е. И. Коваленко, О. В. Попова, Н. Д. Шерстюкова // Журнал прикладной химии, 1995. – Т. 68, № 7. – С. 1137–1142.
7. Леванова, В. П., Беляков, Н. А., Гвоздева, Э. Н., Ефимова, Л. С., Бойко, Т. А., Мирошниченко, А. Г., Соломенников, А. В. Энтеросорбент и способ его получения / В. П. Леванова, Н. А. Беляков, Э. Н. Гвоздева, Л. С. Ефимова, Т. А. Бойко, А. Г. Мирошниченко, А. В. Соломенников // Патент России № 2026078, 1995.
8. Митрофанова, А. Н. Механизм каталитического озонирования лигнина в присутствии ионов Mn (II) / А. Н. Митрофанова, А. Г. Худошин, В. В. Лунин // Журнал физической химии, 2013. – № 7. – С. 1149–1153.
9. Плисов, Н. В., Матанцев, В. А. Способ получения медицинского лигнина / Н. В. Плисов, В. А. Матанцев // Патент России № 2131262, 1999.
10. Попова, О. В. Модифицированные лигнины в качестве отвердителей и антипиренов эпоксидных композиций / О. В. Попова, А. Г. Абрамова, Е. А. Марьева и др. // Известия ЮФУ. Техн. Науки, 2013. – № 8 (145). – С. 113–119.
11. Попова, О. В. Перспективы использования искусственного графита из лигнина в электродах химических источников тока / О. В. Попова, С. С. Попова, Л. Н. Ольшанская // Журнал прикладной химии, 2008. – Т. 81, № 5. – С. 751–756.
12. Попова, О. В. Электрохимический синтез и применение модифицированных лигнинов. Препринт / О. В. Попова. – СПб. : ОЭП РАН, 2003. – 40 с.
13. Сивенков, А. Б. Огнезащитные покрытия на основе полисахаридов. Часть 1. Исследование горючести и воспламеняемости / А. Б. Сивенков, Б. Б. Серков, Р. М. Асеева и др. // Пожаровзрывобезопасность, 2002. – № 1. – С. 39–44.
14. Смирнов, В. А. Электрохимическое окисление и модификация лигнинов / В. А. Смирнов, Е. И. Коваленко // Электрохимия, 1992. – Т. 28, № 4. – С. 600–614.
15. Халецкий, Н. А., Савельев, Д. Д. Способ получения пасты «полифепан» из гидролизного лигнина / Н. А. Халецкий, Д. Д. Савельев // Патент России № 2440125, 2012. – Бюл. № 2.
16. Bailey, A. Electrolytic Oxidation of Lignin / A. Bailey, H. M. Brooks // J. Amer. Chem. Soc., 1946. – V. 68, № 3. – P. 445–446.
17. Belgacem, M. N. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources / M. N. Belgacem, A. Gandini. – Elsevier, 2008. – 562 p.
18. Blomberg, P., Kaliola A. Oxidized lignin-containing material, use thereof and method of purifying contaminated fluids / P. Blomberg, A. Kaliola // Патент Европы № 2501745 A1, 2011.
19. Brishke, C., Meyer, L. (Eds.) Proc. 9th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE), Hannover, Germany, September 11-12, 2013. – P. 98–103.
20. Crestini, C. Methyltrioxorhenium: a new catalyst for the activation of hydrogen peroxide to the oxidation of lignin and lignin model compounds / C. Crestini, P. Pro, V. Neri et al. // Bioorganic & Medicinal Chemistry, 2005. – V. 13, № 7. – P. 2569–2578.
21. Ke Pan. Electrochemical oxidation of lignin at lead dioxide nanoparticles photoelectrodeposited on TiO<sub>2</sub> nanotube arrays / Ke Pan, Min Tian, Zi-Hua Jiang et al. // Electrochimica Acta, 2012. – V. 60, 15 January. – P. 147–153.
22. Shao Dan. Electrochemical oxidation of lignin by two typical electrodes: Ti/Sb-SnO<sub>2</sub> and Ti/PbO<sub>2</sub> / Shao Dan, Liang Jidong, Cui Xiaomin et al. // Chemical Engineering Journal, 2014. – V. 244, 15 May. – P. 288–295.
23. Rui Wang. Ozonation of pine kraft lignin in alkaline solution. Part 1: Ozonation, characterization of kraft lignin and its ozonated preparations / Rui Wang, Chen-Loung Chen, J. S. Gratzl // Holzforschung, 2004. – V. 58, № 6. – P. 622–630.

Материал поступил в редакцию 27.01.16.

## THE SYNTHESIS AND USE OF OXIDIZED HYDROLYTIC LIGNIN

T.A. Maltseva<sup>1</sup>, T.G. Ivanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate for a Master's Degree, <sup>2</sup> Candidate of Chemistry, Associate Professor

<sup>1</sup> Southern Federal University (Taganrog),

<sup>2</sup> Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI) (Novocherkassk), Russia

**Abstract.** The brief characteristics of chemical-electric oxidation methods of hydrolytic lignin as well as various aspects of using oxidized lignin are presented. It is noted that in terms of resource-saving, lignin oxidation in acidic media is prospective, which is caused by the possibility of multiple use of acid electrolyte in its correction mode. Getting the highly reactive polymer materials (sorbing agents, eco-fire-retarding chemicals etc.) is proved to be the result of hydrolytic lignin oxidation in fluoric acid.

**Keywords:** hydrolytic lignin, oxidized lignin, electrochemical modification, resource-saving.

УДК 691.32

## ПРИНЦИПЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**О.А. Мирюк**, доктор технических наук, профессор  
Рудненский индустриальный институт, Казахстан

***Аннотация.** Разработаны составы и основы технологии магнизиальных композиций зернистой, волокнистой и комбинированной структуры. Обоснован выбор техногенных компонентов, обеспечивающий направленное формирование структуры композиции. Магнизиальные композиции рекомендованы для изготовления малых архитектурных форм, стеломagneзитового листа и блоков из полистиролбетона. Сформулированы принципы ресурсосбережения для технологии магнизиальных композиций, отражающие преимущества и перспективы разработанных материалов.*

***Ключевые слова:** ресурсосбережение, магнизиальная композиция, мелкозернистое строение, комбинированная волокнистая структура.*

Ресурсы – основа технологии. Строительные материалы характеризуются высокой ресурсоемкостью. Повышение эффективности современного строительства обуславливает широкое применение прогрессивных научно-технических достижений; ресурсосберегающих технологий строительной индустрии; последовательное сокращение расхода сырьевых, топливно-энергетических и трудовых ресурсов на производство строительной продукции. Ресурсосбережение – комплекс методов и процессов, сопровождающих все этапы жизненного цикла строительного материала и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов [1-3].

Ресурсосбережение – цель, средство и подход при создании новых эффективных строительных материалов, при разработке и совершенствовании технологии производства и применения строительной продукции. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов основано на глубоких знаниях законов развития природы, закономерностей преобразований вещества и энергии.

Разработаны композиционные материалы мелкозернистой, волокнистой и комбинированной структур на основе смешанного магнизиального вяжущего, содержащего каустический магнезит и минеральный наполнитель. Технология получения магнизиальных композиционных материалов предусматривает оптимизацию рецептуры и технологических приемов приготовления многокомпонентных смесей, содержащих техногенные отходы различного вещественного и дисперсного состава и обеспечивающих ресурсосбережение [4, 5].

*Цель исследования* – разработка принципов ресурсосбережения технологии, позволяющих обобщить зависимости, выявленные для отдельных материалов, и распространить на все композиции.

Технико-экономическая оценка рецептур и основ технологии разработанных композиционных материалов позволила выделить основные технические и технологические преимущества новых материалов.

*Магнизиальные композиции мелкозернистой структуры* с наполнителем рекомендованы для изготовления элементов благоустройства. Разработана технологическая схема производства малых архитектурных форм на примере вазона. Технологическая схема включает измельчение техногенного материала – отходов обогащения скарново-магнетитовых руд – с последующей классификацией дробленой массы на вибрационных грохотах. Фракции дробленого материала 0,14-0,315 мм и 0,63-1,25 мм предназначены для заполнителя магнизиальных композиций, тонкая фракция частиц размером 0-0,14 мм направляется на совместный помол с каустическим магнезитом для получения смешанного вяжущего. Магнизиальные композиции мелкозернистой структуры с наполнителем характеризуются рациональным комплексным использованием одного вида техногенного материала (наполнитель, заполнитель), минимизацией доли каустического магнезита – 25 % массы твердой части; переходом от цемента к бесклинкерному вяжущему, от природного заполнителя к техногенному песку; расчетная себестоимость изделия снижена на 31,82 %.

*Гипсомagneзиальные композиции комбинированной волокнистой структуры с пустотелым мелкодисперсным заполнителем* рекомендованы в качестве формовочной массы для сердечника при изготовлении стекломagneзитового листа. Технология производства стекломagneзитового листа предусматривает: получение гипсомagneзиального вяжущего с содержанием строительного гипса 25 %. В качестве комбинированного заполнителя использована органоминеральная масса из древесных опилок фракции 0,14-0,315 мм и алюмосиликатной микросферы. Гипсомagneзиальные композиции комбинированной волокнистой структуры с пустотелым мелкодисперсным заполнителем (стекломagneзитовые листы) – характеризуются снижением доли каустического магнезита за частичной счет замены дефицитного компонента гипсовым вяжущим; комплексным использованием различных видов техногенных материалов; заменой малодоступного перлита распространенной зольной микросферой, исключением пенообразователя; затраты на сырье снижаются на 10 %.

*Магнизиальные композиции комбинированной структуры на основе органоминерального поризованного волокнисто-зернистого заполнителя* рекомендованы для изготовления стеновых теплоизоляционных блоков.



Технология предусматривает: подготовку многокомпонентной формовочной смеси подвижной консистенции, заполнение ее форм, тепловую обработку и последующую распалубку изделий. Подготовка однородной нерасплаиваемой смеси предусматривает поэтапное введение в магниезиально-хлоридную суспензию составляющих заполнителя в порядке возрастания размера частиц: микросфера, древесных опилок фракции 0,63-0,315 мм; гранулы пенополистирола диаметром 3-5 мм. Для регулирования подвижности формовочной массы и создания высокопористого строения композиций возможно введение пенообразующей или воздухововлекающей добавки. Магнезиальные композиции комбинированной структуры на основе органоминерального поризованного волокнисто-зернистого заполнителя (теплоизоляционные стеновые блоки) – характеризуются многообразием техногенных компонентов, сочетаемым в составе одной композиции; рациональным использованием отслужившей пенополистирольной упаковки, которую подвергают измельчению и используют взамен гранул, изготавливаемым по энергоемкой технологической схеме; вытеснением дорогостоящего портландцемента из формовочной массы; затраты на сырьевые материалы снижены на 32,56 %.

Анализ результатов экспериментов, технологических решений, технико-экономических расчетов позволил сформулировать принципы ресурсосбережения для магниезиальных композиций.

*Принцип 1* – максимальная реализация уникальных свойств магниезиального вяжущего в составе композиций. Реализация принципа направлена на развитие технологии получения и применения конкурентоспособных магниезиальных материалов с использованием многочисленных отходов.

*Принцип 2* – использование сырьевых материалов с малой энергоемкостью технологических процессов. Принцип реализуется в самой идее создания композиционных материалов на основе каустического магнезита – вяжущего, характеризующегося сравнительно низкими затратами на основные технологические процессы. При этом следует учесть, что для получения строительных материалов применяют каустический магнезит – пыль, уловленную на огнеупорном производстве. Другие компоненты разработанных композиций являются также побочными продуктами других производств: отходы обогащения скарново-магнетитовых руд – наполнитель и заполнитель мелкозернистых композиций; зольная микросфера и регенерированные гранулы пенополистирола – поризованные заполнители композиций; древесные опилки – волокнистый заполнитель.

*Принцип 3* – целенаправленный выбор сырьевых компонентов. Принцип базируется на утверждении: высокое активизирующее воздействие магниезиального вяжущего способно обеспечить участие практически всех материалов кремнеземистого, алюмосиликатного, железистого составов в процессах структурообразования вяжущих композиций. Принцип обоснованного выбора сырьевых техногенных материалов для смешанных магниезиальных вяжущих, учитывающий химический и минеральный состав отходов, реализован в исследованиях. Показана целесообразность и подтверждена возможность повышения магниезиальной активизации гидратационных свойств техногенных материалов за счет термической обработки, химического модифицирования с участием сульфата кальция, с помощью методов физического воздействия на каустический магнезит и затворитель. В основе разработки способа приготовления смешанного вяжущего – рациональные сочетания компонентов, предварительная обработка требующих активизации компонентов, обеспечение первичного контакта компонентов при приготовлении вяжущей композиции. Предложенный подход обоснованного выбора техногенного сырья сформулирован на основе анализа результатов исследования гидратообразования модельных вяжущих из оксидов, на основе отдельных ранее не изученных минералов техногенного сырья. Целенаправленный выбор сырья обеспечивает высокую чувствительность техногенного компонента к магниезиальному воздействию.

*Принцип 4* – комплексное использование техногенных материалов. Принцип предполагает совмещение в одной композиции различных видов отходов, а также многоцелевое применение сложного по составу нового сырья в составе композиции. Пестрый состав и многообразие генезиса придают промышленным отходам полифункциональность. Многоэтапное измельчение зернистых отходов с отделением заданных фракций частиц обеспечивает получение целого ряда полезных продуктов. Выделяемые из общей массы частицы с повышенной прочностью и твердостью целесообразны для использования в качестве заполнителя.

*Принцип 5* – минимизация доли каустического магнезита. Принцип реализуется за счет оптимизации вещественного состава формовочной массы, снижения межзерновой пустотности в композициях. В частности, введение наполнителя, заменяющего до 50-70 % каустического магнезита; формирование комбинированной структуры материала, основанное на использовании заполнителей различного размера и формы.

*Принцип 6* – активизация сырьевых компонентов. Принцип предусматривает использование всевозможных технологических приемов, направленных на повышение реакционной способности компонентов формовочной массы. Принцип реализуется, в первую очередь, при использовании активизирующего магниезиальнохлоридного воздействия на компоненты смешанного вяжущего, поверхность частиц заполнителя. Действие принципа проявляется при выборе рационального способа приготовления формовочной массы, обеспечивающий первичный контакт компонентов и способствующий максимальной реализации полезных свойств техногенных сырьевых материалов.

*Принцип 7* – разработка методов формирования направленной структуры композиционных магниезиальных материалов. Свойства композиционных материалов определяют структуры различного уровня: микроструктура камня вяжущего, мезоструктура контактной зоны заполнителя с камнем вяжущего, макроструктура частиц заполнителя. Формирование структуры зависит от состава и состояния исходных материалов.

Анализ основных тенденций в технологии современных бетонов позволил выделить основные направления ресурсосбережения на различных этапах жизненного цикла композиционных материалов (рисунок 1).

Решение проблем ресурсосбережения отражено в разработке рецептур и способов приготовления многокомпонентных формовочных масс, эффективных приемов повышения магнезиальной активизации при комплексном использовании техногенного сырья. Техничко-экономические оценка результатов исследований подтверждает эффективность магнезиальных композиционных материалов и комплексного использования техногенного сырья.

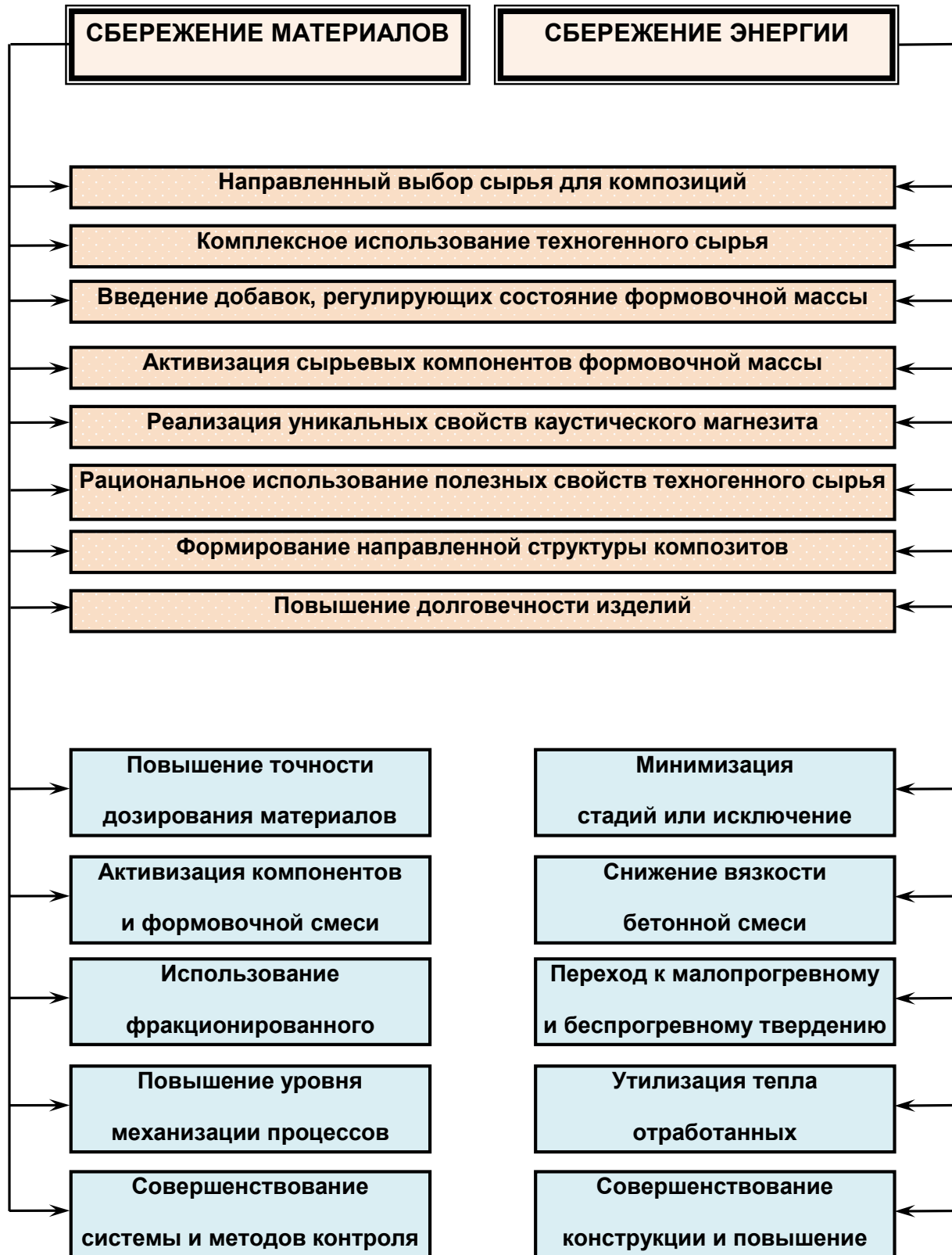


Рис. 1. Основные направления ресурсосбережения при производстве и применении магнезиальных композиций

Разработка композиционных материалов направлена на расширение ассортимента современных эффективных материалов; повышение надежности и комфортности возводимых объектов; рациональное использование природных и техногенных ресурсов путем глубокой переработки сырья.

*Вывод.* Разработанные рецептуры композиций способны обеспечить реализацию принципов ресурсосбережения.

Технологический аспект ресурсосбережения включает разработку, развитие и совершенствование процессов изготовления и реализации магнизиальных композиционных материалов с минимальным расходом вещества и энергии на всех стадиях производственного цикла.

В основу ресурсосберегающих процессов положено максимальное сбережение ресурсов на всех этапах производства и использования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
2. Евтушенко, Е. И. Активационные процессы в технологии строительных материалов / Е. И. Евтушенко. – Белгород : БГТУ, 2003. – 209 с.
3. Лесовик, В. С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород / В. С. Лесовик. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 526 с.
4. Мирюк, О. А. Магнизиальные композиты различной структуры / О. А. Мирюк // Известия ВУЗов. Строительство, 2015. – № 5. – С. 30–37.
5. Мирюк, О. А. Магнизиальные композиции с использованием техногенных материалов / О. А. Мирюк // Технологии бетонов, 2015. – № 5/6. – С. 9–13.

*Материал поступил в редакцию 29.01.16.*

#### THE RESOURCE-SAVING PRINCIPLES OF MAGNESIAN COMPOSITIONS TECHNOLOGY

**O.A. Miryuk**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Rudny Industrial Institute, Kazakhstan

***Abstract.** The composition and basis of magnesian compositions technology of grain, fiber and combined pattern were developed. The choice of technogenic components, providing the targeted formation of composition structure is proved. Magnesian compositions are recommended for creating hardscaping, magnesium oxide wallboard and blocks made of polystyrene concrete. The resource-saving principles for magnesian compositions technology, reflecting the advantages and prospects of the developed materials.*

***Keywords:** resource-saving, magnesian composition, small-grained structure, combined fiber pattern.*

УДК 631.315.4

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НОЖЕЙ-РЫХЛИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С ПОЧВОЙ

Н.М. Муродов<sup>1</sup>, С. Жумаев<sup>2</sup>, Р. Шаропов<sup>3</sup><sup>1</sup> доктор технических наук, <sup>2</sup> магистрант, <sup>3</sup> студент 3-го курса

Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации, Узбекистан

**Аннотация.** В статье приведены результаты теоретических исследований по изучению взаимодействия ножей-рыхлителей различной формы поперечного сечения с почвой. Установлено, что качественное рыхление почвы при меньших энергозатратах обеспечивается при применении ножей-рыхлителей с клиновидной формой поперечного сечения

**Ключевые слова:** почва, подпахотный слой, формы поперечного сечения, эпюры распределения давлений.

Изучению процесса разуплотнения почвы подпахотного слоя пассивными рабочими органами уделили внимание многие исследователи. По результатам этих исследований были обоснованы формы и параметры технических средств для раздельного и комбинированного почвоуглубления, но эти почвоуглубительные рабочие органы в зоне хлопководства большого применения не нашли. Основной причиной этого является большая энергоемкость процесса и образование вторичной «плужной подошвы» существующими почвоуглубительными рабочими органами.

Проведенный анализ исследований показал, что снижения энергоемкости процесса почвоуглубления одновременно со вспашкой и предотвращения образования вторичной плужной подошвы можно достичь путем разуплотнения почвы подпахотного слоя с применением ножей-рыхлителей в виде вертикального клина. Новизна такого технического решения защищена патентами РУз [2, 3]. Для правильного решения поставленной задачи были проведены теоретические исследования.

На энергетические и качественные показатели почвообрабатывающих машин существенное влияние оказывает форма поперечного сечения их рабочих органов.

В процессе работы рабочий орган создает в почве напряженное состояние, которое зависит от закона распределения давления по его рабочей поверхности в поперечном направлении.

Рассмотрим распределение давления для ножей-рыхлителей с круглым (а), клиновидным (б) и плоским (прямоугольным) поперечными сечениями (рис.1).

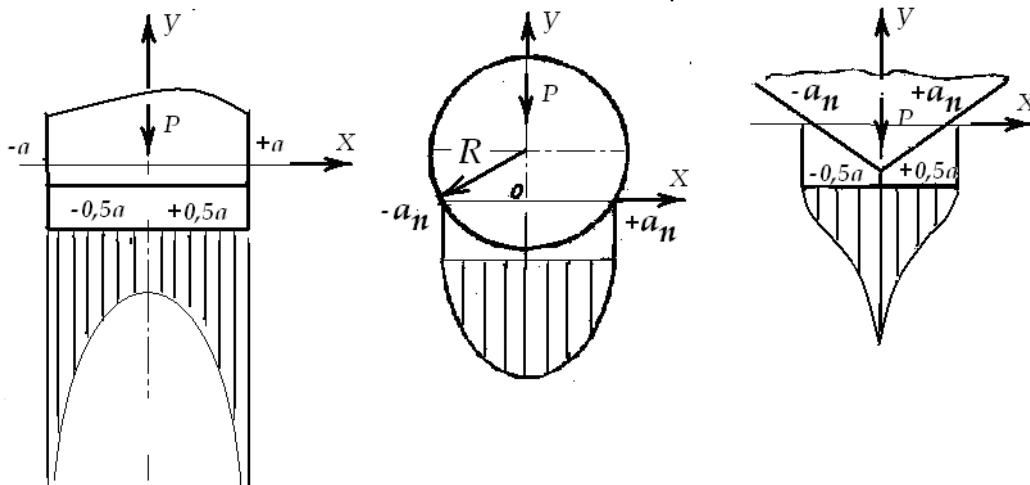


Рис. 1. Эпюры распределения давлений, возникающих на рабочей поверхности ножей-рыхлителей различной формы поперечного сечения

Имея в виду, что почва является линейно-деформируемой средой по участку контакта ножа-рыхлителя с ней, согласно работам И. Я Штаермана [5], распределение давлений можно определить следующим образом.

$$P(X) = \frac{P + Aa_n^2 - 2AX^2}{\pi h \sqrt{a_n^2 - X^2}}, \quad (1)$$

где  $P(x)$  – давление в произвольной точке участка контакта, Па;  $P$  – сила тяги, приложенная к ножу-рыхлителю, Н;  $a_n$  – полуширина участка контакта, м;  $A$  – постоянная, зависящая от геометрической формы сжимаемых тел и упругих постоянных  $I_1$  и  $I_2$ ;  $h$  – глубина хода ножа-рыхлителя.

Постоянная  $A$ , полуширина участка контакта  $a$  и упругие постоянные  $I_1$  и  $I_2$  определяются из следующих уравнений:

$$A = \frac{f_1''(O) + f_2''(O)}{2(I_1 + I_2)}; \quad (2)$$

$$a = \sqrt{\frac{2P(u_1 + u_2)}{f_1''(O) + f_1''(O)}};$$

$$I_1 = \frac{2(1 - \mu_1^2)}{\pi E_1}; \quad (3)$$

$$I_2 = \frac{2(1 - \mu_2^2)}{\pi E_2}, \quad (4)$$

где  $f_1''(O)$  и  $f_2''(O)$  – вторые производные от уравнений контуров поперечного сечения взаимодействующих тел в точке симметрии участка контакта, т.е. при  $X = 0$ ;  $\mu_1$  и  $\mu_2$  – коэффициенты Пуассона соответственно деформатора (ножа-рыхлителя) и деформируемой среды (почвы);  $E_1$  и  $E_2$  – модули упругости соответственно деформатора и деформируемой среды, Па.

Уравнение контура почвы в плоскости контакта при  $a_n = 0$  можно представить в виде полупространства с постоянной ординатой ( $f_2 = y_2 = const$ ). Контур поперечного сечения круглого ножа-рыхлителя описывается уравнением:

$$X^2 + Y^2 = R^2 \quad (5)$$

После двойного дифференцирования (5) и решения выражения (1) с учетом сделанных допущений, т.е. считая нож-рыхлитель абсолютно жестким, получим уравнение распределения давления на участке контакта ножа рыхлителя с круглым поперечным сечением:

$$P(X) = \frac{2P}{\pi a_n^2 h} \sqrt{a_n^2 - X^2} \quad (6)$$

Из анализа этого выражения очевидно, что у круглого ножа-рыхлителя максимальное давление развивается в точке его первоначального контакта, т.е. при  $X = 0$ , и равно:

$$P(X) = \frac{2P}{\pi a_n^2 h} \quad (7)$$

Для плоского ножа-рыхлителя распределение давления выражается уравнением:

$$P(X) = \frac{P}{\pi h \sqrt{a^2 - X^2}}$$

Анализируя это выражение, нетрудно заметить, что давление на краях плоского ножа-рыхлителя при  $x = \pm a$  максимально и стремится к бесконечности.

Для клиновидного ножа-рыхлителя:

$$f_2 = y_2 = A|X|$$

$$P(X) = \frac{2P}{\pi a_n^2 h} \cdot \ell_n \frac{a_n - \sqrt{a_n^2 - X^2}}{|X|} \quad (8)$$

Как видно из уравнений (5 – 8), у клиновидного ножа-рыхлителя максимальное давление развивается у острия клина.

Так как процесс трещинообразования в почве зависит от характера распределения на участке контакта с ножом-рыхлителем, то можно сказать, что первичные трещины возникают в точках максимальных давлений.

Анализ выражений (6), (7) и (8) показывает, что у ножа с круглым поперечным сечением распределение давлений более равномерное, чем от воздействия ножей-рыхлителей с плоским и клиновидным поперечным сечением, и имеет максимум в центре участка контакта. Такое распределение давлений должно вызвать образование нескольких трещин, способствующих качественному крошению почвы. Однако это может происходить только в начале движения, т.к. по мере продвижения ножа-рыхлителя с круглым поперечным сечением впереди него образуется уплотненное почвенное ядро в виде клина [1]. В дальнейшем деформация почвы производится этим ядром, вследствие чего ухудшается качество рыхления, и возрастает тяговое сопротивление ножа-рыхлителя, что можно объяснить заменой трения скольжения почвы о сталь трением почвы о почву, на что требуются большие затраты энергии.

Уплотненное ядро образуется и впереди плоского ножа-рыхлителя.

Причиной образования уплотненного ядра является отсутствие скольжения частиц почвы по рабочей поверхности круглого и плоского ножей-рыхлителей в сторону.

Образование уплотненного ядра может быть исключено у клиновидного ножа-рыхлителя. Для этого его угол заострения должен быть выбран из условия [4].

$$\alpha \leq \frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}, \quad (9)$$

где  $\rho$  – угол трения почвы о почву, град.

Принимая  $\rho_{\max} = 48^\circ$  из (9) получим, что  $\alpha \leq 21^\circ$  или  $2\alpha \leq 42^\circ$ .

Таким образом, качественное рыхление почвы при меньших энергозатратах обеспечивается при применении ножей-рыхлителей с клиновидной формой поперечного сечения. При этом угол их заострения должен быть не более  $42^\circ$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мацепуро, М. Е. Изменение сил, действующих на дренир в зависимости от его параметров / М. Е. Мацепуро, К. А. Пилкаускас. // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск: Госкомсельхозиздат БССР, 1960. – Том III. – С. 211-273.
2. Мурадов, М. Патент на полезную модель РУз № FAP00176 Двухъярусный плуг/. М. Мурадов, Н. М. Мурадов, Ш. М. Мурадов // Офиц. бюлл. – 2003. -№ 6.
3. Мурадов, М. Предварительный патент РУз № 5809 Двухъярусный плуг /. М. Мурадов, Н. М. Мурадов, Ш. М. Мурадов // Офиц. бюлл. – 1999. -№ 3.
4. Мурадов, М. Тупровка механик ишлов беришининг динамик аспектлари / М. Мурадов, Ш. Мурадов // Тезисы докладов Республиканской научной конференции по механике, посвященной 90-летию академика М. Т. Уразбаева. – Ташкент, 1996. – С. 58-59.
5. Штаерман, И. Я. Контактная задача теории упругости. / И. Я. Штаерман. – М., Гостехиздат, 1949. – 241 с.

Материал поступил в редакцию 26.01.16.

#### STUDYING CORRELATION BETWEEN THE RIPPER SHANKS OF DIFFERENT CROSS-SECTIONAL SHAPES AND SOIL

N. M. Murodov<sup>1</sup>, S. Zhumaev<sup>2</sup>, R. Sharopov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, <sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree, <sup>3</sup> Third-Year Student  
Bukhara Branch of Tashkent Institute of Irrigation and Melioration, Uzbekistan

**Abstract.** The article presents the results of the theoretical study on the correlation between the ripper shanks of different cross-sectional shapes and soil. It is found that a high soil ripping performance at lower energy consumption is provided by the use of feather-edged ripper shanks.

**Keywords:** soil, subsurface horizon, cross-sectional shapes, pressure profile.

УДК 631.315.4

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВАЛИКОВ В МЕЖДУРЯДЬЯХ ХЛОПЧАТНИКА

Н.М. Муродов<sup>1</sup>, Н. Абдуалиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, <sup>2</sup> магистрант

Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации, Узбекистан

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследования по изучению процесса образования продольных валиков в междурядьях хлопчатника. Разработана принципиальная схема установки для образования продольных валиков в междурядьях хлопчатника.*

***Ключевые слова:** палоделатель, междурядья хлопчатника, продольные валики, почвоподающие шнековые рабочие органы.*

Отличительная особенность нашего земледелия, как указывал Президент Республики Узбекистан И. Каримов, состоит в том, что оно базируется на поливных землях, которые обслуживаются мощной ирригационной системой. Свыше трех четвертей всех пахотных площадей - орошаемые земли. Поэтому перспективы развития сельского хозяйства непосредственно связаны с развитием поливного земледелия [2].

Главным направлением дальнейшего развития сельского хозяйства Республики Узбекистан является интенсификация сельскохозяйственного производства за счет повышения урожайности сельскохозяйственных культур при сокращении материальных и трудовых затрат на единицу получаемой продукции путем применения прогрессивных приемов обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур [1].

Хлопководство было и остаётся одним из главных направлений сельского хозяйства независимой Республики Узбекистан. В Узбекистане для обеспечения устойчивого производства хлопка-сырца в объеме 4,0 млн. тонн (1,3 тонн волокна) предусматривается засеять хлопчатником ежегодно 1,3-1,4 млн. га.

Дальнейшее наращивание производства хлопка-сырца в условиях рыночных отношений и соответствующего материально-технического обеспечения требует разработки экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и машин, повышающих продуктивность пашни и позволяющих снизить энерго- и ресурсозатраты.

Хлопкосоющие хозяйства Республики Узбекистан по почвенно-климатическим условиям дифференцируются на три зоны. В третью зону входят Бухарская, Навоинская, Самаркандская, Сырдарьинская, Хорезмская, Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области. Технологическая карта этих зон по возделыванию хлопчатника существенно отличается от других зон по своей особенности – трудоёмкости. Особенно нужно отметить, что в технологических картах этих зон предусмотрено образование продольных и поперечных валиков для полива хлопчатника в вегетационный период в среднем 200-400 п/м на гектар, который выполняется до сегодняшнего дня вручную, что значительно влияет на трудоёмкость и себестоимость хлопчатника. Выполнение этого технологического процесса с помощью технических средств на сегодняшний день является актуальным вопросом.

Во многих фермерских хозяйствах для выполнения данного технологического процесса работы с помощью механизмов используются различные приспособления, параметры работы которых до сегодняшнего дня не изучены. Например, в хлопкосоющих фермерских хозяйствах с шириной междурядьев 60 см в качестве палодельного приспособления используются пассивные рабочие органы с отвальными поверхностями. При использовании такого приспособления валики образуются в два прохода агрегата, что увеличивает расход топлива на выполнение технологического процесса работы, а движение рабочего органа с отвальным корпусом приводит к значительному повреждению посеянных культур хлопчатника.

В Бухарском филиале Ташкентского института ирригации и мелиорации ведётся научно-исследовательская работа по разработке палодельного с активными шнековыми рабочими органами для образования продольных валиков в междурядьях хлопчатника.

Для выполнения вышеуказанного технологического процесса работы с помощью механизмов нами разработана принципиальная схема установки для образования продольных валиков в междурядьях хлопчатника (рис.1). Новизна такого технического решения признана патентом Республики Узбекистан и легла в основу наших дальнейших исследований [3].

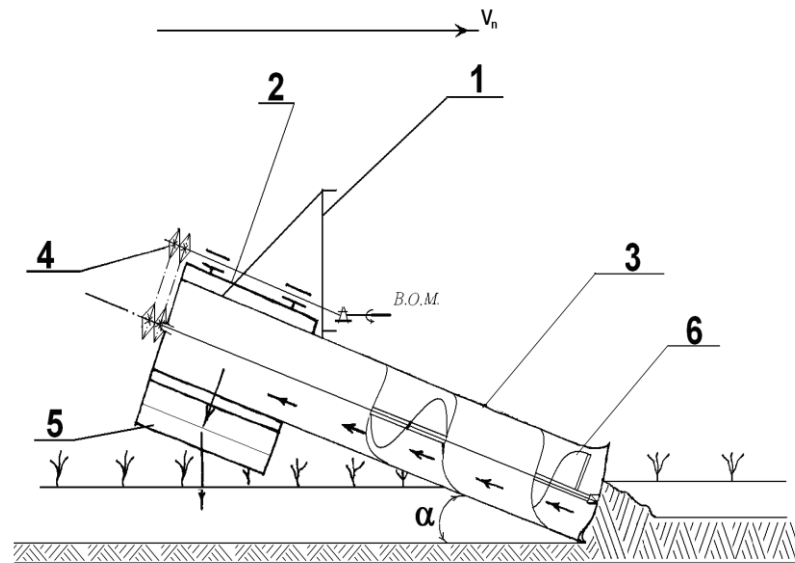


Рис. 1. Схема установки для образования продольных валков в междурядьях хлопчатника

Палоделатель для образования продольных валков в междурядьях хлопчатника состоит из механизма навески – 1, рамы – 2, почвоподающего шнекового рабочего органа, который расположен под углом  $\alpha$  к направлению движения агрегата – 3, цепных передач, передающих вращательное движение от вала отбора мощности к почвоподающему механизму – 4, а также бункера для центровки падающей почвы в центральный ряд – 5.

Палоделатель для образования продольных валков в междурядьях хлопчатника агрегируется на пропашном тракторе всех модификаций.

Технологический процесс образования продольных валков протекает следующим образом (рис. 2).

Как известно, до первого полива хлопчатник несколько раз подвергается междурядной обработке, в результате чего почва разрыхляется в достаточной степени. При движении агрегата почвоподающие шнековые рабочие органы без лишних затрат захватывают хорошо разрыхлённый слой почвы (А), который поднимается на достаточную высоту по шнековому рабочему органу и сбрасывается в среднюю грядку (Б), образуя валки. В настоящее время ведётся научно-исследовательская работа по обоснованию основных параметров почвоотделительной установки.

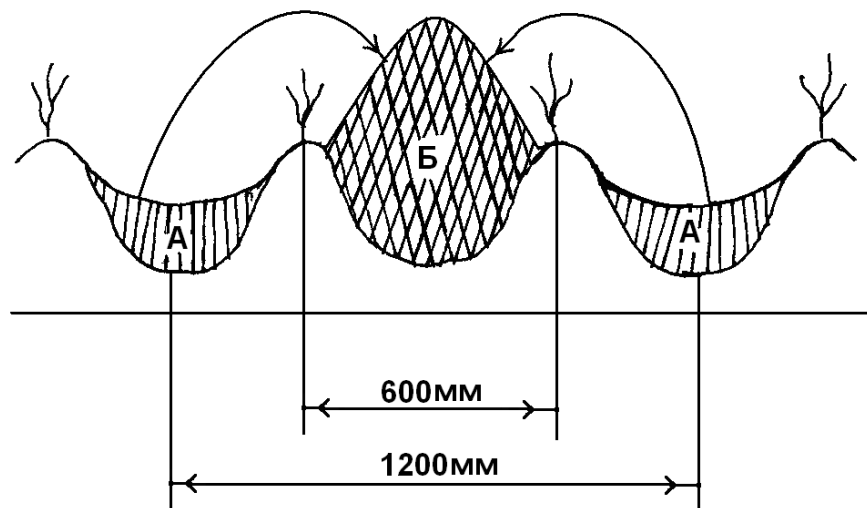


Рис. 2. Технологический процесс образования продольных валков

Основными параметрами почвоотделительной установки являются:

- угол установки почвоподающего рабочего органа и его лемеха к направлению движения;
- число оборотов шнекового рабочего органа;
- передаточное отношение цепных передач;



- шаг шнекового рабочего органа;
- диаметр почвоподающего рабочего органа;
- скорость движения агрегата.

Результаты проведённых теоретических и предварительных экспериментальных исследований, а также предварительных опытов показывают, что разработанная палоделательная установка имеет ряд следующих преимуществ:

- значительно (в 8-10 раз) снижаются затраты труда;
- при образовании валиков не образуются крупные комки;
- сокращается срок выполнения работ;
- образуется достаточно продольных валиков в междурядьях хлопчатника, что обеспечивает равномерный полив;
- значительно снижается расход воды для полива.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов, И. А. Развитие сельского хозяйства - благосостояние народа. Речь на X сессии Олий мажлиса первого созыва. / И. А. Каримов. – Ташкент, 1998. – 61 с.
2. Каримов, И. А. Узбекистан по пути углубления экономических реформ. / И. А. Каримов. – Тошкент: «Ўзбекистон», 1995. – 244 с.
3. Муродов, Н. Ёўза қатор ораларига бўйлама пал олиш қурилмаси Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги фойдали моделга патенти № FAP 00671, 2011й. / Н. Муродов, Х. Олимов, Х. Шодиев, И. Хайдаров.

*Материал поступил в редакцию 26.01.16.*

#### USING BUND FORMER IN THE COTTON PLANT ROWS

**N.M. Murodov<sup>1</sup>, N. Abdualiev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, <sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree  
Bukhara Branch of Tashkent Institute of Irrigation and Melioration, Uzbekistan

**Abstract.** *The article presents the study results of longitudinal ridges formation between the cotton rows. The basic setup for longitudinal ridges formation between the cotton rows is developed.*

**Keywords:** *bund former, cotton plant rows, longitudinal ridges, auger-type soil feeding tools.*

УДК 66.0: 66.098

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Ш.Ш. Нурсейтов<sup>1</sup>, С.Т. Оспанова<sup>2</sup>, А.Ж. Прназарова<sup>3</sup>, Б.Ж. Темир<sup>4</sup><sup>1</sup> кандидат технических наук, профессор, руководитель, <sup>2, 3, 4</sup> магистрант  
Казахский университет технологии и бизнеса (Астана), Казахстан

**Аннотация.** Расчетный анализ теплотворной способности отходов растительного происхождения показал, что рисовая солома и шелуха вполне удовлетворяют предъявляемые требования к топливу. Путем карбонизации их в инертной среде можно получить сорбенты для очистки сточных вод, а также анаэробным брожением перерабатывать на биогаз и органическое жидкое удобрение.

**Ключевые слова:** растительные отходы, биогаз, твердое топливо, органическое удобрение, органические сорбенты, рисовая солома и шелуха.

Интенсивное развитие агропромышленного комплекса связано с обеспечением электрической энергией, топливом, удобрением, кормами, а также переработкой отходов растениеводства и животноводства. В Казахстане развитие растениеводства и животноводства сталкивается с недостатком энергетических ресурсов, а также с большими затратами на транспортировку, подготовку и хранение удобрений и кормов. При этом, отходы в виде соломы, шелухи, помета птицеводства, навоза крупного рогатого скота и т. д. совершенно не перерабатываются на необходимые ценные продукты. Переработка отходов на топливные энергии, удобрения, корм и технические продукты для очистки питьевой и сточной воды, в свою очередь уменьшает себестоимость основных продуктов переработки. Например, при выращивании и переработке риса образуется около 2 тонн отходов на одну тонну очищенного риса.

В настоящее время отходы рисоводства, солома и шелуха, не находят применения и сжигаются или выбрасываются в отвал, загрязняя окружающую среду, создавая неблагоприятную экологическую обстановку. Имеются различные варианты переработки соломы и шелухи на ценные продукты, такие как топливные брикеты, биогаз, корма для животноводства, удобрения в виде компоста, а также получение кремниевого соединения, используемого в качестве сорбентов и композиционных материалов. Однако, из-за несовершенства предложенных методов и инновационных технологий ни одно из вышеуказанных вариантов переработки не нашло широкого практического применения.

Потребность сельхоз предприятий в энергоносителях огромна, и постоянно растущие цены ухудшают экономическое состояние производителя. Практика централизованной добычи, производства и распределения энергоносителей не отвечает современным потребностям развития рынка и нуждам предприятий производителей.

При этом ведущие мировые страны уже давно внедряют технологии, которые позволяют быть независимыми от диктата монополий. К примеру, можно отметить возможность получения твердого топлива, газа и электроэнергии из отходов сельскохозяйственного производства.

Производство биогаза в Китае, Индии и Европе уже давно поставлено в поток. Везде, где есть отходы, особенно в больших количествах, тут же производится и потребляется собственный энергоресурс, что освобождает от энергетической зависимости. На сегодняшний день в Китае действует около 15 миллионов биогазовых установок, в Индии – примерно 10 млн. установок находится в эксплуатации. В Европе 75 % биогаза получают из сельскохозяйственной биомассы, а остальные 25 % из органических отходов предприятий и канализационных очистных сооружений [1].

Казахстан ежегодно производит огромное количество сельскохозяйственной продукции, в которой особое место занимают пшеница, кукуруза и рис. После уборки остаются огромное количество отходов производства в виде соломы. По данным республиканских статистических органов за последние годы в Казахстане объем валового сбора зерновых и масличных культур постепенно растет и соответственно растет объем отходов в виде соломы (таблица 1).

Таблица 1

### Объем валового сбора

Годы	Пшеница млн. т.		Рис, млн. т.		Кукуруза, млн. т.		Масличных культур	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
2012	10,8	32,4	0,409	1,226	0,520	1,561	0,977	2,930
2013	15,4	46,2	0,399	1,199	0,569	1,708	1,49	4,494
2014	12,9	38,7	0,438	1,313	0,664	1,992	1,5	4,644

Приведенные данные показывают, что ежегодно образуются около 40 млн. тонн отходов в виде соломы. Если перерабатывать на биотопливо хотя бы 30 % из них, то можно получить около 12 млн. т. твердого топлива с высокой теплотворностью, и она позволяет вырабатывать огромное количество тепловой и электрической энергии (более 90 ГВт).

Нами был проведен ряд исследований в области переработки отходов на твердое топливо [3, 4]. В результате разработана технология производства твердого топлива, в которой в качестве исходного сырья использована солома, бумага, отходы древесины, листья и т. д. Полученные продукты отличаются от угля низким содержанием золы, характеризуются сравнительно высокой удельной теплотворностью и соответственно малым содержанием вредных компонентов CO и NO<sub>2</sub> в продуктах сгорания. Малое содержание золы и вредных веществ в топочных газах снижает количество вредных выбросов в окружающую среду, что является основным требованием к качеству топлива с экологической точки зрения [2].

Реакции сжигания топлива является сложным процессом и протекают через несколько стадий. Однако при техническом расчете учитывают только конечные предполагаемые реакции окисления. Сжигание топлива осуществляется не чистым кислородом, а воздухом. Известно, что сухой воздух состоит из 21 % O<sub>2</sub>, 78,1 % N<sub>2</sub> и 0,9 % инертных и других газов. Приблизительно можно считать, что каждый моль кислорода сопровождается 0,79 : 0,21 = 3,76 моль азота.

При обычных температурах горения N<sub>2</sub> является инертным, но в значительной степени влияет на процесс сгорания. Определенное количество теплоты израсходуется на нагрев избытка газа и влияет на изменение энтальпии и на конечную температуру газовой смеси.

Стехиометрическое количество воздуха для сжигания органического топлива (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>) определяется следующим уравнением:

$$FR_{ст} = \frac{34,32 \cdot (4x + y - 2z)}{(12x + y + 16z)}, \quad (1)$$

где x, y, z – содержание C, H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в топливе.

Полное сжигание топлива достигается при избытке воздуха. Подача избыточного количество воздуха зависит от вида топлива и технологии устройства для сжигания.

Известно, что для сжигания угля необходимо 30-60 % избытка воздуха, а для древесины 25-50 %. Отходы растительного происхождения (ОРП) по составу мало отличается от древесины, т.е. они являются целлюлозосодержащим отходом. В таблице 2 приведены элементный и вещественный химический состав ОРП от массы сухого вещества.

Энергетическая ценность ОРП определяется по теплотворной способности. Известно три вида теплотворной способности: ВТС – высшая теплотворная способность; известно три вида теплотворной способности: ВТС – высшая теплотворная способность; НТС – низшая теплотворная способность; ПТС – полезная теплотворная способность. ВТС учитывает общую энергию, генерируемую от сжигания, а также тепло от конденсации водяных паров.

ВТС–целлюлоза содержащих веществ определяется экспериментальным путем с помощью колориметра и путем расчета по уравнения в зависимости от химического состава. Расчет можно производить по трем вариантам, где применяются различные коэффициенты с учетом тех или иных компонентов исходного сырья. Ниже приведены три модели анализа расчетного метода:

$$\text{Модель } x: \text{ ВТС} = 0,352C + 1,162H_2 + 0,111O_2 + 0,063N_2 + 0.105S \quad (2)$$

$$\text{Модель } y: \text{ ВТС} = 0,349C + 1,178H_2 + 0,103O_2 + 0,015N_2 + 0.101S - 0.021A \quad (3)$$

$$\text{Модель } z: \text{ ВТС} = 0,341C + 1,323H_2 + 0,120O_2 + 0,120N_2 + 0.680S - 0.015A \quad (4)$$

где ВТС – высшая теплотворная способность МДж/кг

C, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, S, A – % массовой доли углерода, водорода, кислорода, азота, сырья и золы в сухой массе.

Результате расчета приведены в таблице 2. Высшая теплотворная способность приведенных отходов зависит от химического состава исходных веществ и мало отличается по вариантам расчета. Например, ВТС пшеничной соломы составляют 19-18,9 МДж/кг, рисовой соломы – 16-15,5, древесины – 22,0-24,9 МДж/кг.

Таблица 2

Состав и высшая теплотворная способность ОРП по расчету

Вещество	Состав по массе, %						ВТС, МДж/кг		
	C	H	O	N	S	A	X	Y	Z
Пшеничная солома	48,5	5,5	39,9	0,3	0,1	5,7	19	19	18,9
Рисовая солома	39,2	5,1	35,8	0,6	0,1	19,2	15,8	16	15,5
Рисовая шелуха	38,5	5,7	39,8	0,5	0,1	15,5	15,8	16	15,6
Твердая древесина	50,8	6,4	41,5	0,4	0	0,9	20,7	21	20,7
Мягкая древесина	52,9	6,3	39,7	0,1	0	1	21,5	22	21,6
Лигнит	64	4,2	19,2	0,9	1,3	10,4	25,4	25	24,9

Анализ расчетных данных показывает, что на ВТС влияет содержание углерода и золы. С увеличением содержания углерода в составе топлива теплотворная способность повышается, а с повышением золы она уменьшается. Например, в лигните содержание углерода составляет 64 % и ВТС по расчету равен 25 МДж/кг. А в составе рисовой соломы и шелухи уровень углерода сравнительно низкий 39,2-38,8 % и соответственно получено 15,5-15,6 МДж/кг. Кроме того, зольность соломы и шелухи намного выше, чем в древесине, поэтому их топливное качество снижается.

Известно, что все отходы растительного происхождения в основном состоят из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина [6]. Знание расчетной ВТС вышеуказанных веществ дает основания для суждения о ценности тех или иных веществ как топлива. Исходя из этого соображения, нами проведен расчетный анализ высшей теплотворной способности указанных химических компонентов отходов растительного происхождения. Расчеты сделаны по трем вариантам в зависимости от химического состава этих веществ (таблица 3).

Химический состав целлюлозы и гемицеллюлозы мало отличается друг от друга и соответственно их ВТС имеют почти одинаковые значения 17,8-18,0 МДж/кг. В составе лигнина углерод содержится сравнительно выше 58,7-61,3 % и соответственно содержание кислорода понижено (32,2-34,4).

Таблица 3

Химический состав и ВТС компонентов ОРП.

Наименование. Хим. формула	Состав по массе, %			ВТС, Мдж/кг		
				Матем. расчеты		
	С	Н	О	X	Y	Z
Целлюлоза (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )	44,4	6,2	49,4	17,3	18	17,4
Гемицеллюлоза (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>y</sub>	45,5	6,1	48,5	17,6	18	17,7
Лигнин (C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> O) <sub>0,3</sub> -)Z	58,7-61,3	6,5-6,9	32,2-34,4	24,9-25,6	25,1-25,8	25-25,7

Выше отмечено, что с увеличением количества углерода в составе топлива повышается и его теплотворная способность. Эта закономерность сохраняется при расчетном определении ВТС лигнина. Лигнин обладает более высокой ВТС по сравнению с целлюлозой. ВТС пшеничной соломы ближе к целлюлозе, а рисовая солома и шелуха обладают ВТС ниже ее. Снижение их ВТС связано с повышенным содержанием золы.

На примере рисовой соломы, шелухи и пшеничной соломы производили расчет влияния влаги на ВТС топлива. Из расчета видно, что с увеличением влаги ВТС топливо падает. Топливо, имеющее ВТС ниже 10 МДж/кг, не представляет топливную ценность. Исходя из этого обстоятельства, возникает необходимость предварительной сушки соломы и шелухи, применяемых в качестве топлива, в котором содержание влаги должно быть не более 10 %.

Одним из направлений использования растительных отходов является получение органических сорбентов путем переработки целлюлозосодержащих материалов при различных технологических режимах. Сорбенты, полученные из рисовой шелухи путем карбонизации при 400-700 °С с предварительной активизацией фосфорной кислотой и щелочью, обладают высокой сорбционной способностью и их можно применять для очистки воды от нефти и нефтепродуктов. Аналогичными свойствами обладают сорбенты, полученные из камыша, переработанные при низкой температуре в пределах 105 °С.

Недостатком первого способа получения сорбентов является относительно небольшой выход готового продукта в пределах 30-35 % от первоначального объема и применение дефицитных материалов, таких, как фосфорная кислота и щелочь, а также нагревание перерабатываемого материала до высокой температуры, то есть большой расход энергии. Поэтому нами изучено влияние температуры и времени на выход летучих продуктов от рисовой соломы и шелухи в пределах температуры 200-400 °С в инертной среде. Результаты эксперимента показали, что выход летучих продуктов от исходного материала зависит как от температуры, так и от времени нагрева. Карбонизации рисовой соломы и шелухи можно достичь при 400 °С продолжительностью нагрева 45 минут.

Карбонизация камыша протекает очень медленно и требует длительного нагревания более 60 минут в инертной среде. Однако содержание летучих продуктов в абсолютно сухом камыше до 200 °С составляет 0,1 %. Из этого следует, что в составе камыша отсутствуют легколетучие компоненты, а в составе рисовой соломы они составляют 2,86 %.

Карбонизацию рисовой шелухи и соломы, а также камыша можно производить при сравнительно низкой температуре с относительно высоким выходом конечного продукта.

К другим перспективным направлениям технологии переработки отходов на биогаз и жидкое органическое удобрение посвящены многие работы, где указано, что количество и качество получаемого биогаза и органических удобрений зависит от вида исходного сырья и технологического режима переработки [5]. При анаэробном брожении выход биогаза увеличивается и достигает наибольшее значение при температуре 40-70 °С и продолжительности брожения 15-20 дней [3].

Агрохимическая эффективность органического удобрения заключается в том, что внесением его под сельхоз культур получают экологически чистые продукты. Это связано с обогащением удобрения микроэлементами, минеральные вещества переходит в легкоусвояемую форму растениями. Внесение жидких удобрений в

почву способствует сохранению влажности, улучшает физические свойства почвы.

**Выводы:**

На основании расчетного анализа, изучения влияния химического состава, зольности и влажности показано, что растительные отходы, состоящие из целлюлозы и лигнина, обладают высокой теплотворной способностью и могут быть применены в качестве твердого топлива.

Карбонизацией растительных отходов при низкой температуре можно получить органические сорбенты, которые используются для очистки воды от нефтепродуктов, а также от тяжелых металлов.

В целом, переработка растительных отходов на твердое и газообразное топливо и органические удобрения является очень выгодным способом. Ее применение в энергетических и технических целях, а также в сельском хозяйстве имеет значительный экономический эффект и оздоравливает экологическую обстановку.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Логинов, Е. Где применить биогазовые технологии / Е. Логинов // Журнал «Международная биоэнергетика», 2013.
2. Нурсеитов, Ш. Ш. Исследование по переработке отходов на твердое топливо. МНЖ / Ш. Ш. Нурсеитов и др. // Наука и Мир, 2013, №3. – С. 70.
3. Нурсеитов, Ш. Ш. Комплексная переработка отходов растительного происхождения, МНЖ / Ш. Ш. Нурсеитов и др. // Наука и Мир, 2014, №7. – С. 120.
4. Нурсеитов, Ш. Ш. Способ получения твердого топлива из отходов растительного происхождения, патент KZ №30033 / Ш. Ш. Нурсеитов. – 15.06.2015, бюл. №6.
5. Шульц, Б. Э. Х. Биогазовые установки / Б. Э. Х. Шульц // Zorg Biogas, 2011.
6. Гарановский, И. Т. Краткий справочник по химии / И. Т. Гарановский и др. // «Наукова Думка», 1974. – С. 609.
7. Кудайбергенов, К. К. Применение карбонизированных сорбентов для очистки вод от нефтяных загрязнений / К. К. Кудайбергенов, Е. К. Органбаев // «Нефтегазопереработка-2010». – Уфа, 2010. – С. 200.
8. Патент RU 2307706 C1, 10.10.2007, бюл. №28.

*Материал поступил в редакцию 28.01.16.*

**USING PLANT BYPASS FOR ENERGETIC AND TECHNICAL PURPOSES**

**Sh.Sh. Nurseitov<sup>1</sup>, S.T. Ospanova<sup>2</sup>, A.Zh. Prnazarova<sup>3</sup>, B.Zh. Temir<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Professor, Head, <sup>2, 3, 4</sup> Candidate for a Master's Degree  
Kazakh University of Technology and Business (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The design analysis of calorific efficiency of plant bypass has proved that rice straw and husk meet the requirements to fuel. By means of their carbonization inert media, sorbing agents for waste water treatment can be received. They can also be processed into landfill gas and organic fertilizer solution by means of closed fermentation.*

**Keywords:** *plant bypass, landfill gas, solid fuel, organic fertilizer, organic sorbing agents, rice straw and husk.*

УДК 004.031.43

## АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СООБЩЕНИЙ ГРАЖДАН

С.П. Орлов<sup>1</sup>, Д.С. Савельев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, заведующий кафедрой вычислительной техники,

<sup>2</sup> аспирант кафедры вычислительной техники

Самарский государственный технический университет, Россия

***Аннотация.** В статье рассматривается подход к проектированию информационной системы, предназначенной для получения из различных источников, хранения и обработки сообщений граждан, представляемых в электронной форме, а также письменных обращений в органы власти. Предложена архитектура информационной системы, опирающаяся на парадигму реактивного программирования. Проектируемая система обладает свойствами отказоустойчивости и масштабируемости.*

***Ключевые слова:** информационная система, клиент-серверная архитектура, муниципальное управление.*

**Введение.** Одна из основных целей регионального и муниципального управления заключается в обеспечении высокого уровня жизни населения, развитии инфраструктуры городов и населенных пунктов, эффективного использования инструментов создания комфортной среды обитания [3].

В настоящее время существует ряд проблем, характерных для состояния муниципального управления [1]:

- неосведомленность населения о возможностях работы с муниципальной властью;
- трудоемкость и большие временные затраты при взаимодействии граждан с органами исполнительной власти;
- невозможность контроля сроков и качества выполнения работ в различных сферах городского хозяйства;
- неразвитость механизмов общественной экспертизы социально значимых решений органов исполнительной власти;
- отсутствие централизованного, стандартизированного хранилища данных об обращениях жителей в органы муниципальной власти.

**Постановка задачи.** Система обработки электронных сообщений граждан (СОЭСГ) – это информационная многопользовательская система, обеспечивающая интерфейс взаимодействия граждан с органами муниципальной власти, а также участников процесса муниципального управления друг с другом. От надежности такого интерфейса зависит эффективность работы участников муниципального управления и вынесение рациональных управленческих решений на основе аналитики, предоставляемой СОЭСГ. Стабильная работа СОЭСГ является одним из факторов, способствующих повышению доверия граждан к органам муниципальной власти, поэтому необходимо уделить большое внимание проблеме надежности системы, ее круглосуточной доступности и адекватного времени реакции на действия пользователя.

Как и любая другая информационная система, СОЭСГ в процессе эксплуатации будет претерпевать различные изменения: будет увеличиваться функционал, расти количество типов обращений, состав их полей, также будет расти количество пользователей по мере распространения информации о СОЭСГ среди населения. Все это выливается в проблему поддержания скорости работы СОЭСГ на приемлемом уровне при растущей нагрузке.

Проектируемая СОЭСГ будет насчитывать большое количество пользователей (граждане муниципального образования и административные ресурсы управляющих органов), а также большое количество трудоемких фоновых процессов (формирование аналитики, контроль сроков выполнения заявок, планирование и осуществление нотификаций и т.д.), запускаемых по расписанию. Для комфортного взаимодействия клиентов с СОЭСГ необходимо исключить влияние запускаемого фоновых процессов на время отклика графического интерфейса.

На момент внедрения СОЭСГ в муниципалитете могут иметься различные информационные системы, порталы, хранилища, реестры данных. Внедряемые СОЭСГ должны иметь возможность интеграции с ними. Данная интеграция позволит сэкономить время и ресурсы в процессе автоматизации деятельности муниципалитета.

Таким образом, формируется следующий набор задач, которые нужно решить на этапе проектирования [2]:

- отказоустойчивость СОЭСГ;
- масштабируемость СОЭСГ;
- гарантированное время реакции системы на действия пользователя.

**Разработка архитектуры системы.** Исходя из требований к функционалу разрабатываемой системы, предложено, что система должна иметь архитектуру «Клиент-сервер». Клиенты должны быть «тонкими», то есть решать в основном задачи отображения, передачи и приема данных. Основная бизнес-логика должна находиться на сервере приложений. Такой централизованный подход позволит изменять логику лишь на сервере, минимально затрагивая реализацию клиентов.

В качестве интерфейса взаимодействия сервера СОЭСГ с клиентами выбрана парадигма REST (Representational State Transfer) [4], основанная на передаче данных в формате JSON. Данная парадигма выбрана вследствие простоты реализации – вызов удаленной процедуры представляет собой обычный HTTP-запрос. Формат JSON отличают удобочитаемость и меньшее, по сравнению с XML, количество служебной информации в сообщении.

В программной реализации СОЭСГ будет использовано большое количество взаимосвязанных между собой классов, поэтому для хранения состояния программы решено использовать реляционную базу данных. Данный выбор позволит использовать в реализации ORM-фреймворк.

Поступающие с заявками и сообщениями граждан медиа-материалы будут храниться на файловом сервере, при этом пути к этим файлам будут храниться в базе данных.

Обобщая вышесказанное, представим на рисунке 1 архитектуру СОЭСГ.

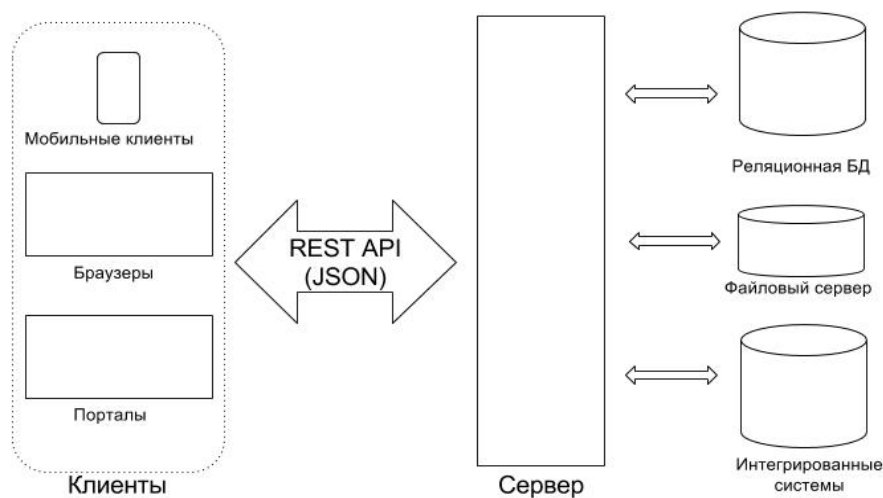


Рис. 1. Архитектура СОЭСГ

Сервер является сервером приложения – на нем размещено приложение, в задачи которого входит исполнение бизнес-логики, конфигурирование приложения, взаимодействие с базой данных, клиентами и интеграционными системами.

Если говорить о составе самого веб-приложения, то, исходя из поставленной задачи и разработанной архитектуры, можно выделить следующие модули:

- модуль хранения и загрузки данных из БД;
- workflow-модуль;
- REST-API контроллеры;
- модуль запланированных задач;
- модуль уведомлений.

Модуль хранения и загрузки данных из БД отвечает за долговременное хранение данных СОЭСГ. Его реализация скрыта от других модулей – для взаимодействия с БД они используют лишь интерфейсы, предоставляемые этим модулем. Такая реализация позволит хранить логику взаимодействия с хранилищем в одном месте. Таким образом, логика или само хранилище могут быть изменены, но на остальных модулях это никак не скажется.

Workflow-модуль отвечает за процесс обработки заявки. Данный модуль хранит в себе бизнес-процесс функционирования муниципальной власти. Для различных языков программирования существуют фреймворки, позволяющие настраивать бизнес-процессы, таким образом, модуль позволит выстраивать бизнес-процесс в соответствии с нуждами муниципального образования.

REST-API контроллеры являются точкой входа для клиентов, представляя внешнее API для взаимодействия. Также контроллеры будут отвечать за интеграцию с уже существующим программным обеспечением.

Модуль запланированных задач – это модуль, содержащий задачи, выполняющиеся по расписанию. Например, подготовка отчетов, поиск заявок с нарушениями сроков исполнения и так далее.

Модуль уведомлений отвечает за оповещение участников муниципального управления о тех или иных

событиях, происходящих с заявкой.

Опционально могут быть добавлены модуль самодиагностики, для обеспечения надежной работы системы, и модуль отчетов, представляющий аналитическую информацию в графическом или табличном виде. На рисунке 2 приведена структура веб-приложения.

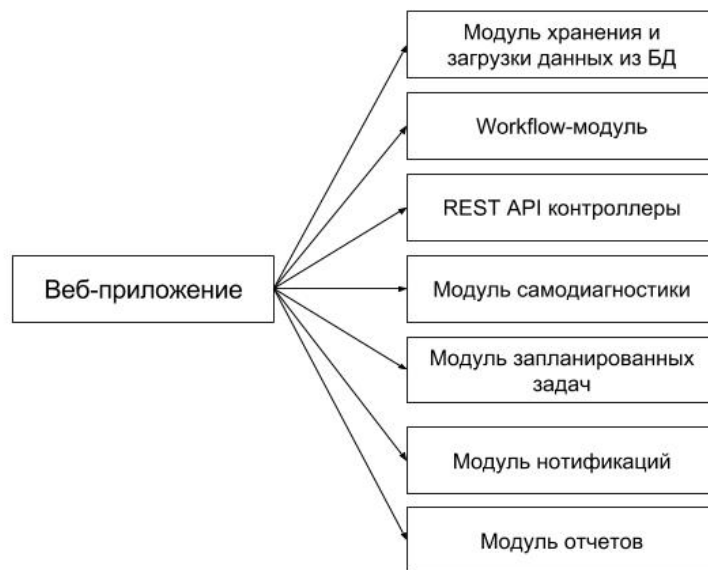


Рис. 2. Структура веб-приложения

Задачу масштабирования системы можно решить, увеличив количество серверов и введя в архитектуру балансировщик нагрузки, распределяющий запросы от клиентов между экземплярами серверов (серверными нодами), как показано на рисунке 3.

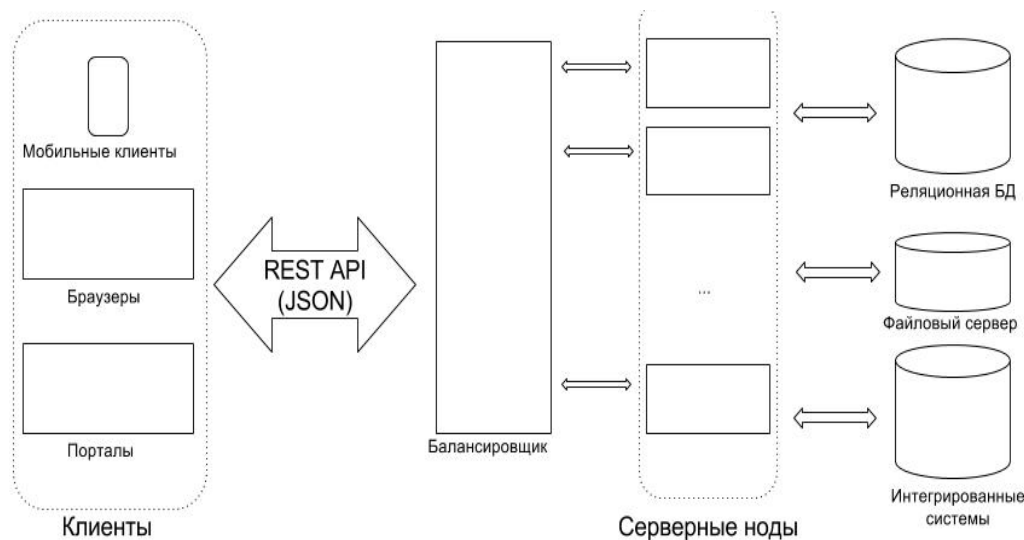


Рис. 3. Архитектура СОЭСГ с балансировщиком нагрузки и регулируемым количеством серверных нод

**Заключение.** Представленная в статье информационная система СОЭСГ позволяет обеспечить взаимодействие органов государственного и муниципального управления с населением, ускорить обработку обращений и заявлений граждан, повысить качество ответов и управленческих решений. Опытный образец системы будет внедрен в одном из муниципальных районов городского округа Самары, и в дальнейшем предполагается интеграция ее в информационную систему Правительства Самарской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова, Н.Ю. Информационная система анализа электронных услуг в муниципальных образованиях / Н.Ю. Иванова, С.П. Орлов // В сб.: труды XVII Международной научно-практической конференции «Государственное и муниципальное управление: теория, методология, практика». – Новосибирск, ЦРНС, 2015. – С. 135-139.



2. Савельев, Д.С. Информационные технологии обработки электронных сообщений граждан в муниципальном управлении/ Д.С. Савельев, С.П. Орлов // В сб.: «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014)»: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд. Самарского научного центра РАН, 2014. - С.137-140.
3. Система муниципального управления: учеб. для вузов / под ред. В. Б. Зотова. – СПб.: Изд. дом “Питер”, 2008. – 512 с.
4. Erl, T. / T. Erl, B. Carlyle, C. Pautasso, R. Balasubramanian // SOA with REST. – Prentice Hall, 2013. – ISBN 978-0-13-701251-0.

*Материал поступил в редакцию 21.01.16.*

## **THE STRUCTURE OF INFORMATION SYSTEM PROCESSING THE ELECTRONIC MESSAGES OF CITIZENS**

**S.P. Orlov<sup>1</sup>, D.S. Savelev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, Head of Department of Computer Engineering,

<sup>2</sup> Postgraduate Student of Department of Computer Engineering  
Samara State Technical University, Russia

**Abstract.** *In this article the approach to designing of information system for receiving from various sources, storage and processing of messages of citizens in electronic form, and also written requests to authorities is considered. The structure of information system based on reactive programming is offered. The designed system has fail-safe feature and scalability.*

**Keywords:** *information system, client-server structure, municipal administration.*

УДК 637.523.254-027.242:664.38.093.4.022.3

## ВЛИЯНИЕ ГИДРАТИРОВАННЫХ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛБАСНОГО ФАРША

К.В. Пронькина, аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

***Аннотация.** В работе рассматривается эффективность использования фракций электроактивированной воды для гидратации сухих белковых препаратов и дальнейшего их использования при составлении эмульсированного колбасного фарша. Показаны изменения функционально-технологических свойств модельного колбасного фарша при использовании гидратированных белковых добавок различной природы происхождения.*

***Ключевые слова:** фарш, колбаса, католит, анолит, электроактивированная вода, белковый препарат.*

В условиях дефицита мясного сырья и стремления производителей к снижению себестоимости продукции наличие альтернативных источников белка и произведенной из них продукции является крайне актуальным для отечественного мясного рынка. Поэтому при производстве мясных продуктов сегодня очень широко используют растительные и животные белки, которые позволяют произвести равноценную замену недостающего дорогостоящего мясного сырья [2].

Добавки вводят в пищевые продукты еще и для того, чтобы повлиять на их свойства и достигнуть определенного качества. Большое разнообразие используемых в производстве мясопродуктов белковых наполнителей требует рационализации подхода при выборе типа наполнителя и технологических схем по его применению [2, 3].

К достоинствам унифицированных содержащих белок наполнителей можно отнести возможность широкого спектра применения их в рецептурах мясопродуктов вареной группы, а также полукопченых и варено-копченых колбас низших сортов в качестве стабилизирующей текстуру белковой добавки [2,3].

Особую роль в производстве мясопродуктов занимают животные белки. Их концентрация в готовом продукте определяет белковую и энергетическую ценность выпускаемых колбас, полуфабрикатов и мясных деликатесов. Одним из основных источников животных белков является коллагенсодержащее сырье, например, сырая свиная шкура, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, субпродукты 2 категории. Поэтому важнейшей задачей в технологическом процессе является полное использование данных видов вторичного сырья с максимальной реализацией его свойств. Соевые белковые препараты сбалансированы по аминокислотному составу относительно эталонного белка, но имеют в недостающем количестве серосодержащие аминокислоты [4].

Условия гидратации белковых препаратов связаны со степенью растворимости и предопределяют характер образующейся в системе пространственной белковой матрицы, от которой зависит выраженность функционально-технологических свойств: водосвязывающей, эмульгирующей, гелеобразующей способности, вязкости [2-4].

Качество, состав и свойства воды для гидратации может существенно повлиять на свойства белковых препаратов. Особенно это касается pH и ионного состава гидратационной среды.

Существует практика очистки воды с помощью униполярной обработки – электроактивации. Принцип этого процесса основан на переносе ионов и электронов через полупроницаемую мембрану, помещенную в раствор электролита. При воздействии электрического поля в жидкости создается разность потенциалов. В результате такого воздействия ионы металлов превращаются в нерастворимые гидроокиси и выпадают в осадок. Продуктами реакции являются две фракции: кислая с pH 2-3 – анолит и щелочная с pH 10-11,5 – католит [1].

Для проведения исследований были выбраны белковые добавки растительного, животного происхождения, а также комплексная добавка, состоящая из вышеуказанных белков. В частности, белок из свиной шкуры Progel C-95, Supro 500E представляет собой белковый препарат растительного происхождения – соевый белок, а также комплексный белковый препарат, в составе которого присутствуют белки растительного и животного происхождения - Meat life CC-60. В качестве контрольных образцов использовали обычную питьевую водопроводную воду для гидратации вышеупомянутых добавок. Гидратацию проводили согласно рекомендациям производителей.

Исследование изменения свойств мясного фарша при внесении белковых добавок, гидратированных электроактивированной водой, начали с определения изменения pH фарша. Этот показатель является определяющим при производстве любых мясных продуктов, так как белки мышечной ткани при достижении изоэлектрической точки наименее эффективны. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

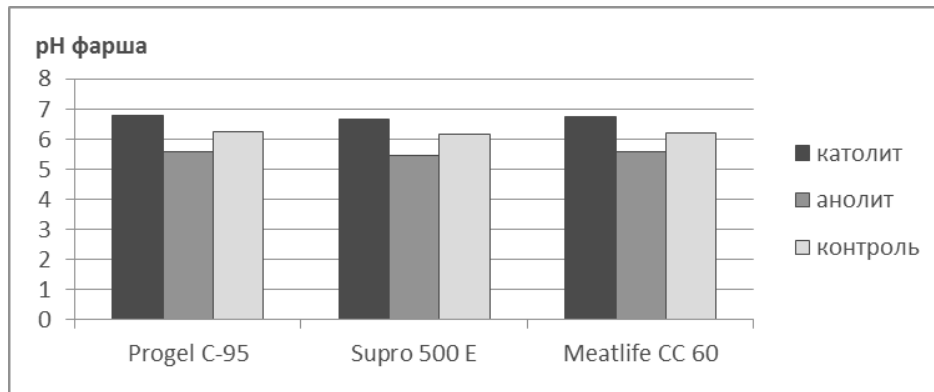


Рис. 1. Изменения pH фарша при использовании белковых добавок, гидратированных электроактивированной водой

Согласно полученным результатам исследования можно отметить, что показатель активной кислотности фарша, в который внесли белковые добавки, гидратированные фракциями электроактивированной воды, повысился во всех образцах с католитом. Аналогично, при добавлении в фарш добавки, гидратированной анолитом, pH снижался. Таким образом повышение pH фарша с гидратированной добавкой Progel C-95 произошло на 0,56 единиц, с добавкой Supro E 500 на 0,5 ед., с комплексной добавкой Meatlife CC 60 на 0,53 ед. При использовании добавки Progel C-95, гидратированной анолитом, pH фарша снизился на 0,64 ед., в фарше с добавкой Meatlife CC 60 pH снизился на 0,63 ед., Supro E 500 на 0,7 ед.

Учитывая результат изменения pH фаршей можно предположить, что сдвиг активной кислотности в щелочную сторону под действием католита повлечет за собой образования большего количества гидрофильных групп в белковой молекуле, соответственно, увеличит влагосвязывающую способность мяса. Результаты исследования влияния гидратированных добавок на влагосвязывающую способность фарша приведены на рисунке 2.

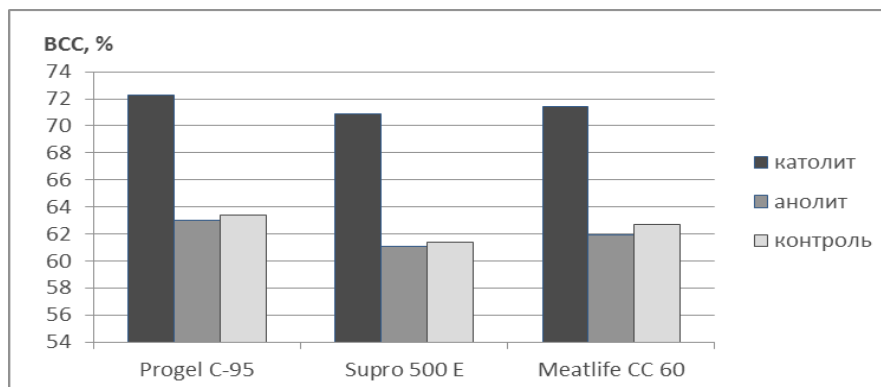


Рис. 2. Изменение влагосвязывающей способности фарша при использовании гидратированных добавок электроактивированной водой

Учитывая характер изменений показателя активной кислотности образцов фарша, было отмечено положительную тенденцию при внесении белковых добавок, гидратированных католитом. В сравнении с контрольным образцом, ВСС фарша с добавкой Progel C-95 произошло повышение почти на 10 %, с добавкой Supro E 500 на 8 %, с комплексной добавкой Meatlife CC 60 на 8,3%. Добавление вышеупомянутых добавок, гидратированных анолитом несущественно снизило ВСС по сравнению с контрольными образцами.

При производстве мясных изделий выход готового продукта является одним из важнейших показателей рентабельности производства и экономической эффективности производства в целом. Учитывая повышение влагосвязывающей способности фаршей при использовании белковых добавок, гидратированных фракциями электроактивированной воды, было проведено исследование изменения выхода готового продукта. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

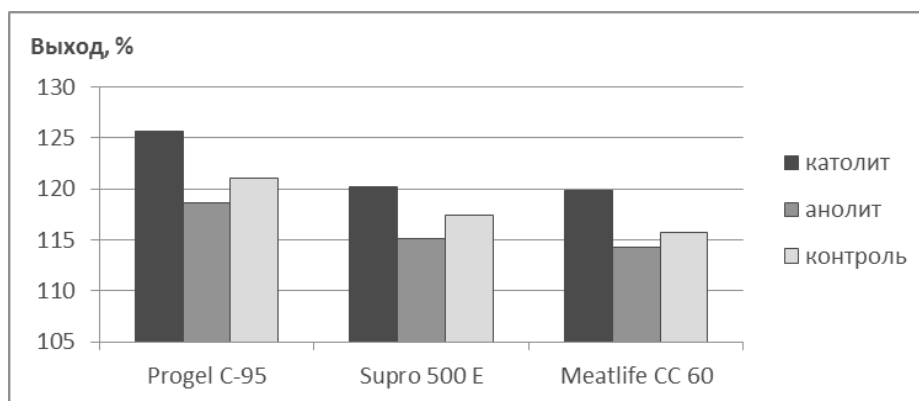


Рис. 3. Изменения выхода готовых изделий

Анализируя полученный результат изменения выхода готовых изделий, можно отметить, что добавление белковой добавки Progel C-95, гидратированной католитом, позволяет повысить выход готовых изделий на 4 % по сравнению с контролем и составляет 125,7 %. Относительно соевого препарата Supro E 500, то добавление гидратированного препарата в фарш повышает выход фарша на 3 % по сравнению с контролем и составляет 120,2 %. Использование гидратированной католитом комплексной белковой добавки Meatlife CC 60 позволяет повысить выход на 4 % по сравнению с контролем и составляет 119,8 %.

Подытожив результаты исследования, можно сделать вывод, что использование щелочной фракции электроактивированной воды для гидратации белковых добавок позволяет повысить их эффективность и, соответственно, улучшить выход готовых изделий. Наиболее эффективно использовать коллагенсодержащую добавку Progel C-95 гидратированную католитом. Применение этой добавки позволит повысить влагосвязывающую способность на 10 %, а выход на 4 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахир, В.М. Электрохимическая активация водных растворов и ее технологическое применение в пищевой промышленности / В.М. Бахир и др. // Пищевая промышленность. – 1988.
2. Лукин, А.А. Технологические особенности и перспективы использования растительных и животных белков в производстве колбасных изделий / А.А. Лукин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – №. 1. – С. 52-59.
3. Пасичный, В. Н. Технология производства гидратированных белоксодержащих наполнителей фаршевых систем (Часть 2) / В.Н. Пасичный – 2004.
4. Ребезов, М.Б. Использование животных белков в производстве мясопродуктов / М.Б. Ребезов и др. // Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. – 2014. – №. 76. – С. 51-53.

Материал поступил в редакцию 29.01.16.

### INFLUENCE OF THE HYDRATED PROTEIN PREPARATIONS ON FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SAUSAGE MASH

**K.V. Pronkina**, Postgraduate Student  
Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine

**Abstract.** In this research work the efficiency of usage of electro-activated water fractions for hydration of protein powder preparations and their further usage by formulation of the emulsified sausage mash is considered. Changes of functional-technological properties of model sausage mash when using of various hydrated protein additives of are shown.

**Keywords:** mash, sausage. catholyte, anolyte, electro-activated water, protein preparation.

УДК 621.386.1

## ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛУЧЕВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

О.В. Старожилова, кандидат технических наук, доцент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (Самара), Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются задачи идентификации неоднородностей на изображениях, построена математическая модель на основе нейронного подхода, приведены результаты для оценки параметров качества лучевых изображений.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, модель, идентификация неоднородностей, лучевые изображения, шкала единиц Хаунсфилда.

Эффективность восприятия информации на цифровых изображениях зависит от многих факторов и связана со способами получения изображений, свойствами зрительного восприятия и обработкой изображений.

Разработка и обоснование математических, алгоритмических, программно-аппаратных средств автоматического обнаружения и идентификации артефактов на сканируемых изображениях имеет существенное значение для создания новых перспективных кластерных программных модулей. К основным параметрам, характеризующим качество лучевых изображений, относятся: пространственное разрешение, яркостное разрешение, динамический диапазон яркости аналоговых и цифровых изображений, а также коэффициенты поглощения исследуемой среды, которые определяются с помощью шкалы Хаунсфилда.

Определение разрешающей способности состоит в измерении максимального числа пар линий на единицу длины (пар линий на мм), различимых глазом. Однако это определение используется в основном для аналоговых изображений. Для цифрового изображения вводится понятие пространственного разрешения.

Цифровое изображение формируется из четного числа пикселей. Реально возможное разрешение лимитируется разрешающей способностью ПЗС-матрицы и разрешающей способностью системы отображения. На рис. 1 приведен сравнительный пример по пространственному разрешению цифровой сцинтиграммы и оцифрованной пленочной рентгенограммы. Поскольку сцинтиграмма (рис. 1а) и рентгенограмма (рис. 1б) формируются разными методами визуализации, то наблюдаем следующие различия. Сцинтиграфическое изображение изначально имеет 7 пар линий на мм, а оцифрованная рентгенограмма 23 пары линий на мм. Сравнительные данные рентгенограммы и сцинтиграммы используем для формирования мультимодального изображения слияния сцинтиграммы и рентгенограммы.

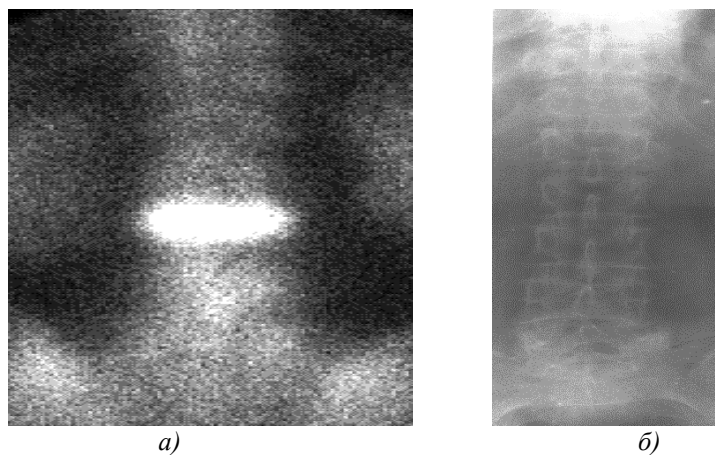


Рис. 1. Цифровые изображения: а) – цифровая сцинтиграмма, б) – цифровая рентгенограмма

Компьютерная обработка цифрового изображения предоставляет возможность изменять пространственное разрешение, что повышает диагностическую информативность. Для увеличения разрешения применяются процедуры полиномиальной интерполяции, в совокупности со спектральным методом увеличения фрагментов.

В цифровом лучевом оборудовании при выборе числа градаций яркости необходимо в значительной степени учитывать особенности аппаратуры, наиболее часто встречаются цифровые 8-битовые изображения с числом градаций яркости черно-белого равным 256, но в некоторых случаях возможно использовать 16-битные изображения для более точного представления полутонов.

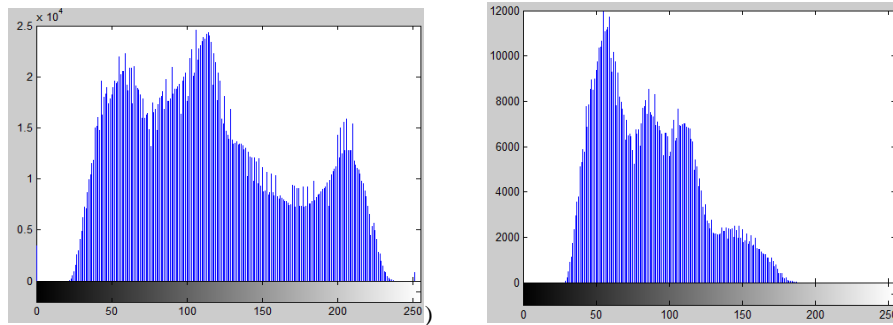


Рис. 2. Распределение яркости на фрагментах 8-битовой рентгенограммы

В цифровом представлении можно оценить яркость в виде гистограмм распределений яркости по поверхности исследуемого снимка. На рис. 2 приведен цифровой 8-битовый рентгенснимок. Соответствующие гистограммы распределения яркости показывают, что весь снимок лежит в диапазоне шкалы черно-белого от 20..240 градаций. Данные гистограммного анализа используются при разработке программных модулей. Аналоговые рентгеновские изображения не предоставляют возможность проводить количественную оценку яркости. Гистограммный анализ позволил сегментировать цифровую рентгенограмму и получить количественные данные по яркостному разрешению, которые согласуются с соответствующими значениями градаций элементов изображения.

Отметим следующее преимущество цифровой обработки рентгенограмм: весь диапазон яркостей может быть использован для отображения лишь одного фрагмента изображения, что приводит к повышению контраста в потенциально информативной области.

Динамический диапазон как параметр оценки качества цифровых изображений позволяет отражать интенсивность затенения по шкале плотности, которая передается системой визуализации без искажения. Аналоговые системы имеют очень жесткие ограничения на экспозицию через маленький динамический диапазон пленки. Широкий динамический диапазон цифровых рентгенограмм обеспечивает изучение малоcontrastных и высокоcontrastных объектов на одном снимке. Увеличить динамический диапазон цифрового снимка можно с помощью эквализации или гамма-преобразования.

Для визуальной и количественной оценки плотности исследуемых структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения – шкала Хаунсфилда. Шкала единиц Хаунсфилда определяется с помощью шкалы линейного ослабления излучения по отношению к дистиллированной воде, рентгеновская плотность которой принята за 0 ед. Хаунсфилда. Предложены кривые соответствия шкалы Хаунсфилда и шкалы градаций черно-белого на лучевых изображениях. Число разрядов квантования увеличено до 32, что дает возможность расширить динамический диапазон шкалы черно-белого, что нельзя сделать с аналоговыми изображениями. Это еще одно явное преимущество цифровой обработки изображений. На экране дисплея высоким значениям плотности соответствует светлые участки (например, кости), низким – темные. Градационная способность экрана составляет 15-16 полутоновых ступеней, различаемых человеческим глазом. На каждую ступень, таким образом, приходится около 130 ед. Хаунсфилда. Однако, на цифровой рентгенограмме, после соответствующей компьютерной обработки, можно различить до 5 ед. Хаунсфилда. Разработана методика автоматизированной локализации и последующего распознавания лучевого изображения с применением нейронной сети, прошедшей двухэтапную схему обучения.

Решение задачи распознавания лучевых изображений выбрано на основе нейронных сетей прямого пространства. Для обучения нейронной сети прямого распространения был построен улучшенный метод обучения на основе метода Левенберга-Марквардта с регуляризацией и использованием байесовских гиперпараметров.

Полученные результаты для оценки параметров качества и идентификации изображения использованы для создания кластеров изображений, в основе которых лежит аппарат нейронных сетей, позволяющий в реальном масштабе времени осуществлять распознавание неоднородностей на лучевых изображениях, применяемых при обучении нейронной сети, разработана система, использующая метод Бардина-Герсоффа-Хаманна, основанный на первопринципном расчете электронной структуры поверхности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлесткин, А.Ю. Модели слияния рентгеновских и сцинтиграфических изображений в распознавании артефактов / А.Ю. Хлесткин, О.В. Старожилова //Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – № 2. – С. 40–42.

Материал поступил в редакцию 21.01.16.

#### THE PARAMETERS OF QUALITY ASSESSMENT OF RADIAL IMAGES

**O.V. Starozhilova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Volga State University of Telecommunications and Informatics (Samara), Russia

**Abstract.** In this article the problems of inhomogeneity identification on images are considered, the mathematical model on the basis of neural approach is constructed, results for quality assessment of radial images are given.

**Keywords:** neural net, model, inhomogeneity identification, radial images, Hounsfield scale.

УДК 004.9

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ОТБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ШУМОВЫХ КОМПОНЕНТ ЭЭГ

А.А. Тузовский<sup>1</sup>, А.С. Михайлов<sup>2</sup>, А.Е. Муравьева<sup>3</sup>  
<sup>1, 2, 3</sup> студент

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Россия

***Аннотация.** В статье рассматривается универсальный алгоритм отбора признаков для различных алгоритмов распознавания в области биологии и медицины. Приведены преимущества рассматриваемого алгоритма в сравнении с наиболее популярными аналогами. Рассматривается модификация алгоритма для задачи нахождения шумовых независимых компонент в показателях ЭЭГ, перечислены главные этапы его реализации в рамках статистического пакета 'Statium'.*

***Ключевые слова:** шумовые компоненты ЭЭГ, информативные признаки, статистический анализ, задача распознавания.*

### **Введение**

Одним из важнейших этапов большинства научных исследований, объем и размерность которых постоянно возрастают, является анализ данных. Методами анализа данных можно проводить сравнения между выборками, предсказывать результаты, находить взаимосвязи между различными явлениями, проводить классификацию объектов и проверять качество этой классификации, строить регрессионные модели. В различных наблюдениях, экспериментах, выборочных исследованиях в медицине и биологии с помощью анализа данных решается большое количество задач [2; 8; 9]. Например, прогнозирование заболеваний на основе проведенных анализов, оценка эффективности нового лекарства, выделение факторов, влияющих на динамику выздоровления пациента [3; 7].

Все эти задачи можно решить с помощью современных компьютерных технологий, используя готовые программные решения в различных статистических пакетах [1; 12]. Но, как правило, в подобных программах есть только фиксированный набор реализованных методов, которые понятны лишь специалистам. Исследователь, который недостаточно знаком с особенностями и математической базой используемых им решений, может оказаться в ситуации, что был получен какой-то конечный результат, по нему составлен и опубликован отчет, но, в действительности, выбранная методология проведения анализа не применима для его экспериментальных данных. В российских научных изданиях существуют статьи, которые утверждают, что более 50% опубликованных материалов содержат некорректное применение статистических методов [4; 10]. Поэтому необходимы методы, которые могли бы автоматизировать как можно больше задач анализа данных.

Важным при использовании методов анализа данных является подбор оптимальных входных параметров, от которых зависит эффективность работы алгоритма. Представим задачу: существуют десятки признаков, на основе которых необходимо предсказать одну целевую переменную, но если включить все признаки в модель, то, скорее всего, качество полученных результатов будет невысоким, так как некоторые признаки могут оказаться неинформативными или сильно коррелировать между собой. Чаще всего пользователи сами перебирают возможные варианты решений, полагаясь на свой опыт и интуицию. Универсальный метод выбора информативных признаков, описанный далее, призван помочь пользователю создать наиболее оптимальную модель, не углубляясь в изучение основ используемого алгоритма.

В статье приведен пример применения этого алгоритма выбора информативных признаков в актуальной задаче: отбор шумовых независимых компонент в электроэнцефалограмме. Современная ЭЭГ-аппаратура улавливает не только необходимые для исследования сигналы, но и самые незначительные, такие как глазодвигательная активность, нестабильность работы электронной сети, некоторая мышечная активность. Подобные шумовые компоненты могут сильно исказить результаты реальной ЭЭГ-записи. Сегодня для решения данной проблемы используется человек-эксперт, который вручную просматривает все данные, удаляя шумовые, на свой взгляд, компоненты. Автоматизируя процедуру классификации независимых компонент, можно значительно ускорить этот процесс и уменьшить трудозатраты.

### **Алгоритм отбора информативных признаков**

Как уже было сказано выше, во многих прикладных задачах могут возникнуть проблемы обработки данных высокой размерности из-за признаков, которые содержат излишнюю информацию. Следует заметить, что для каждой задачи набор информативных признаков уникален. Одни и те же признаки в контексте разных задач несут разную степень информативности. Значимость конкретных признаков может зависеть от распознаваемых образов и типов решающих функций. Еще одна сложность при отборе информативных множеств состоит в том, что на практике в таблицах данных часто встречаются именно зависимые признаки, связи которых часто носят

сложный характер и проявляются на множествах из более чем двух признаков.

Алгоритм отбора информативных признаков состоит из трёх шагов. На первом необходимо сформировать множество признаков. Для количества признаков меньше 25 используется метод полного перебора, иначе – алгоритм *Grad*. На втором шаге множество объектов разделяется на 10 частей. Каждая часть поочередно входит в контрольную выборку.

На третьем шаге сравниваются прогнозируемые и реальные значения с помощью фиксированного набора критериев. Данные наборы критериев оценивают информативность выбранного множества.

Рассмотрим подробнее структуру алгоритма. За счет того, что сбор анализов в некоторых экспериментах – процедура дорогостоящая, существует часть реальных медицинских задач, которая решается на небольшом наборе параметров. В случае, когда речь идёт о выборке, содержащей не более 25 признаков, есть возможность обычного полного перебора различных подмножеств. Так как рассматриваются абсолютно все подмножества, то не упускается ни один информативный вариант, что является хорошим показателем качества алгоритма. Для случая большого количества признаков можно воспользоваться одним из лучших методов перебора – алгоритмом *Grad* [5]. Алгоритм основан на гипотезе, что несколько неинформативных признаков из-за взаимной зависимости могут образовать информативное множество. Для примера, в результатах эксперимента Н. Г. Загоруйко на генетических данных с исходным числом признаков  $N = 319$  выбирались информативные подпространства. При этом выяснилось, что полный перебор выявил 6 пар, в состав которых вошли признаки с низкой индивидуальной информативностью [Там же].

На этапе разделения множества объектов на 10 частей используется принцип *10%-fold cross-validation*. В обучающую выборку попадают 9 из 10 частей. Именно по обучающей части строится основное правило. С помощью построенного правила предсказывается целевая переменная в контрольной выборке. При высокой сложности модели, малом количестве объектов и большом количестве признаков вероятность ошибки обученного алгоритма на тестовой выборке может оказаться существенно выше, чем на обучающей. Такая излишняя подгонка к набору примеров приводит к некачественному функционированию построенной модели при работе с новыми объектами. Разбиение множества по принципу *cross-validation* в данном алгоритме позволяет исключить из рассмотрения признаки, которые приводят к переобучению модели.

На этапе сравнения прогнозируемых и реальных значений в рамках данной задачи можно использовать следующий набор критериев: критерий Фишера – для оценки значимости модели в целом, информационный критерий Акаике – для оценки качества приближения к реальным данным и штрафа за излишнее число параметров, скорректированный коэффициент детерминации позволяет учесть соотношение количества наблюдений и количества оцениваемых параметров.

Преимущества данного алгоритма состоят в том, что на этапе формирования множества признаков при использовании полного перебора не пропускается ни один информативный вариант, а при применении алгоритма *Grad* учитываются связи между признаками, что позволяет не упускать информативные сочетания. Метод оценки *cross-validation* избавляет от переобучения модели, а набор критериев позволяет оценить построенную модель несколькими различными способами.

### Задача выделения шумовых компонент

Головной мозг состоит из огромного количества нейронов, каждый из которых является генератором собственного электрического импульса.

Зарегистрировать эту электрическую (ее называют биоэлектрической) активность мозга можно с помощью специальных электродов, наложенных на неповрежденную кожу головы. Они измеряют и регистрируют разность потенциалов между точками головного мозга, располагающимися в глубине или на его поверхности, и записывают электроэнцефалограмму.

Сигналы ЭЭГ с разных датчиков не являются независимыми. Для того чтобы определить, какой отдел головного мозга был активен, используется метод независимых компонент [14], который состоит в линейном комбинировании сигналов в компоненты так, чтобы полученные компоненты были независимы.

Далее эти компоненты преобразовываются в удобные для анализа характеристики. Одной из таких характеристик является *scalp map* (см. Рисунок 1).

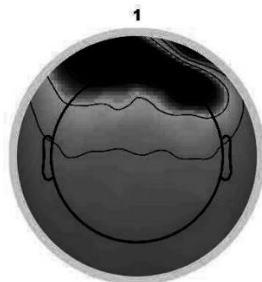


Рисунок 1



Так как эксперт в 98 % случаев может вынести вердикт, является ли та или иная компонента шумом, анализируя только *scalp map*, то можно предположить, что информации, которая содержится в данном изображении, достаточно для определения шума. Данное допущение позволяет значительно уменьшить объем информации, которую необходимо обработать для корректной классификации без потери точности, но возникает проблема обработки изображений. Чтобы применить какой-либо классификатор, необходимо представить данное изображение в виде некоторого набора признаков. Для преобразования изображения *scalp map* был разработан следующий алгоритм. Изображение разбивается на определенное количество областей, каждая область соответствует одному признаку, значением признака является усредненная яркость изображения в данной области. На практике такой подход состоит в том, что эксперт, анализируя изображение, соотносит активную часть мозговой деятельности некоторой области. Таким образом, изображение преобразовывается в набор признаков наложением определенной маски, которая задает области (см. Рисунок 2).

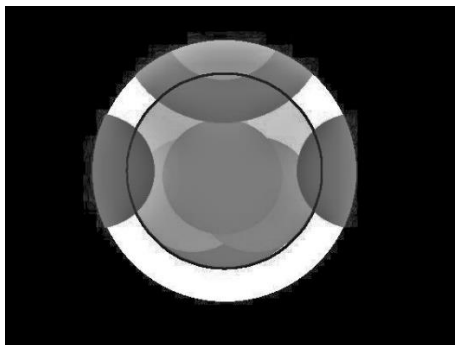


Рисунок 2

Утверждается, что каждая область на *scalp map* должна соответствовать минимальному количеству процессов, происходящих в головном мозге. То есть необходимо, чтобы область, по которой можно судить о глазодвигательной активности, минимально пересекалась с областью, которой соответствует лобная доля головного мозга, несмотря на то, что полностью избежать подобных пересечений невозможно ввиду особенностей локализации процессов в ЭЭГ. Очевидно, что количество областей, которые можно сгенерировать, ничем не ограничено и подбирается исследователем, но возникает задача отбора областей, которые будут считаться информативными для распознавания того или иного вида шума. Для этого используется вышеупомянутый алгоритм отбора информативных признаков. Выбор сделан в пользу данного алгоритма, так как он дает гарантии оценки качества распознавания не только на обучающей выборке, но и на возможных новых объектах, что крайне важно в контексте текущей задачи, а также не ограничивает в выборе решающего правила. Мы можем использовать несколько методов построения решающего правила и выбрать для конечного решения наилучший. В итоге, решение состоит в модели и подмножестве областей, которые были выделены алгоритмом отбора признаков.

Для реального эксперимента были использованы как открытые данные [15], так и данные, предоставленные Институтом физиологии и фундаментальной медицины [13]. Изначальной целью опыта было определение шумовых компонент, показывающих глазодвигательную активность. В качестве классификатора было выбрано несколько методов: логистическая регрессия, *FRiS-stolp*, *Random Forest*, *SVM* с линейным ядром, *SVM* с *rbf* ядром. Количество анализируемых независимых компонент – 1080. Было сформировано 36 областей различной формы. В результате работы алгоритма выбора информативных признаков было выделено 11 информативных областей. Данные области показаны на приведенной выше визуализации маски (см. Рисунок 2). Наилучшая модель была построена алгоритмом *Random Forest*. Качество модели равно 1 по алгоритму *Cross-Validation-Grad (CV-Grad)*, что означает безошибочное распознавание. Для проверки переобученности вся выборка была вручную разбита на обучающую и контрольную в соотношении 50% на 50%. Качество распознавания было также равно 1. Высокое качество модели во многом обусловлено как удачной реализацией метода *CV-Grad*, так и целью эксперимента, ограничивающей необходимость обнаружения исключительно глазодвигательной активности. Подобное ограничение было введено из-за сложности формирования обучающей выборки. Модели, исключаящие остальные виды шумов, будут построены в рамках следующих экспериментов.

Все вычисления производились средствами статистического пакета *Statium*.

Все вышеупомянутые методы реализованы в рамках проекта разработки статистического пакета *Statium*. Данный проект реализуется в лаборатории НГУ-Интел. Основной целью *Statium* является не только предоставление функционала привычных статистических пакетов, но и автоматизация процессов анализа данных, снижение сложности применения математических алгоритмов для пользователя, что дает возможность качественно и корректно решать задачи анализа данных. На текущий момент статистический пакет находится в стадии закрытого тестирования.

**Заключение**

Применение рассмотренного в статье алгоритма позволяет автоматизировать процесс исключения неинформативных признаков, а также усилить качество работы алгоритмов распознавания. Работа данного метода продемонстрирована в задаче нахождения шумовых компонентов на ЭЭГ-записи.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Боровиков, В. П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров / В. П. Боровиков. – Москва: Компьютер-Пресс, 2001.
2. Возный, Э. К. Некоторые прогностические факторы в комплексном лечении местнораспространенного рака молочной железы. / Э. К. Возный, В. П. Харченко, С. Н. Гуров и др. // Вопросы онкологии. Санкт-Петербург: 2000. т. 46. № 6. С.732-735.
3. Гланц, С. Медико-биологическая статистика. / С. Гланц. – М.: Практика, 1999. С. 459.
4. Гржибовский, А. М. Использование статистики в российской биомедицинской литературе / А. М. Гржибовский // Экология человека. Осло: 2008. № 12. С. 55-64.
5. Загоруйко, Н. Г. Алгоритм GRAD для выбора информативного подпространства признаков. / Н. Г. Загоруйко, О. А. Кутненко [Электронный ресурс]. URL: <http://math.nsc.ru/~wwwzag/7.GRAD.pdf> (дата обращения: 12.01.2016).
6. Загоруйко, Н. Г. Когнитивный анализ данных / Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т математики им. С. Л. Соболева. / Н. Г. Загоруйко. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. С. 203.
7. Иванов, О. А. Метод обработки базы данных онкологических больных (выживаемости) / О. А. Иванов, А. Е. Сухарев, В. В. Старинский и др. // Методические рекомендации. № 97/85. М., 1997. 23 с.
8. Канаев, С. В. Сравнительный анализ данных трепанбиопсии и радионуклидной визуализации костного мозга / С. В. Канаев, С. Н. Новиков, Е. Е. Леенман и др. // Вопросы онкологии. Санкт-Петербург: 2001. Т. 47. №5. С. 566-570.
9. Клеппер, Л. Я. Математическое моделирование вероятности излечения лимфомы Ходжкина при лучевой терапии / Л. Я. Клеппер, Г. А. Паныпин, В. М. Сотников и др. // Материалы VIII Российского онкологического конгресса. М., 2004. С. 184-185.
10. Леонов, В. П. Обучение медиков статистике: попытка системного подхода к проблеме / В. П. Леонов // Международный журнал медицинской практики. 2006. № 2. С. 17-22.
11. Пальчунов, Д. Е. Применение методологии онтологического моделирования для задач диагностирования заболеваний позвоночника / Д. Е. Пальчунов, Г. Э. Яхьяева, О. В. Ясинская // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. Т. 13, вып. 3, 2015.
12. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. / О. Ю. Реброва. М.: МедиаСфера, 2002. С. 312.
13. Савостьянов, А. Н. Картирование и локализация источников ЭЭГ/МЭГ активности при моделировании когнитивных ситуаций / А. Н. Савостьянов [Электронный ресурс]. URL: [http://cogbglab.tsu.ru/wp-content/uploads/2012/07/Alexander\\_Savostyanov.pdf](http://cogbglab.tsu.ru/wp-content/uploads/2012/07/Alexander_Savostyanov.pdf) (дата обращения: 12.01.2016).
14. Смирнов, Н. В. Кластеризация компонент ЭЭГ. / Н. В. Смирнов [Электронный ресурс]. URL: [http://conf.ict.nsc.ru/files/conferences/ictm-2013/presentation/168013/168014/2013-06-07\\_SmirnovN.pdf](http://conf.ict.nsc.ru/files/conferences/ictm-2013/presentation/168013/168014/2013-06-07_SmirnovN.pdf) (дата обращения: 12.01.2016).
15. <http://sccn.ucsd.edu/eeglab/data/headit.html> (дата обращения: 12.01.2016).
16. Jung, T. P. Removal of Eye Activity Artifacts from Visual Event-Related Potentials in Normal and Clinical Subjects / T. P. Jung // Clinical Neurophysiology. 2000. Т. 111. № 10. P. 1745-1758.

Материал поступил в редакцию 28.01.16.

## APPLICATION OF THE INFORMATIVE FEATURE SELECTION ALGORITHM FOR EEG NOISE ELEMENTS ALLOCATION

A.A. Tuzovskiy<sup>1</sup>, A.S. Mikhaylov<sup>2</sup>, A.E. Muravyeva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Student

Novosibirsk National Research University, Russia

**Abstract.** The article considers a universal feature selection algorithm for different algorithms of identification for use in biology and medicine. The advantages of the considered algorithm over the most popular analogue are specified. The algorithm modification to solve the problem of allocating independent noise components in EEG recording is considered. The main stages of its implementation within the 'Statium' statistics package are distinguished.

**Keywords:** EEG noise elements, informative features, statistical analysis, identification problem.

УДК 577.151.52

## ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА В СОСТАВЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ПРОДУКЦИЮ КОЛЛАГЕНОЛИТИЧЕСКОГО ФЕРМЕНТА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ВЫСШЕГО ГРИБА *COPRINUS SP.*

Е.Д. Федорюк<sup>1</sup>, М.М. Шамцян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> инженер-лаборант кафедры технологии микробиологического синтеза, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент кафедры технологии микробиологического синтеза  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Россия

**Аннотация.** Осуществлен подбор источников азота и углерода и соотношений источников углерода и азота в составе питательных сред с целью увеличения коллагенолитической активности глубинной культуры базидиомицета *Coprinus sp.* Глубинное культивирование проводили на питательных средах с различными источниками азота и углерода и соотношениями источников углерода и азота в течение 7 суток. Помимо коллагеназной активности культуры продуцента определяли количество накапливаемого им белка и биомассы, а также рН культуральной жидкости гриба.

**Ключевые слова:** глубинное культивирование, *Coprinus sp.*, протеолитические ферменты, коллагенолитическая активность, коллагеназа.

На сегодняшний день доля протеолитических ферментов составляет около половины мирового объема производства ферментных препаратов. Их эффективность намного превосходит синтетические катализаторы: они ускоряют строго определённые биохимические реакции без образования побочных продуктов и отличаются высокой специфичностью действия по отношению к своим субстратам. Этим объясняется их широкое применение в фармацевтической, пищевой и других отраслях промышленности.

Как известно, одной из главных проблем современности является создание безотходных технологий. В области пищевой промышленности она может быть решена за счет максимального привлечения вторичных белковых ресурсов и отходов мясоперерабатывающей промышленности. Обеспечение устойчивого роста в этом направлении достигается за счет разработки технологий получения новых высокоэффективных ферментных препаратов.

Практика применения ферментных препаратов показывает, что далеко не все ферменты, обладающие высокой протеолитической активностью, дают необходимый эффект при обработке отходов мясоперерабатывающей промышленности. Это связано с присутствием в сырье белков, практически не поддающихся действию пищеварительных ферментов. Основным из этих белков является коллаген. Одним из наиболее эффективных способов решения данной проблемы является применение коллагеназ – уникальных ферментов, способных расщеплять в коллагене специфические пептидные связи, которые практически не поддаются гидролизу другими ферментами.

Следует отметить, что область применения коллагенолитических ферментов не ограничена мясоперерабатывающим производством. Благодаря своей способности расщеплять коллаген они нашли применение и в медицинской промышленности, а также в косметологии. Они входят в состав многих лекарственных препаратов, предназначенных для заживления ран, профилактики и лечения послеоперационных, травматических и послеожоговых рубцов, шрамов и спаек.

Используемые на сегодняшний день коллагенолитические ферменты имеют ряд существенных недостатков. Наиболее известный продуцент коллагеназы – бактерия *Clostridium histolyticum* является возбудителем газовой гангрены, смертельно опасного заболевания, вследствие чего предъявляются повышенные требования безопасности на всех стадиях производства и реализации препарата данной коллагеназы [1, с. 295–296]. Другой известный фермент, обладающий коллагенолитической активностью – это крабовая коллагеназа, выделяемая из гепатопанкреаса камчатского краба [2, с. 126–127]. Она безопасна для человека, но её производство носит сезонный характер, а получаемые ферментные препараты заметно отличаются по степени чистоты и уровню активности.

Таким образом, актуальной проблемой является поиск продуцентов коллагеназ, у которых отсутствовали бы перечисленные выше недостатки.

На сегодняшний день перспективным объектом биотехнологии являются высшие грибы – базидиомицеты. Известно, что базидиальные грибы являются продуцентами целого ряда биологически активных веществ: аминокислот, ферментов, полисахаридов и др. Метод глубинного культивирования грибов, применяемый в современном биотехнологическом производстве, позволяет выращивать культуру продуцента в контролируемых условиях, что приводит к относительной стандартизации получаемых ферментных препаратов и возможности производства ферментов в промышленных масштабах.

На кафедре технологии микробиологического синтеза Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) проводился скрининг ряда культур базидиомицетов на наличие коллагенолитической активности, который показал, что наиболее высокой коллагеназной активностью обладала глубинная культура высшего гриба *Coprinus* sp. [3, с. 413].

Целью данной работы являлся подбор источников азота и углерода и соотношений источников углерода и азота в составе питательных сред для увеличения коллагенолитической активности глубинной культуры базидиомицета *Coprinus* sp.

Объект исследования – штамм базидиального гриба *Coprinus* sp. ТИ–12 из коллекции кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ(ТУ).

Глубинное культивирование высшего гриба *Coprinus* sp. проводили на средах с различными источниками углерода и азота и соотношениями источников углерода и азота в составе питательных сред (таблица 1).

Исследование влияния различных источников азота и углерода на коллагеназную активность продуцента проводили в два этапа:

1) культивирование макромицета на средах с различными источниками азота и соотношениями источников углерода и азота в составе питательных сред, при этом источником углерода является глюкоза;

2) выращивание культуры базидиомицета на средах с различными источниками углерода и соотношениями источников углерода и азота в составе питательных сред, при этом источником азота служит определенный на первом этапе источник азота, обеспечивающий наибольшую коллагеназную активность глубинной культуры гриба.

Источниками азота в составе питательных сред для культивирования базидиомицета являлись пептон, цитрат аммония, мочевины и нитрат аммония.

В качестве источников углерода использовали мелассу, молочную сыворотку, муку и сусло.

Минеральный состав питательных сред, г/л: NaCl – 0,5, KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,6, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,4, MgSO<sub>4</sub> – 0,5, CaCl<sub>2</sub> – 0,05, FeSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O – 0,005, ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O – 0,001. В качестве фактора роста во все среды вносили дрожжевой экстракт из расчета 2 г на 1 л среды.

Таблица 1

Соотношения источников углерода и азота в составе питательных сред

Компонент питательной среды	Соотношение источников углерода и азота					
	1,5:1	3:1	5:1	7:1	10:1	15:1
Источник углерода, г/л	10	10	10	10	10	10
Источник азота, г/л	6,67	3,33	2	1,43	1	0,67

Культуру гриба выращивали в течение 7 суток. На 3, 4, 5, 6 и 7-е сутки отбирали пробы культуральной жидкости, определяли pH и количество накопленной биомассы. Полученный нативный раствор использовали для дальнейшего исследования содержания белка методом Лоури [4, с. 265–275] и определения общей коллагенолитической активности нингидриновым методом [5, с. 10–15]. Коллагенолитическую активность выражали в коллагенолитических единицах активности (КЕА) в мл. КЕА соответствует такому количеству мкг фермента, при действии которого на коллаген за 1 час выделяются продукты гидролиза, эквивалентные 1 мкг L-лейцина в стандартных условиях опыта. Удельную коллагеназную активность рассчитывали как отношение общей коллагенолитической активности к концентрации белка в культуральной жидкости продуцента.

В соответствии с данными, полученными на первом этапе работы, в процессе культивирования продуцента на среде с мочевиной происходит сильное защелачивание среды, в то время как использование нитрата аммония в качестве источника азота ведет к сильному закислению среды. pH глубинной культуры, полученной на среде состава глюкоза: цитрат аммония, слабкокислый. Выращивание гриба на глюкозо-пептонной питательной среде сопровождается переходом pH от слабкокислого к слабощелочному.

Наибольшее количество биомассы культура гриба накапливает на 4-е сутки культивирования на глюкозо-пептонной питательной среде при соотношении источников углерода и азота 1,5:1, а наименьшее – при культивировании на средах с мочевиной.

Результаты количественного определения коллагенолитической активности глубинной культуры макромицета на первом этапе исследования, представлены на рисунках 1–4.

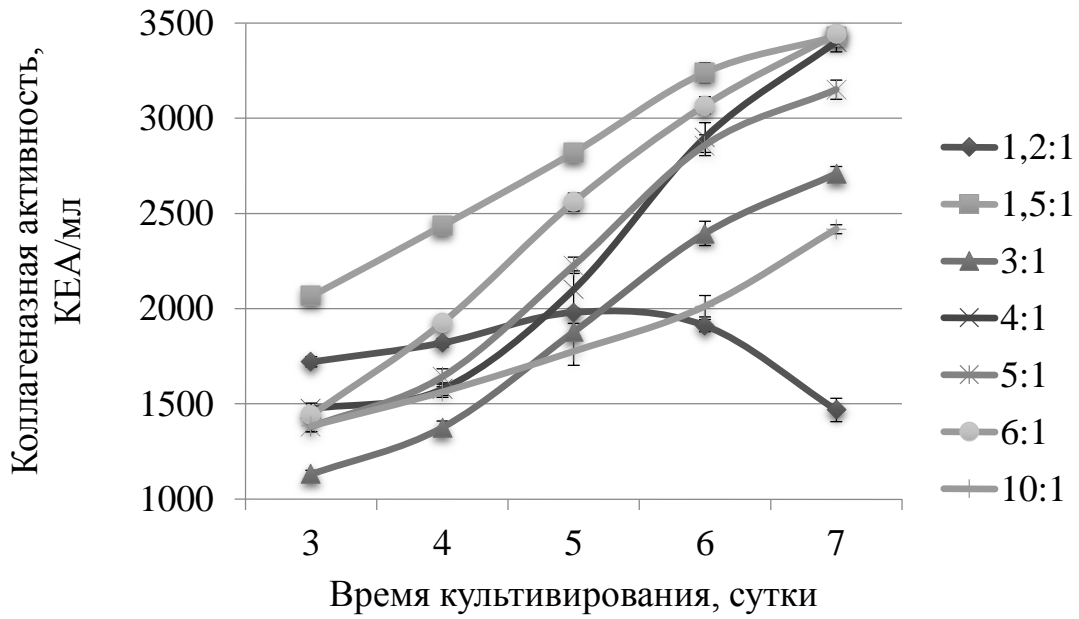


Рисунок 1. Уровень коллагеназной активности глубинной культуры базидиомицета *Sorpinus sp.* на глюкозо-пептонных питательных средах

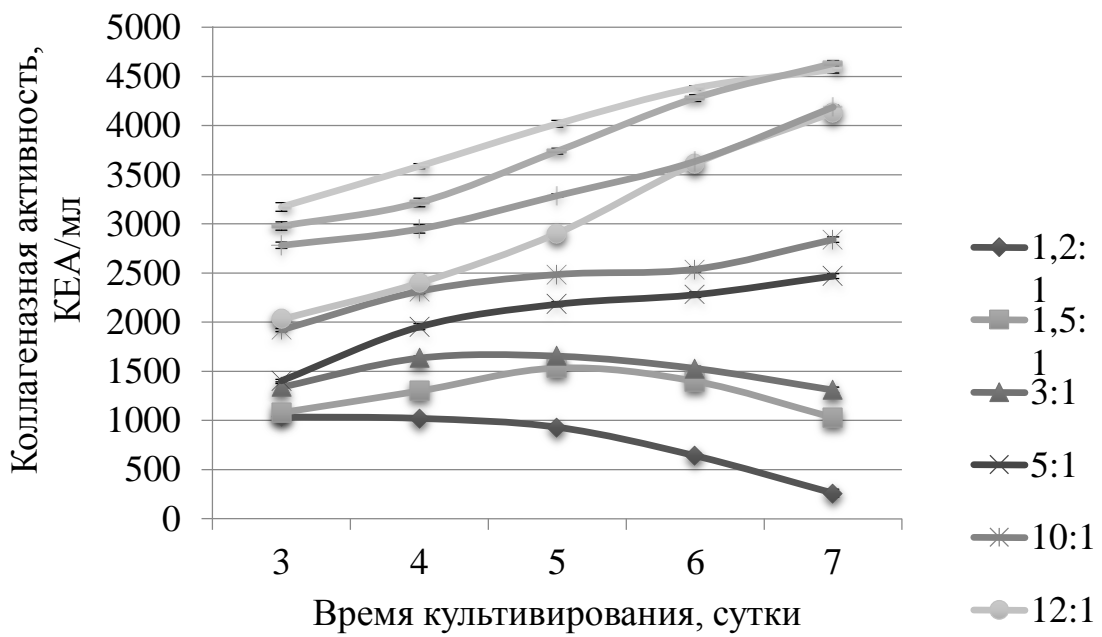


Рисунок 2. Уровень коллагенолитической активности глубинной культуры макромицета при росте на средах с мочевиной

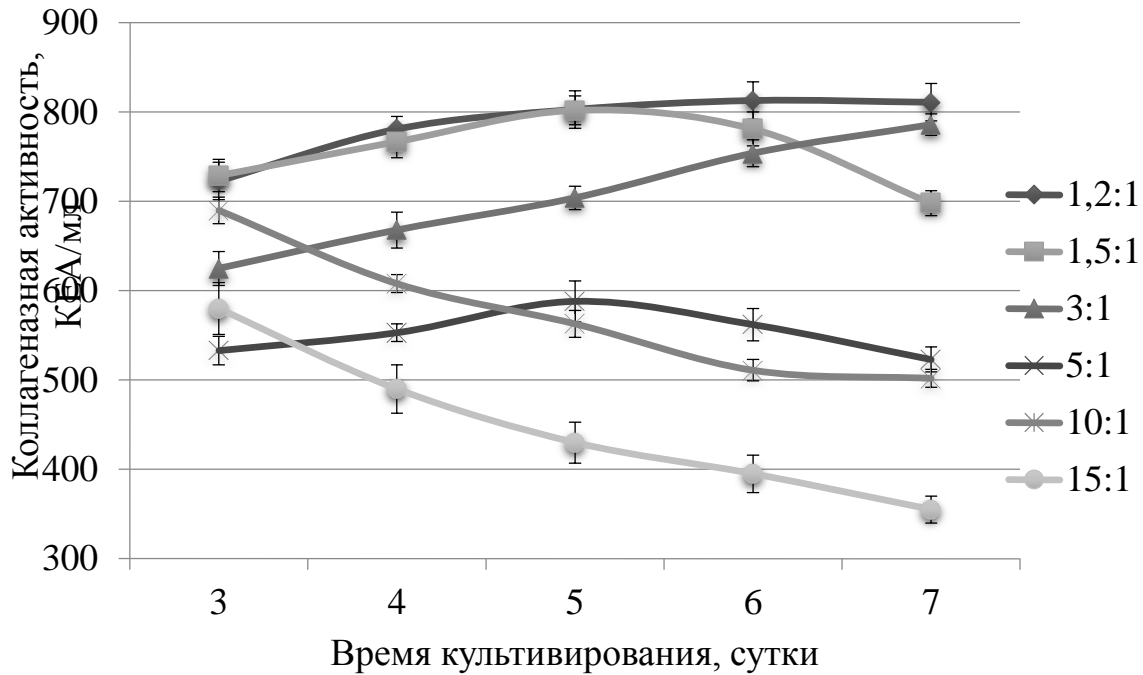


Рисунок 3. Уровень коллагеназной активности культуры продуцента при росте на средах с нитратом аммония

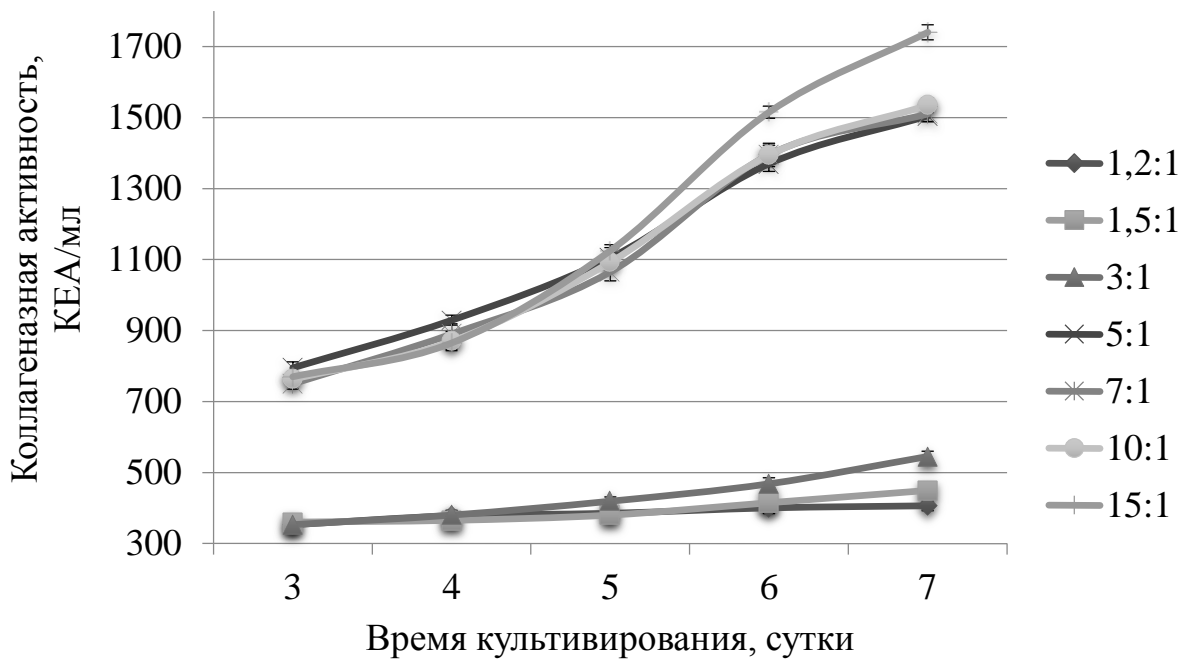


Рисунок 4. Уровень коллагенолитической активности глубинной культуры базидиомицета на средах с нитратом аммония

Из рисунков 1–4 видно, что глубинная культура продуцента проявляет наибольший уровень общей коллагенолитической активности на 7-е сутки культивирования на средах, где в качестве источника азота использовалась мочевины при соотношениях источников углерода и азота 14:1 и 15:1.

Максимальный уровень удельной коллагенолитической активности культуры базидиомицета *Coprinus* sp. наблюдается на 7-е сутки культивирования на среде с глюкозой и мочевиной при соотношении источников углерода и азота 15:1.

Таким образом, в качестве источника азота для последующего исследования влияния различных источников углерода в составе питательной среды на ферментативную активность глубинной культуры продуцента использовали мочевины.

Согласно результатам, полученным на втором этапе работы, в процессе культивирования макромицета на всех используемых источниках углерода происходит сильное защелачивание сред, причем в меньшей степени на средах с суслом.

Наибольшее количество биомассы культура гриба продуцирует на 4–5-е сутки роста на среде с суслом при соотношении источников углерода и азота 1,5:1, однако оно значительно ниже, чем в случае использования глюкозопептонных сред. Наименьшее количество биомассы культура гриба накапливает на 3–5-е сутки культивирования на среде с мелассой при соотношениях источников углерода и азота 10:1 и 15:1.

Результаты количественного определения коллагенолитической активности глубинной культуры гриба на втором этапе исследования показаны на рисунках 5–8.

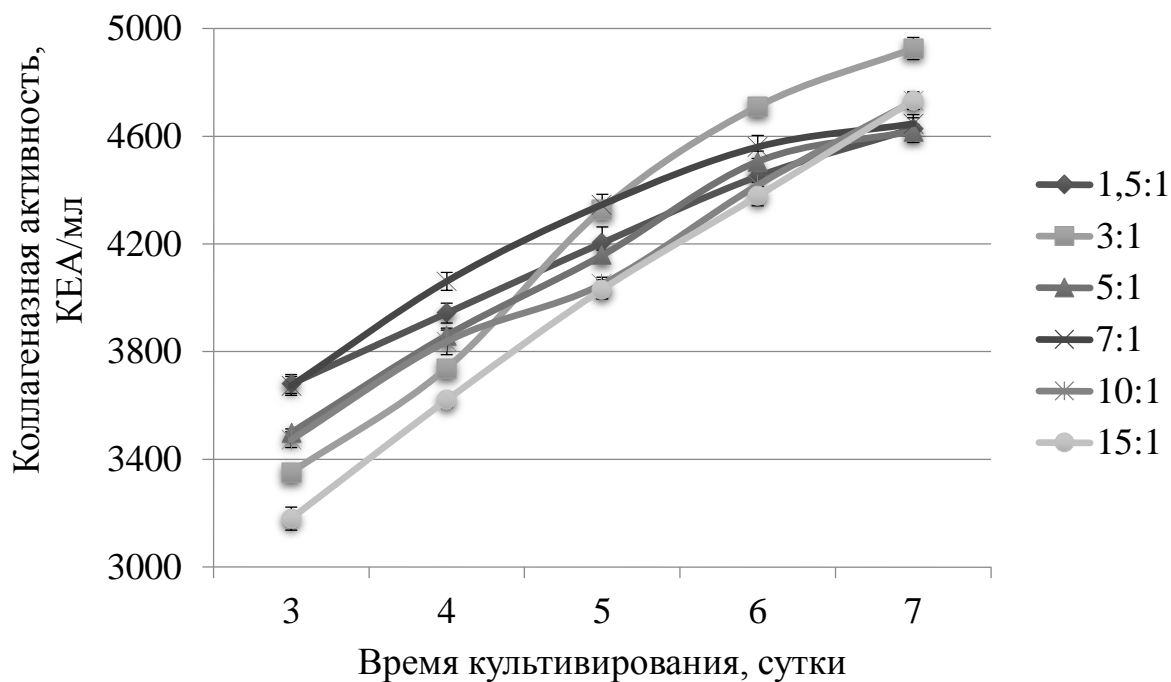


Рисунок 5. Уровень коллагенолитической активности культуры базидиомицета при росте на средах с мелассой

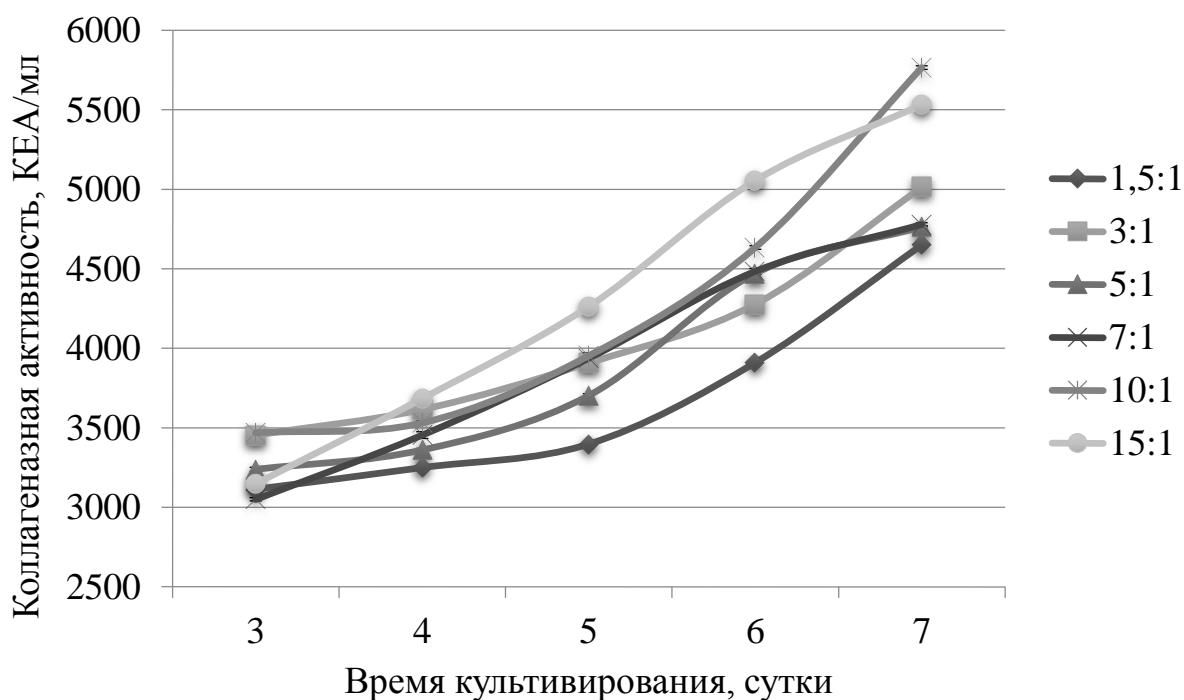


Рисунок 6. Уровень коллагенолитической активности культуры на средах с молочной сывороткой

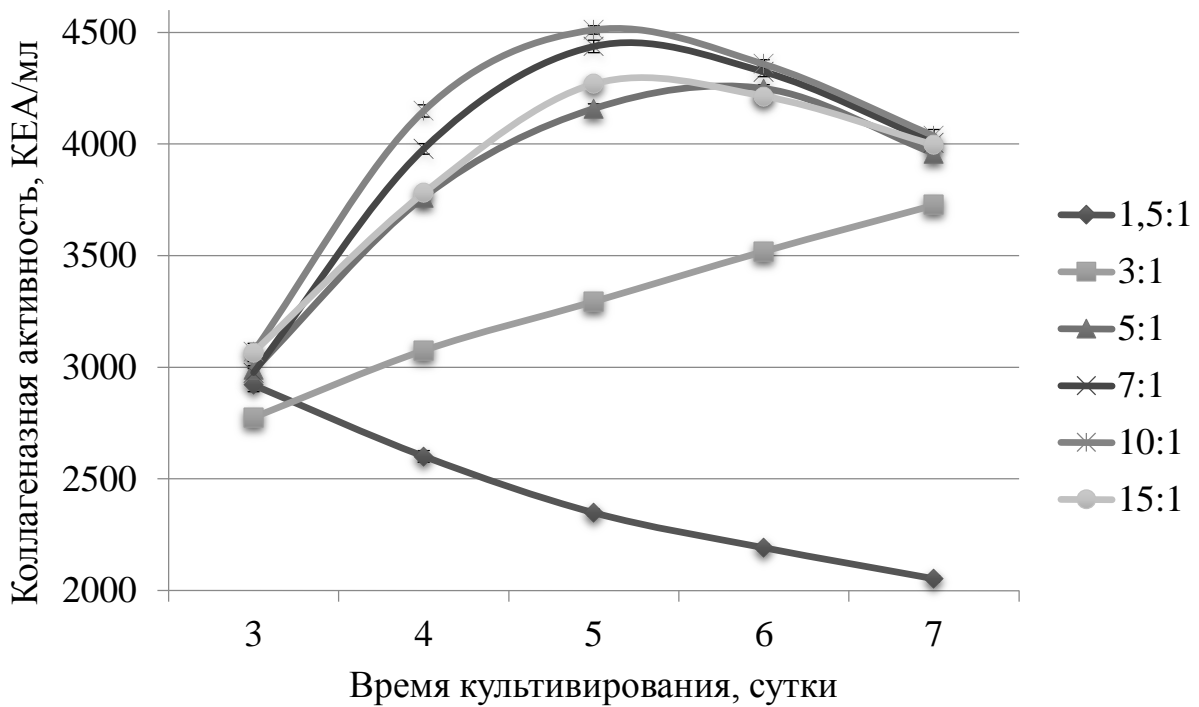


Рисунок 7. Уровень коллагенолитической активности культуры при выращивании на средах с мукой

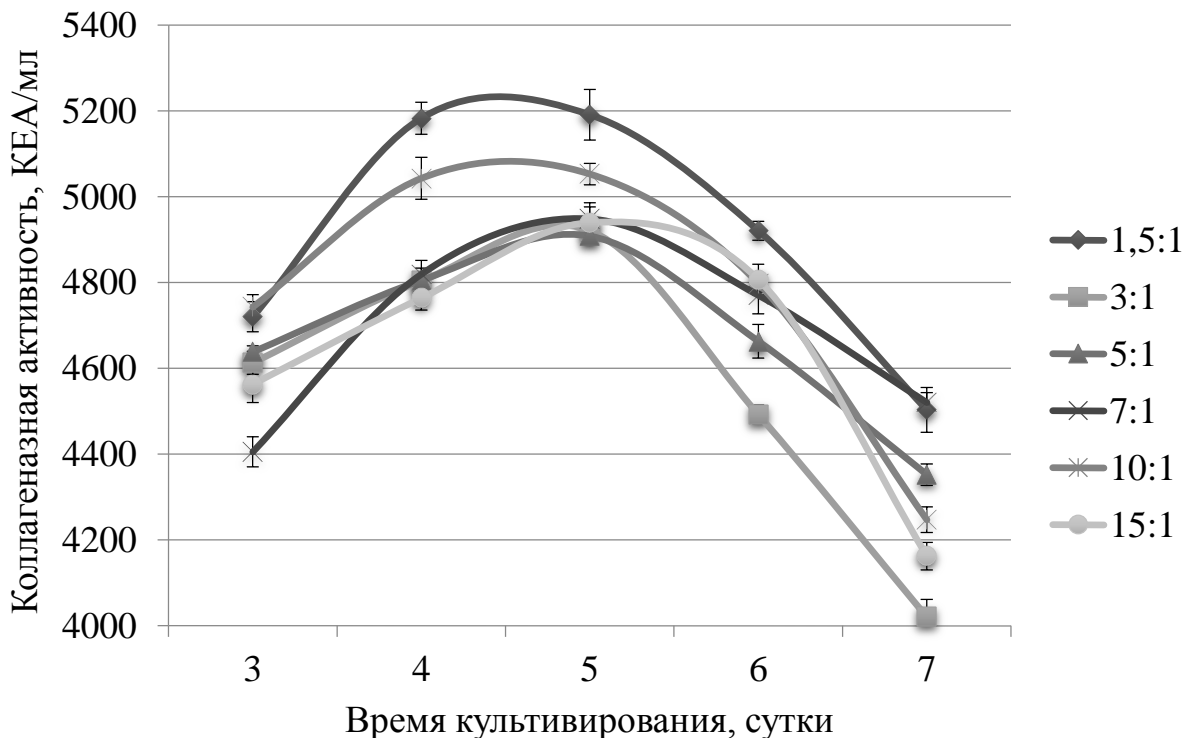


Рисунок 8. Уровень коллагенолитической активности культуры продуцента при росте на средах с сыворотом

Из рисунков 5–8 видно, что наибольшую общую коллагенолитическую активность глубинная культура базидиомицета *Coprinus* sp. проявляет на средах, где в качестве источника углерода используется молочная сыворотка.

С целью дальнейшего увеличения коллагеназной активности культуры продуцента изменяли pH питательных сред с молочной сывороткой путем:



- доведения pH исходных сред до 6,5 с помощью 0,1 М NaOH;
- внесения мела в количестве 10 г/л.

Результаты количественного определения коллагенолитической активности глубинной культуры гриба при корректировке pH исходных сред с молочной сывороткой показаны на рисунках 9 и 10.

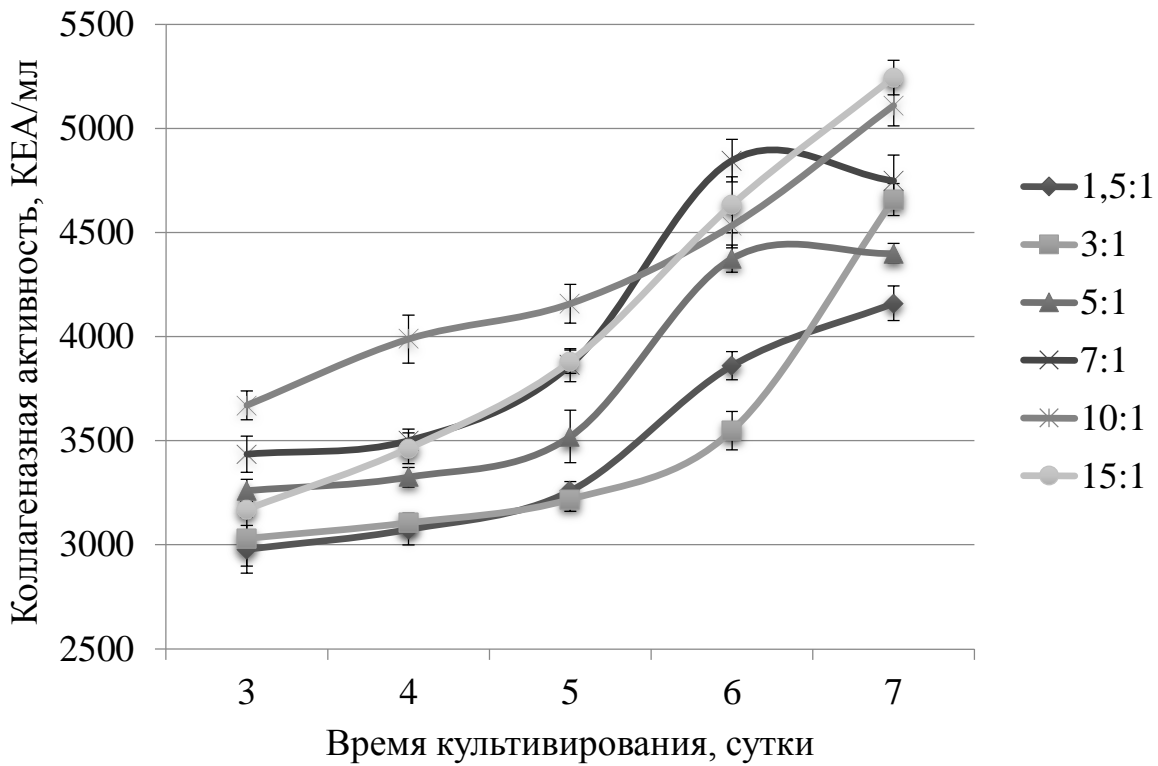


Рисунок 9. Уровень коллагенолитической активности базидиомицета при росте на молочной сыворотке при корректировке pH исходных сред с помощью 0,1 М NaOH

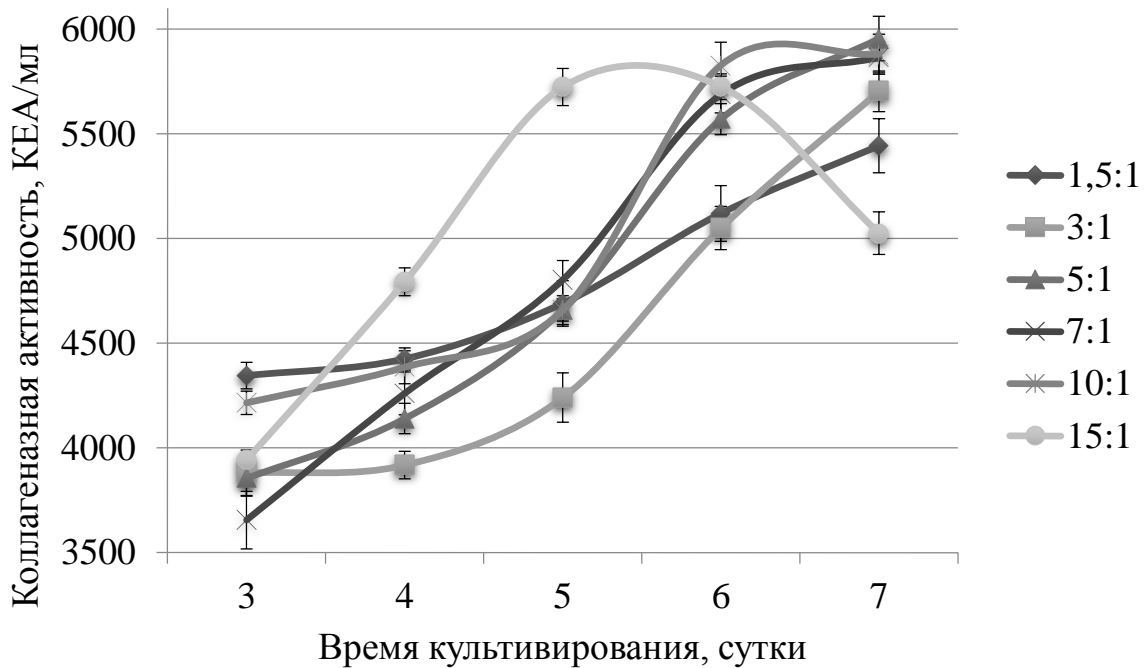


Рисунок 10. Уровень коллагенолитической активности культуры продуцента при росте на средах с молочной сывороткой с добавлением 1% мела

Согласно полученным данным, наибольшая общая коллагенолитическая активность достигается при выращивании продуцента на средах с молочной сывороткой и мелом при соотношениях источников углерода и азота 5:1, 7:1 и 10:1, при этом в первых двух случаях – на 7-е сутки культивирования, а в последнем – на 6-е и 7-е сутки. Изменение рН исходных сред с молочной сывороткой, напротив, приводит к уменьшению коллагеназной активности культуры продуцента по сравнению с использованием исходных сред без какой-либо корректировки рН.

Максимальный уровень удельной коллагенолитической активности наблюдается на 7-е сутки культивирования гриба на средах с молочной сывороткой с соотношением источников углерода и азота 15:1, однако он заметно ниже уровня, достигаемого при выращивании продуцента на среде с глюкозой и мочевиной.

Результаты данного исследования позволяют сделать вывод о возможности замены традиционно используемых дорогостоящих источников углерода (глюкоза) и азота (пептон) в составе питательной среды на более дешевые (молочная сыворотка и мочевина), что позволит снизить стоимость получаемого ферментного препарата и увеличить выход целевого продукта – грибной коллагеназы. Одновременно это позволит вместо пищевого продукта – глюкозы – утилизировать отходы производства сыров и творога.

Таким образом, коллагенолитический фермент, продуцируемый глубинной культурой высшего гриба *Coprinus* sp., обладает не только технологическими, но и экономическими преимуществами по сравнению с существующими на сегодняшний день препаратами коллагеназ.

Работа выполнена при поддержке гранта «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демина, Н. С. Коллагенолитические ферменты, синтезируемые микроорганизмами. Обзор / С. Н. Демина // Микробиология. – 1996. – Т. 65, № 3. – С. 293–304.
2. Руденская, Г. Н. Брахиурины – сериновые коллагенолитические ферменты крабов / Г. Н. Руденская // Биоорганическая химия. – 2003. – Т. 29, № 2. – С. 117–128.
3. Федорюк, Е. Д. Скрининг и изучение коллагеназной активности базидиальных грибов / Е. Д. Федорюк, О. В. Касьян, М. М. Шамсян // Материалы научной конференции, посвященной 185-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), 2013. – С. 412–413.
4. Lowry, O. H. Protein measurement with Folin phenol reagent / O. H. Lowry // The Journal of Biological Chemistry. – 1951. – V. 193 (1). – P. 265–275.
5. Rosen, H. A. Modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids / H. A. Rosen // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 1957. – V. 67. – P. 10–15.

Материал поступил в редакцию 27.01.16.

### IMPACT OF NITROGEN AND CARBON SOURCES AS COMPONENTS OF GROWTH MEDIUM ON THE PRODUCTION OF COLLAGENOLYTIC ENZYMES WHEN CULTIVATING HIGHER FUNGI *COPRINUS* SP.

E.D. Fedoryuk<sup>1</sup>, M.M. Shamtsyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engineering Research Assistant of the Department of Microbiological Synthesis Technology, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiological Synthesis Technology Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Russia

**Abstract** Nitrogen and carbon sources as components of growth medium and ratios thereof are selected in order to increase collagenolytic activity of *Coprinus* sp. basidiomycete submerged culture. Submerged cultivation was performed in growth medium samples containing different nitrogen and carbon sources with different ratios thereof during 7 days. Alongside collagenase activity of the producer culture, the amount of protein and biomass accumulated as well as pH-value of culture liquid of the fungus were measured.

**Keywords:** submerged cultivation, *Coprinus* sp., proteolytic enzymes, collagenolytic activity, collagenase.

УДК 004.932

## ГИСТОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.Ю. Хлесткин, кандидат технических наук, доцент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (Самара), Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы по использованию гистограммного анализа в лучевой диагностике. Рассмотрено применение методов видоизменения гистограмм для улучшения диагностических изображений. Проведенные исследования свидетельствуют об эффективности гистограммного анализа применительно к обработке лучевых диагностических изображений.

**Ключевые слова:** гистограммный анализ, эквализация, обработка изображений, фильтрация, лучевая диагностика.

Операции обработки цифровых изображений имеют своей целью лучшее распознавание интересующих артефактов. Основными недостатками цифровых рентгеновских снимков является наличие шумов и помех, малоконтрастность изображений. Все это затрудняет анализ мелких деталей и выявление важной диагностической информации. Поэтому существует необходимость компьютерной обработки изображений.

Процедура повышения контраста рентгеновского изображения, заключается в приведении плотности распределения вероятностей яркостей к некоторому «стандартному» виду. Она реализуется с помощью нелинейного поэлементного преобразования, которое строится по экспериментально полученной гистограмме исходного распределения вероятностей яркости.

Построим функцию, которая осуществляет это преобразование. Пусть случайная величина  $f$  имеет плотность распределения вероятностей  $p_f(f)$ , преобразованная величина  $g = g(f)$  (также случайная) должна иметь плотность распределения вероятностей  $p_g(g)$ . Допустим, что  $g$  – монотонно возрастающая функция.

Введем в рассмотрение интегральные функции распределения [У. Прэтт, 1982]:

$$P_f(f) = \int_{-\infty}^f p_f(\xi) d\xi, \quad P_g(g) = \int_{-\infty}^g p_g(\eta) d\eta. \quad (1)$$

Если случайная величина  $f$  принимает значение  $f < f_0$ , то вероятность этого события [51, 53]:

$$P[f < f_0] = P_f(f_0). \quad (2)$$

В силу монотонности функции поэлементного преобразования будет выполняться еще одно соотношение [53]:

$$g < g_0 = g(f_0). \quad (3)$$

Тогда вероятность этого события:

$$P[g < g_0] = P_g(g_0). \quad (4)$$

Указанные события жестко связаны, наступают одновременно, их вероятности равны [48, 51, 53]:

$$P[f < f_0] = P[g < g(f_0)]. \quad (5)$$

Отсюда получаем:

$$P_f(f) = P_g[g(f)]. \quad (6)$$

Зная необходимый вид плотностей распределения вероятностей  $p_g(g)$ , а значит и  $P_g(g)$ , из данного

соотношения можно выразить функцию поэлементного преобразования.

Рассмотрим метод эквализации (выравнивания) гистограмм, который по оценкам данного исследования наиболее подходит для улучшения изображения рентгеновских снимков [Р. Гонсалес, 2005].

В данном случае требуется получить цифровое рентгеновское изображение, у которого все значения яркости в пределах заданного динамического диапазона  $[g_{\min}, g_{\max}]$  равновероятны:

$$p_g(g) = \frac{1}{g_{\max} - g_{\min}}, \text{ для } g_{\min} \leq g \leq g_{\max}. \quad (7)$$

Тогда интегральная функция распределения на указанном интервале линейна:

$$P_g(g) = \frac{g - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}. \quad (8)$$

Отсюда

$$P_f(f) = \frac{g(f) - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}. \quad (9)$$

Следовательно, получаем уравнение эквализации:

$$g(f) = (g_{\max} - g_{\min})P_f(f) + g_{\min}. \quad (10)$$

Отметим, что процедура эквализации, в работе применяется как к рентгеновскому изображению в целом, так и к отдельным фрагментам снимка. На рисунке 1 приведен пример эквализации рентгенограммы грудной клетки, выполненный в соответствии с изложенной методикой.

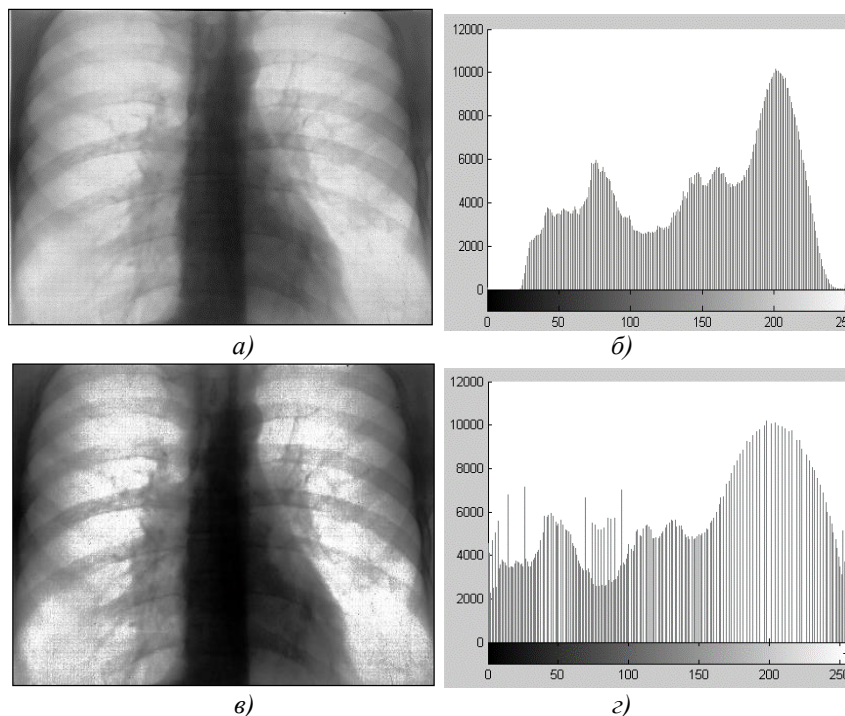


Рис. 1. Пример эквализации рентгенограммы грудной клетки: а), б) – исходное изображение и гистограмма; в), г) – результат эквализации и гистограмма

Характерной чертой лучевых изображений является значительный удельный вес темных участков и сравнительно малый вес участков с высокой яркостью. Процедура эквализации позволяет откорректировать снимок, выровняв интегральные площади участков с различными яркостями. Сравнение исходной (рисунок 1 а) и

обработанной (рисунок 1 б) рентгенограммы грудной клетки показывает, что происходящее при обработке перераспределение яркостей улучшает визуальное восприятие. В частности, на рисунке 1 б, з можем наблюдать улучшение четкости снимка и характерное изменение гистограммы, область правого желудочка сердца на рентгеновском изображении (рисунок 1 б) имеет более четкий вид, и выявляется неоднородность структуры ткани, необнаруженная ранее. Изображение, обработанное с помощью операции эквализации, позволяет обнаружить на аналоговых или цифровых снимках сердца фрагменты с признаками заболеваний.

Таким образом, эквализация позволяет расширить или сузить динамический диапазон исследуемого объекта. Регулируя динамический диапазон яркостей на рентгеновских изображениях, можно идентифицировать неоднородности и возможные патологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт; пер. с англ. под ред. Д. С. Лебедева. – М. : Мир, Т. 1, 1982. – 312 с.; Т. 2, 1982. – 325 с.
3. Хлесткин, А. Ю. Вычислительные системы фильтрации лучевых диагностических изображений [Текст] / А. Ю. Хлесткин // Наука и Мир, 2015. – Т. 1, № 1 (17). – С. 111–113.
4. Хлесткин, А. Ю. Дигитальное сканирование в диагностике рентгенографических снимков [Текст] / А. Ю. Хлесткин, Р. Р. Янгазов // Инфокоммуникационные технологии, 2008. – № 4. – С. 91–96.
5. Хлесткин, А. Ю. Методы формирования мультимодального изображения [Текст] / А. Ю. Хлесткин // Научные труды SWorld, 2014. – Т. 4, № 4. – С. 14–18.

*Материал поступил в редакцию 27.01.16.*

#### HISTOGRAM ANALYSIS OF DIGITAL FLUOROSCOPIC IMAGES

**A.Yu. Hlestkin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Volga State University of Telecommunications and Informatics (Samara), Russia

**Abstract.** *The article deals with the issues on using histogram analysis in radiodiagnosis. The usage of histogram change methods aimed at improving diagnostic images is considered. The conducted research proved the efficiency of histogram analysis in terms of processing fluoroscopic diagnostic images.*

**Keywords:** *histogram analysis, equalization, processing images, filtration, radiodiagnosis.*

УДК 621.313

## УЧЕТ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ ПУСКЕ И ВЫБЕГЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСА

В.А. Шабанов<sup>1</sup>, В.Ю. Алексеев<sup>2</sup>, Р.З. Юсупов<sup>3</sup>, А.Р. Валишин<sup>4</sup>, С.Е. Клименко<sup>5</sup>, В.Д. Кондрацкий<sup>6</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, профессор, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент, <sup>3</sup> аспирант, <sup>4</sup> директор,

<sup>5</sup> начальник отдела энергетического аудита, <sup>6</sup> ведущий инженер

<sup>1,2,3</sup> ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

<sup>4</sup> ООО Научно-Производственный Центр «БалтЭнергоРесурс» (Санкт-Петербург),

<sup>5,6</sup> ООО Научно-Производственный Центр «УралЭнергоРесурс» (Уфа), Россия

**Аннотация.** Для исследования поведения быстродействующих устройств релейной защиты и автоматики на нефтеперекачивающей станции важно знать характер разгона (выбега) электродвигателей магистральных насосов, который зависит от механической характеристики насоса. В статье анализируется влияние противодействия в трубопроводе на эту характеристику.

**Ключевые слова:** нефтеперекачивающая станция, магистральный насос, механическая характеристика, противодействие в трубопроводе, обратный клапан.

Многие центробежные насосы, работающие в системе перекачки воды, нефти или нефтепродуктов испытывают противодействие жидкости на лопадки ротора. Центробежные насосы добычи нефти в составе погружных электроцентробежных установок, при выбеге испытывают давление столба жидкости в скважине (при отсутствии или отказе обратного клапана). Современные магистральные нефтепроводы работают по системе перекачки «из насоса в насос» [3]. При этом магистральные насосы технологического участка нефтепровода включены последовательно и каждый из насосов создает подпор для следующего по потоку жидкости насоса (рисунок 1).

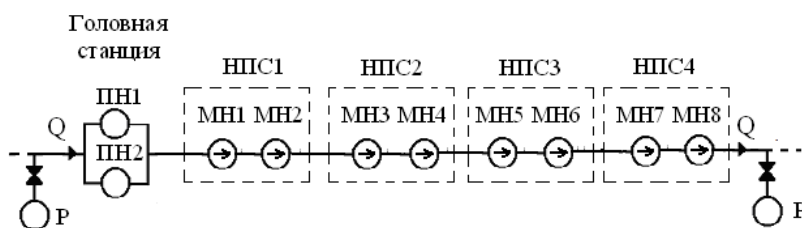


Рис. 1. Технологический участок трубопровода

(Р – резервуары; ПН – подпорные насосы; МН – магистральные насосы; НПС – нефтеперекачивающие станции)

Последовательно может быть включено до 15-20 магистральных насосов. При пуске одного из магистральных насосов он испытывает противодействие жидкости, создаваемое работающими насосами. Это приводит к зависимости процессов пуска магистрального насосного агрегата (МНА) от числа работающих насосов. При потере питания электродвигателем одного из магистральных насосов он переходит в режим торможения (выбега). При этом через выбегающий насос продолжает проходить поток нефти. Это приводит к зависимости процессов выбега МНА от числа оставшихся в работе МНА. Таким образом, и при пуске, и при выбеге магистральный насос работает в условиях противодействия жидкости в трубопроводе. При этом механическая характеристика каждого из насосов зависит не только от параметров насоса, но и от гидравлической характеристики трубопровода, от режима работы трубопровода (от производительности трубопровода) до и после пуска или отключения исследуемого насоса, а также от положения запорных задвижек и регулирующих устройств в трубопроводе.

Механические характеристики центробежных механизмов в относительных единицах принято представлять выражением:

$$m_C = m_{C0} + (m_H - m_{C0}) \cdot v^\gamma, \quad (1)$$

где  $m_C$  – момент сопротивления насоса;  $m_{C0}$  – начальный момент сопротивления при  $\omega = 0$ ;  $m_H$  – момент нагрузки двигателя при номинальной угловой скорости;  $v = \omega/\omega_{ном}$  – относительная частота вращения насоса;  $\omega$  – угловая скорость;  $\gamma$  – показатель степени.

На рисунке 2 приведены механические характеристики  $M_c = f(\omega)$  центробежных насосов типа НМ-5000 при пуске на открытую (кривая 1) и закрытую (кривая 2) задвижку, а также пример механической характеристики 3 при пуске насоса на открытую задвижку с противодавлением в трубопроводе [4].

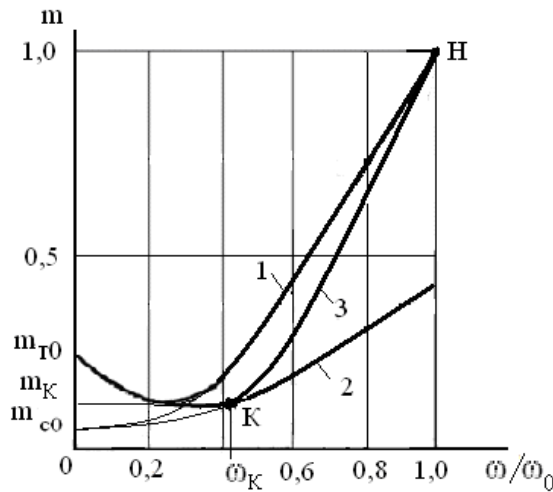


Рис. 2. Механические характеристики насоса типа НМ-5000

Чем больше значение  $\gamma$ , тем больше значение скорости  $\omega_K$  и тем ближе форма характеристики к прямой. Таким образом, значение  $\gamma$  в уравнении механической характеристики МН отражает влияние режима работы нефтепровода. Следовательно, для каждого режима работы нефтепровода существует свое значение критической скорости  $\omega_K$ , а значит и для каждого режима перекачки существует свое значение показателя степени  $\gamma$  в уравнении механической характеристики (1). Чем больше МНА участвуют в режиме перекачки, тем меньше влияет отключение одного насоса на производительность трубопровода и тем выше значение скорости насоса  $\omega_K$  клапана.

При системе перекачки «из насоса в насос» в трубопроводе параллельно насосу устанавливают обратный клапан ОК (рисунок 3).

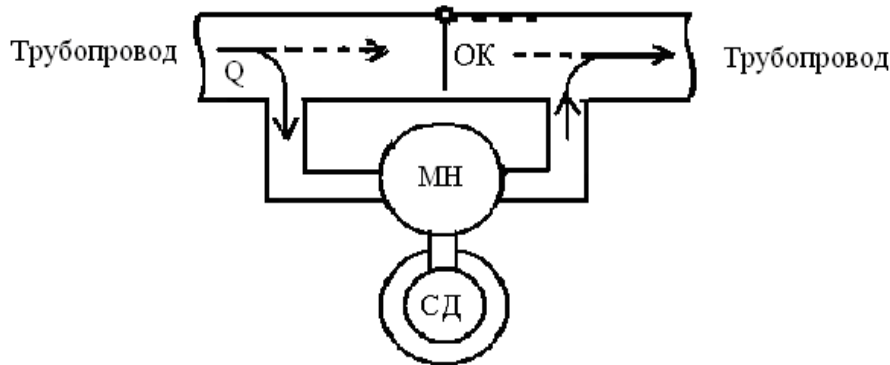


Рис. 3. Схема включения МН и ОК в трубопровод

При неработающем насосе обратный клапан открыт и удерживается в открытом положении давлением, создаваемым потоком жидкости в трубопроводе. При пуске это давление для насоса является противодавлением. По мере разгона дифференциальное давление насоса растет. Пока дифференциальное давление, создаваемое насосом меньше величины противодействия в трубопроводе насос работает в режиме холостого хода. Этому режиму соответствует часть механической характеристики от скорости  $\omega=0$  до скорости  $\omega_K$ . Как только дифференциальное давление превышает величину противодействия, обратный клапан закрывается и насос переходит в режим пуска под нагрузкой. Это происходит при некоторой скорости вращения  $\omega_K$ , значение которой зависит от режима перекачки.

При работающем насосе обратный клапан закрыт. Поэтому в первый момент времени после потери питания выбег магистрального насоса происходит при закрытом обратном клапане. Этому режиму на рисунке 2 соответствует механическая характеристика 3 от скорости  $\omega = 1,0$  до скорости  $\omega = \omega_K$ . Уравнение характеристики 3 зависит от режима перекачки и в общем случае неизвестно. При скорости вращения  $\omega_K$  обратный клапан открывается, и выбег продолжается по характеристике холостого хода 2 от точки К до полной остановки.

Для характеристики 3 магистрального насоса нет общепринятого аналитического выражения. В [4] для магистральных насосов транспорта нефти рекомендуется принимать для характеристики 3 выражение (1) при  $\gamma = 3$ . В [1, 2, 5, 6] отмечается, что для магистрального насоса, работающего с противодействием, показатель степени  $\gamma$  может принимать значения 4, 5 и более. При этом с увеличением противодействия механическая характеристика центробежных насосов приближается к прямой, проходящей через точки Н (при номинальной нагрузке насоса) и К.

Рассмотрим учет противодействия в трубопроводе при пуске и выбеге насоса путем построения использования координат точки К, в которой происходит открытие обратного клапана и оценим влияние показателя степени  $\gamma$  в выражении (1) на процесс выбега.

Предположим, что весь процесс выбега происходит в условиях противодействия при закрытом обратном клапане. Тогда конечное значение момента сопротивления насоса при  $\omega=0$  будет зависеть от потока жидкости через насос. Продолжим кривую 3 до пересечения с осью моментов (рисунок 4).

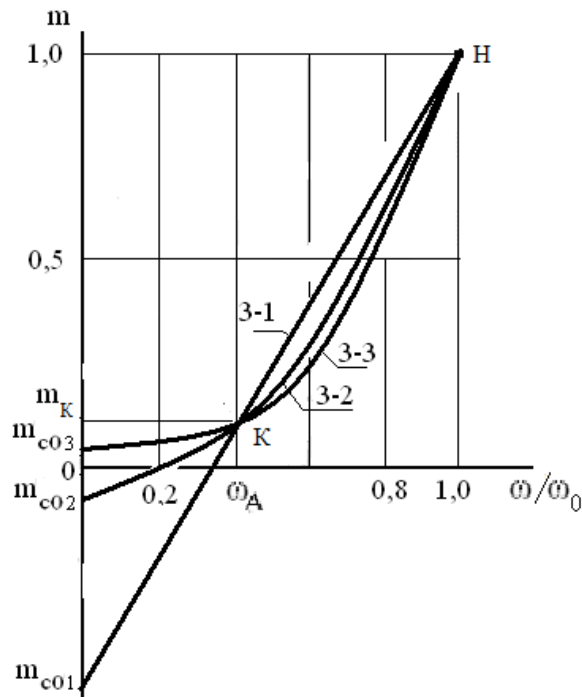


Рис. 4. Механические характеристики при наличии противодействия: 3-1 – при  $\gamma = 1$ ; 3-2 – при  $\gamma = 2$ ; 3-3 – при  $\gamma = 3$

Обозначим точку пересечения через  $m_{c0}$ . Значение  $m_{c0}$  для кривых 3 зависит от режима работы трубопровода, причем значение  $m_{c0}$  для кривых на участке А-Б может быть и отрицательным.

Величина  $m_{c0}$  в уравнении (1) при работе насоса с противодействием с произвольным значением  $\gamma$  является виртуальной, но ее введение позволяет описывать механические характеристики МН при любом режиме трубопровода одним универсальным уравнением (1). Для определения значения  $m_{c0}$  достаточно подставить в уравнение (1) координаты  $\omega_K$  и  $m_K$  точки К. Решая полученное уравнение относительно  $m_{c0}$ , получаем

$$m_{c0} = \frac{m_K - m_H \omega_K^\gamma}{1 - \omega_K^\gamma} \quad (2)$$

Рассмотрим влияние показателя степени  $\gamma$  в выражении (1) при подстановке  $m_{c0}$  по выражению (2) на процесс выбега центробежного магистрального насоса. Такое уравнение справедливо только до открытия обратного клапана в его обвязке, когда рабочая точка насоса находится на участке Н-К механической характеристики. Кривые выбега приведены на рисунке 5.



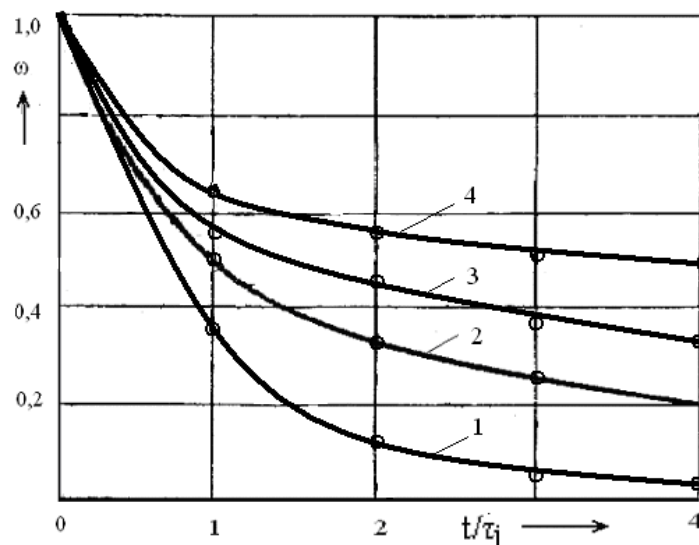


Рис. 5. Влияние значения  $\gamma$  на выбег насосного агрегата (1)  $\gamma = 2$ ; 2)  $\gamma = 2$ ; 3)  $\gamma = 3$ ; 4)  $\gamma = 5$

Из рисунка 5 видно, что выбег существенно зависит от величины  $\gamma$ . Чем больше значение  $\gamma$ , тем медленнее происходит выбег МНА.

В некоторых случаях, например, для исследования поведения быстродействующих устройств релейной защиты и автоматики, важно знать характер выбега в первые одну-две секунды. Характер изменения скорости МНА при малых временах представлен в таблице 1.

Таблица 1

Расчет выбега при малых временах

$t/\tau_g$	0	0,1	0,2	0,4	1
$\gamma=1$	1	0,91	0,82	0,67	0,37
$\gamma=2$	1	0,91	0,83	0,71	0,50
$\gamma=3$	1	0,91	0,84	0,72	0,57
$\gamma=5$	1	0,91	0,86	0,78	0,67

Из таблицы 1 видно, что в начале выбега при времени  $t \leq 0,2\tau_g$  скорость вращения МНА при всех значениях  $\gamma$  изменяется примерно одинаково. Поэтому в области малых времен для анализа выбега можно использовать уравнение механической характеристики МНА с любым значением  $\gamma$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кабаргина, О. В. Выбег насосных агрегатов при наличии противодавления / О. В. Кабаргина, В. А. Шабанов, Р. З. Юсупов // Сборник «Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий». – Уфа, 2009.
- Кабаргина, О. В. Представление механических характеристик магистральных насосов НПС аналитическими выражениями / О. В. Кабаргина, В. А. Шабанов, А. Р. Калимгулов // Сборник «Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий». – Уфа, 2009.
- Коршак, А. А. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа: Учеб. для вузов / А. А. Коршак, А. М. Нечваль. – Уфа : ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 571 с.
- Першина, Л. М. Применение электродвигателей в нефтяной промышленности / Л. М. Першина, С. И. Бак, Ю. С. Першин и др. – М. : Недра, 1980.
- Шабанов, В. А. Методика построения механических характеристик магистральных насосов при частотно-регулируемом электроприводе / В. А. Шабанов, О. В. Кабаргина // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2011. – №6. – С. 30–36. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.ogbus.ru/authors/Shabanov/Shabanov\\_9.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Shabanov/Shabanov_9.pdf).
- Шабанов, В. А. Определение нижней границы диапазона частотного регулирования электродвигателей магистральных насосов / В. А. Шабанов, О. В. Кабаргина // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2010. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.ogbus.ru/authors/Shabanov/Shabanov\\_3.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Shabanov/Shabanov_3.pdf). – 8 с.

Материал поступил в редакцию 19.01.16.

**ACCOUNTING THE BACKUP PRESSURE IN PIPELINE  
AT START AND RUNOUT OF INLINE PUMP MOTOR DRIVE**

**V.A. Shabanov<sup>1</sup>, V.Yu. Alekseev<sup>2</sup>, R.Z. Yusupov<sup>3</sup>, A.R. Valishin<sup>4</sup>, S.E. Klimenko<sup>5</sup>, V.D. Kondratskiy<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Professor, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Postgraduate Student, <sup>4</sup> Head, <sup>5</sup> Head of Energy Audit Department, <sup>6</sup> Leading Engineer

<sup>1, 2, 3</sup> Ufa State Petroleum Technical University

<sup>4</sup> BaltEnergoResource Scientific-Productional Centre (St. Petersburg),

<sup>5, 6</sup> Ural EnergoResource Scientific-Productional Centre (Ufa), Russia

***Abstract.** For this study, it is necessary to know runout mechanism of inline pump motor drive depending on mechanic pump characteristics to study the behavior of fast-acting relay and automation at oil transfer pumping station. The article presents the analysis of the backup pressure influence in pipeline on this characteristic.*

***Keywords:** oil transfer pumping station, inline pump, mechanic characteristics, backup pressure in pipeline, inverted valve.*

---



---

**Chemical sciences**  
**Химические науки**

---



---

УДК 574.526:54.058

**АДСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Р.Н. Нурдиллаева<sup>1</sup>, Д.К. Юсупова<sup>2</sup>, С.З. Бабажанова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экология и химия», <sup>2,3</sup> магистрант  
Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (Туркестан),  
Республика Казахстан

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследовательских работ по очистке сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов методом адсорбции. В качестве сорбентов использованы древесный уголь и катионит КРФ-10П. Рассмотрено влияние массы сорбента, продолжительности сорбции и температуры раствора. По результатам экспериментов установлены оптимальные условия очистки сточных вод.*

***Ключевые слова:** сточные воды, нефтепродукты, ионы тяжелых металлов, адсорбционный метод, сорбенты, степень очистки.*

Промышленные сточные воды образуются в результате технологических процессов различных предприятий. Состав и концентрация необработанных сточных вод зависят от вида промышленного производства и технологического процесса, а также применяемых компонентов, промежуточных продуктов, состава исходной воды и других факторов. Основными загрязняющими веществами сточных вод на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях, горно-металлургических производствах и в тяжелой промышленности, на авто- и авиастроительствах, железнодорожных комплексах являются нефтепродукты и ионы тяжелых металлов [3].

В настоящее время беспокойство вызывает увеличение количества загрязняющих веществ из этих источников, которые накапливаются в окружающей среде. В связи с этим, разработка способа очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов является актуальной проблемой.

В практике очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов широко используются различные методы: реагентные, электрохимические, ионообменные, экстракционные и сорбционные. Наиболее приемлемым считается адсорбционный метод, так как глубина очистки будет зависеть от сорбционных свойств самого сорбента. В предыдущих наших работах показаны преимущества адсорбционных методов с применением искусственных и природных сорбентов (активированный уголь, уголь скорлупы ореха, древесные опилки) в очистке сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов [1, 2].

В данной работе проведены исследования по адсорбционной очистке модельных растворов, содержащих нефтепродукты и ионы тяжелых металлов. Объектом исследования выбраны сточные воды Туркестанского эксплуатационного локомотивного депо. В качестве сорбентов применены древесный уголь и катионит КРФ-10П. Состав сточных вод определен растровым электронным микроскопом «JSM-6490LV» с системами энергодисперсионного микроанализа «INCA Energy» [7]. Результаты анализа приведены в табл.1.

Таблица 1

Состав сточных вод

№		Концентрация в сточных водах, мг/л	ПДК, мг/л
1	Нефтепродукты	28,3	0,3
2	Ионы тяжелых металлов		
	Zn <sup>2+</sup>	0,91	1,0
	Pb <sup>2+</sup>	1,90	0,03
	Cd <sup>2+</sup>	1,02	0,001

При очистке сточных вод от нефтепродуктов исследуемую воду смешивали с сорбентом – древесным углем (древесный уголь получен сжиганием при температуре 300-400°C), фильтруя по истечении определенного времени. После этого пробу воды переносили в делительную воронку вместимостью 250 см<sup>3</sup>. При помощи пипетки отбирали 10 см<sup>3</sup> гексана и ополаскивали им сосуд, в котором находилась проба. Смесь экстрагировали,

интенсивно встряхивая 1 – 3 мин. Раствор отстаивали до появления прозрачного верхнего слоя, который отделяли, перенося в кювету и измеряли массовую концентрацию нефтепродуктов в экстракте на анализаторе жидкости «Флюорат-02» в режиме «Измерение» [9].

Нами было исследовано влияние различных параметров (массы сорбента, продолжительности сорбции и температуры раствора) на степень очистки сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов.

На рис. 1 приведено влияние продолжительности сорбции на степень очистки сточных вод от нефтепродуктов с применением древесного угля. При исследовании продолжительности времени сорбции наблюдалось повышение степени очистки до 95%. Удельная площадь активированных углей составляет 400-900 м<sup>2</sup>/г, а их сорбционные свойства зависят от величины и строения пор [4].

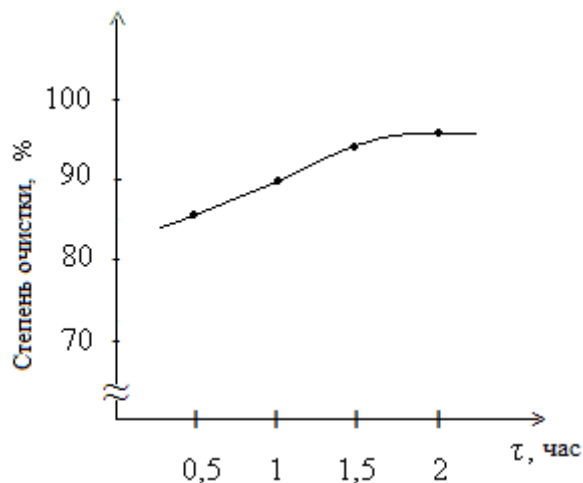


Рисунок 1. Влияние продолжительности сорбции на степень очистки сточных вод от нефтепродуктов с применением древесного угля

Далее нами были исследовано влияние древесного угля на степень очистки сточных вод от нефтепродуктов. На рис. 2 приведено влияние массы сорбента на степень очистки. При увеличении массы сорбента от 0,5 г до 2 г степень очистки сточных вод возрастает от 88% до 96%. Самым важным показателем сорбционной способности является микропористость. Микропоры обеспечивают формирование основной части внутренней поверхности активированного угля. Древесный уголь характеризуется углеродосодержащими микропорами и высокой удельной поверхностью. Это характеризуется высокой адсорбционной способностью [5].

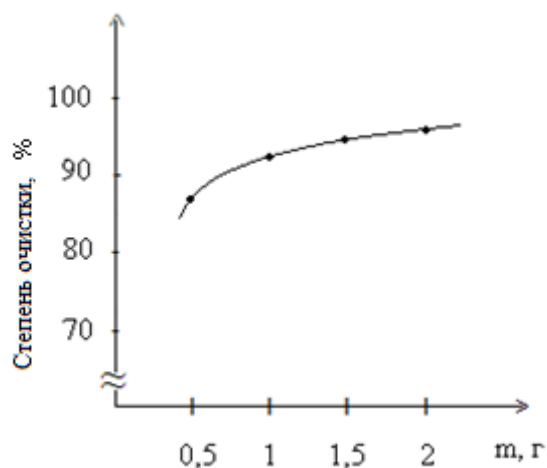


Рисунок 2. Влияние массы древесного угля на процесс очистки сточных вод от нефтепродуктов

Для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов катионит КРФ-10П был погружен в исследуемую воду, через определенное время проводили фильтрацию. Катионит подготовлен согласно ГОСТу 10896-78 [1]. Массовая концентрация ионов тяжелых металлов определена инверсионным вольтамперометрическим анализатором «СТА-1» [8].

Также исследовано влияние массы катионита на степень очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. При увеличении массы катионита от 0,5 г до 2 г в сточных водах концентрации ионов тяжелых металлов уменьшаются в соответствии с табл. 2. При этом степень очистки сточных вод от ионов цинка возрастает до 96%, свинца – до 91%, кадмия – до 94%.

По результатам проведенных работ выяснено [6], что фосфорнокислый катионит (КФ-7) сорбирует ионы металлов ( $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  и  $Cu^{2+}$ ) не только путем ионного обмена, но и за счет комплексообразования. Кислород в фосфорильной группе (P=O) имеет повышенную электронную плотность, что способствует созданию прочных комплексов с ионами металлов. В связи с этим, мы предполагаем, что фосфорнокислый катионит КРФ-10П образует комплекс с ионами цинка, кадмия и свинца.

Таблица 2

**Влияние массы катионита КРФ-10П на процесс очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов**

Проба №	Объем сточных вод, мл	КРФ-10П, г	$Zn^{2+}$		$Pb^{2+}$		$Cd^{2+}$	
			Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л
1	10	0,5	0,91	0,46	1,90	1,28	1,02	0,80
2	10	1		0,3		0,38		0,47
3	10	1,5		0,1		0,22		0,22
4	10	2		0,04		0,17		0,06

В табл. 3 показано влияние температуры на степень очистки сточных вод от ионов  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  с применением катионита. Опыты проводились в интервале температур 25-55°C. При повышении температуры степень очистки ионов цинка, свинца, кадмия увеличивается соответственно: 96,1%, 89,5%, 95,1%. С повышением температуры возрастает энергия сорбата и происходит увеличение способности сорбции. Причина данного процесса заключается в зависимости сорбции от кинетической энергии сорбционных молекул. Когда молекула сорбата набирает определенное количество энергии (температуры), она проникает в поры, сорбируется, т.е. при повышении температуры увеличивается сорбционная емкость. Это явление называется «активированной адсорбцией» [10].

Таблица 3

**Влияние температуры раствора на процесс очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов**

Проба №	Объем сточных вод, мл	КРФ-10П, г	Температура, °С	$Zn^{2+}$		$Pb^{2+}$		$Cd^{2+}$	
				Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л
1	10	2	25	0,91	0,11	1,90	0,99	1,02	0,35
2	10	2	35		0,072		0,74		0,23
3	10	2	45		0,057		0,54		0,074
4	10	2	55		0,036		0,21		0,052

В целом, при очистке сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов с помощью природных и искусственных сорбентов было исследовано влияние различных параметров, таких как масса сорбента, продолжительность сорбции и температура раствора, на степень очистки. В результате проведенных экспериментов определены оптимальные условия, влияющие на степень очистки сточных вод (табл. 4).

Таблица 4

**Оптимальные условия очистки сточных вод**

№		Масса сорбента, г	Продолжительность сорбции, час	Температура раствора, °С	Степень очистки, %
1	Нефтепродукты	2	2	60	95
2	Ионы тяжелых металлов $Zn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Cd^{2+}$	2	1	55	96,1 89 95

Таким образом, результаты исследований, проведенных по очистке сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов с использованием древесного угля и катионита КРФ-10П, показали возможность применения указанного адсорбционного метода для очистки сточных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ РФ 10896-78. Иониты. Подготовка к испытанию.
2. Жылкайдарова, Ж. Б. Очистка сточных вод от ионов свинца (II) и фосфора цеолитами. / Ж. Б. Жылкайдарова, Р. Н. Нурдиллаева, А. А. Мирзаев. // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум 2015». – Москва, 2015.
3. Жылысбаева, А. Н. Методы очистки промышленных сточных вод. В коллективной монографии: Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане. Б. С.Мейер, Л. Ланди и А. Какабаев (Главные редакторы) / А. Н. Жылысбаева, Р. Н. Нурдиллаева. – Кокшетау: Кокше-полиграфия, 2015. (358с.) – С.174-180.
4. Казанкапова, М. К. Создание модифицированных углеродминеральных сорбентов для очистки природных объектов от техногенных загрязнений. Дисс. на соискание ученой степени доктор философии (PhD). / М. К. Казанкапова. – Алматы, 2013. – 135 с.
5. Кудайбергенов, К. К. Разработка и изучение карбонизованных сорбентов для очистки воды от нефтяных загрязнений. / К. К. Кудайбергенов – Алматы, 2012.– 101 с.
6. Меквабишвили, Т. В. О сорбционных свойствах фосфорнокислого катионита КФ-7 / Т. В. Меквабишвили, В. Д. Копылова, Л. Д. Слабкая Л. Д. и др. // Иониты и ионный обмен. Сб. статей под ред. Г.В. Самсонова. – Л.: Изд-во «Наука» Ленингр. Отд., 1975. – С.62-65.
7. МИ Исследования микроструктуры исходных и конечных неорганических продуктов в стандартном и низковакуумном режимах на растровом электронном микроскопе JSM-6490LV. – Шымкент, 2012.
8. МУ 08-47/163. Вода природная, питьевая, технологически чистая, очищенная сточная. Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии. – Томск, 2007.
9. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02».
10. Смирнов, А. Д. Сорбционная очистка воды. / А. Д. Смирнов. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
11. Юсупова, Д. К. Сорбционный метод очистки сточных вод от нефтепродуктов. / Д. К. Юсупова, Р. Н. Нурдиллаева // «Актуальные проблемы экологии XXI века» Материалы международной научно-практической конференции – Туркестан, 2015. – С.210-212.

Материал поступил в редакцию 28.01.16.

#### ADSORPTION METHOD OF WASTEWATER TREATMENT FROM OIL PRODUCTS AND HEAVY METAL IONS

R.N. Nurdillayeva<sup>1</sup>, D.K. Yusupova<sup>2</sup>, S.Z. Babazhanova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of Ecology and Chemistry Department,

<sup>2,3</sup> Candidate for a Master's Degree

Khoja Ahmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Turkestan), Kazakhstan

**Abstract.** This article presents the results of experimental research on wastewater treatment from oil products and ions of heavy metals by adsorption method. Charcoal and KRF-10P cationit were used as sorbents. The impact of the sorbent mass, sorption period and solution temperature was considered. According to the results of experiments, the optimal conditions of wastewater treatment were determined.

**Keywords:** wastewater, oil products, ions of heavy metals, adsorption method, sorbent, treatment rate.

УДК 543.432: 543.33

**СОРБЦИОННО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА  
В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****Х.У. Усманова<sup>1</sup>, З.А. Сманова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> кандидат химических наук, доцент,<sup>2</sup> доктор химических наук, доцент кафедры общей, неорганической и аналитической химии  
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

**Аннотация.** Разработана сорбционно-люминесцентная методика определения цинка иммобилизованной кальконкарбоновой кислотой. Найдены оптимальные условия определения цинка и оптимизированы условия иммобилизации. Предлагаемая методика апробирована на различных типах вод.

**Ключевые слова:** иммобилизация, люминесцентное определение, цинк, кальконкарбоновая кислота.

Цинк широко используется в самых различных отраслях промышленности. Все это крупные производства, имеющие большие объемы отходов и выбросов, как в атмосферу, так и в воды. В связи с низким значением ПДК (ПДК цинка в питьевой воде составляет 30 мкг/л) требуется постоянный контроль за содержанием цинка в различных объектах окружающей среды и в водах [8, 9].

В качестве аналитических методов определения цинка в объектах окружающей среды используются различные оптические методы: атомно-абсорбционные, спектрофотометрические с использованием органических реагентов различных классов, среди которых азореагенты наиболее известны [1, 6, 7]. Люминесцентные методы определения цинка немногочисленны, хороших люминесцентных органических реагентов на цинк практически нет. Между тем, преимущества именно люминесцентных методов в аспекте высокой чувствительности определения различных токсикантов позволяют считать, что разработка указанных методов определения цинка является наиболее актуальной.

Среди новых подходов к улучшению аналитических характеристик люминесцентных реагентов следует отметить иммобилизацию органических реагентов на твердых носителях, позволяющую сочетать концентрирование с одновременным определением непосредственно на сорбенте [2, 5].

Целью данной работы явилась разработка люминесцентных и сорбционно-люминесцентных методов определения ионов цинка в объектах окружающей среды.

**Экспериментальная часть**

Исходный раствор цинка (1 мг/мл) готовили растворением точной навески металла квалификации ос. ч. в HCl по методике [3]. Рабочие растворы готовили разбавлением исходного раствора. pH растворов измеряли на pH-метре И-500 с точностью измерения 0.01 ед. pH.

Для выяснения оптимальных условий были проведены эксперименты по определению оптимальной pH среды, выбор оптимального состава буферной смеси, органического растворителя, оптимального количества растворителя, оптимальной концентрации реагента, порядок сливания компонентов, выбор времени образования комплексов и т.д.

**Методика иммобилизации:** К 0,3 г носителя прибавляли 0,2 мл раствора реагента (0) и 3,0 мл буферной смеси с оптимальным значением pH. Перемешивали и через 5 минут сливали раствор над сорбентом.

**Анализ природной воды.** К 500 мл пробы добавляют 3 мл H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) и 0.5 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> для разрушения комплексов цинка с органическими веществами природной воды. Пробу кипятят для перевода гидролизованного цинка в катион в течение 10-15 мин и оставляют на 1 ч. Раствор фильтруют, избыток кислоты нейтрализуют аммиаком до pH 1-2. При концентрировании вод с жесткостью более 6мМ для маскирования избытка Ca, Mg, Fe, Fe, Al, Cr(III), Mn к пробе добавляют 10 мл 1%-ного раствора Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и 0.3 г сульфосалициловой кислоты. Затем в раствор вносят 50 мг сорбента и устанавливают оптимальный pH добавлением по каплям CH<sub>3</sub>COONa. Смесь перемешивают магнитной мешалкой в течение 10-15 мин при комнатной температуре. Затем сорбент отфильтровывают на фильтр «синяя лента» и промывают 20 мл дистиллированной воды. Цинк десорбируют промыванием концентрата 5 мл 5 М HNO<sub>3</sub>. Параллельно проводят контрольный опыт.

Правильность определения цинка после концентрирования проверяли методом «введено-найденно» на образцах водопроводной воды. Без добавки в водопроводной воде найдено 10.2 ± 0.3 мкг/мл цинка, при добавке 10.0 мкг/мл найдено 25.1 ± 0.4 мкг/мл цинка (Sr = 0.03; n = 5; P = 0.95).

Таким образом, предлагаемая новая экспрессная методика включает предварительное концентрирование цинка, позволяет количественно выделять цинк из большого объема пробы со сложным фоновым составом и обеспечивает надежное и правильное определение концентрации с воспроизводимостью (Sr = 0.01-0.04). Предел обнаружения цинка составляет 0.1 мкг/л.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басаргин, Н. Н. Органические реагенты и хелатные сорбенты в анализе минеральных объектов / Н. Н. Басаргин, Ю. Г. Розовский, В. А. Волченкова и др. – М. : Наука, 1980. – 190 с.
2. Иванова, Е. Имобилизованные органические реагенты и их применение в аналитической химии / Е. Иванова, О. Тодорова // Изв. хим. – Волгоград : АН, 1989. – № 1. – С. 78–93.
3. Коростылев, П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ / П. П. Коростылев. – М. : Изд. АН СССР, 1962. – 311 с.
4. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1979. – 480 с.
5. Мясоедова, Г. В. Хелатообразующие сорбенты / Г. В. Мясоедова, С. Б. Саввин. – М. : Наука, 1984. – 171 с.
6. Невская, Е. М. Полиоксифлавоны как аналитические реагенты / Е. М. Невская, В. А. Назаренко // Журн. аналит. Химии, 1991. – т.46, №6. – С. 1093–1097.
7. Салдадзе, К. М. Комплексообразующие иониты (комплекситы) / К. М. Салдадзе, В. Д. Копылова-Валова. – М. : Химия, 1980. – 336 с.
8. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов // Гос. стандарт, 1986. – С. 3–6, 31.
9. Филов, В. А. Неорганические соединения элементов I-IV групп / В. А. Филов. – Л. : Химия, 1988. – С. 193–200.

*Материал поступил в редакцию 15.01.16.*

#### SORPTION-LUMINESCENCE DETERMINATION OF ZINC IN THE ENVIRONMENT OBJECTS

**H.U. Usmanova<sup>1</sup>, Z.A. Smanova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Chemistry, Associate Professor,

<sup>2</sup> Doctor of Chemistry, Associate Professor of Department of General, Inorganic and Analytical Chemistry  
National university of Uzbekistan (Tashkent), Uzbekistan

**Abstract.** *The sorption fluorescent method determining zinc by immobilized calconcarboxylic acid is developed. The optimal conditions for zinc determination are determined and immobilization conditions are optimized. The proposed method is tested for different water types.*

**Keywords:** *immobilization, luminescence determination, zinc, calconcarboxylic acid.*



УДК 543.432: 543.33

## СОРБЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ И СВИНЦА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ РЕАГЕНТАМИ

А.Э. Янгибаев<sup>1</sup>, З.А. Сманова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> старший преподаватель, <sup>2</sup> доктор химических наук, доцент химического факультета Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

**Аннотация.** Увеличение возможностей аналитических измерений ежегодно приводит к совершенствованию и специализации знаний по этой тематике: понимаю степени распространения и поведения экотоксикантов в объектах окружающей среды и связанных с этим экологических последствий повышения регионального и глобального уровня их вредных содержаний.

**Ключевые слова:** иммобилизация, сорбционно-спектрометрическая методика, ионы меди, свинца, оптический сенсор.

Загрязнения окружающей среды тяжелыми токсичными металлами (ТТМ) является одной из актуальных проблем современной аналитической химии, медицины и экологии. Поэтому изучению различных аспектов повышенного содержания токсичных элементов в природных средах, включая воздушную и водную системы, посвящено огромное количество публикаций.

В настоящей работе предлагаются результаты иммобилизации некоторых органических реагентов на полимерных волокнистых материалах, используемых в качестве чувствительных слоев оптических сенсоров для определения ТТМ. Применяя волокнистые ионообменные материалы, можно довольно легко сочетать избирательное концентрирование определяемого мутагена и экотоксиканта с высокой селективностью, повышающей избирательность метода и экспрессность анализа, а также снижающей предел обнаружения [2, 3].

Нами установлен механизм иммобилизации и выявлены некоторые особенности комплексообразования на используемых твердых полимерных материалах [6].

**Аппаратура и используемые реагенты.** Стандартные растворы применяемых металлов готовили растворением их точных навесок нитратов или хлоридов по известным методикам [4], с последующим их разбавлением бидистиллированной водой. Титр полученных таким образом растворов составил 1,0 мг/л.

Растворы же органических реагентов были приготовлены растворением необходимых навесок препаратов в бидистиллированной воде, концентрация которых была равна  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

**Методика иммобилизации.** Приготовленные для эксперимента носители используют в форме дисков диаметром 2 см и массой 20-50 мг. Полученные диски промывают 50 мл 0,1 М HCl, а затем 10 мл ацетона, далее их опускают на 4-10 мин. в стаканы с 10 мл раствора органического реагента ( $1,0 \cdot 10^{-5}$  –  $1,0 \cdot 10^{-3}$  М), промывают 50 мл дистиллированной водой и хранят во влажном состоянии в чашках Петри.

Полимерные анионообменные волокна получают химической модификацией промышленного полиакрилонитрильного волокна «нитрон» с азотсодержащими основаниями. Сорбенты, синтезированные по методике [1], представляют собой нетканое волокно, устойчивое к действию кислот и оснований. Оптимизированы условия иммобилизации системы органического реагент-носителя, установленные построением кривых зависимости интенсивности аналитического сигнала от концентрации, времени контакта, pH среды и т.д.

Исходя из полученных данных, для последующего успешного проведения исследования использовали те иммобилизованные реагенты, которые были получены при оптимизированных нами ранее условиях с необходимым оптимальным содержанием нанесенного компонента на носитель.

Разработанные методики определения ТТМ с использованием иммобилизованных органических реагентов (ИМОР) были применены к анализу стандартных образцов природных вод («сухая вода»), приготовленных в центральной лаборатории «Экогидрохимгео» комитета по геологии и охране недр Республики Казахстан – поставщика оригинальных сухих образцов вод (таблица 1).

В таких образцах содержатся макроколичества натрия, калия, кальция и магния, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, нитраты и микроколичества Cu, Mo, Re, U, Pb, Mn, Se, Zn, Co, Cr, Ni, Cd, Fe и Al.

Таблица 1

**Сорбционно-спектрометрическое определение некоторых тяжелых токсичных металлов иммобилизованными органическими реагентами в образцах вод**

Образец воды	Ион металла	Реагент	Найдено металла, мг/дм <sup>3</sup> ( $x \pm \Delta x$ )	Sr	Содержание металла по паспорту, мг/дм <sup>3</sup>
ОСО178-89	Cu	ИМАрсI	0,196 ± 0,01	0,012	0,2
СО-19	Cu	ИМАрсIII	0,105 ± 0,01	0,027	0,11
СО-19	Pb	ИМАрсIII	0,080 ± 0,012	0,064	0,09
СО-19	Cu	ИМАрсIII	1,190 ± 0,022	0,014	1,22

Окончание таблицы 1

Образец воды	Ион металла	Реагент	Найдено металла, мг/дм <sup>3</sup> ( $\bar{x} \pm \Delta x$ )	Sr	Содержание металла по паспорту, мг/дм <sup>3</sup>
СО-19	Pb	ИМКО	0,288 ± 0,019	0,023	0,30
ГСО6517-92	Cu	ИМКО	0,098 ± 0,018	0,066	0,110
ГСО6517-92	Pb	ИМАрсIII	0,075 ± 0,014	0,068	0,085
ГСО6519-92	Cu	ИМКО	1,206 ± 0,026	0,011	1,23
ГСО6519-92	Pb	ИМАрсIII	0,282 ± 0,024	0,035	0,30
ГСО7200-92	Cu	ИМАрсIII	0,168 ± 0,040	0,067	0,19

Определение металлов в образцах вод, приготовленных пропусканием через диски ИМОР, проводили по [5, 7].

Эксперименты показали, что для всех содержаний металлов проб полученные данные достаточно хорошо сходятся с результатами, имеющимися в паспортах при анализе образцов вод.

Установлено, что носители с ИМОР и их комплексы с определяемыми металлами, по своим химико-аналитическим свойствам и метрологическим параметрам не только не уступают, но и по некоторым аналитическим и метрологическим характеристикам даже превосходят результаты, полученные известными и широко применяемыми в практике химического анализа фотометрическими методами, а простота определения металлов непосредственно на поверхности твердого носителя обуславливает высокую экспрессность проведения анализа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гафурова, Д. А. Синтез ионообменных материалов на основе нитрона и их применение / Д. А. Гафурова, Б. Ш. Хакимов, М. Г. Мухамедиев и др. // Вестник ТашГУ, 1999. – №2. – С. 27–29.
2. Дедкова, В. П. Тест-метод определения ртути(II), кадмия, свинца из одной пробы на волокнистом сорбенте ПАНВ-АВ-17 / В. П. Дедкова, О. П. Швоева, С. Б. Саввин // Журн.аналит.химии, 2006. – Т.61, №8. – С. 880–885.
3. Золотов, Ю. А. Химические тест-методы анализа / Ю. А. Золотов, В. М. Иванов. – М. : Едиториал УФСС, 2002. – 304 с.
4. Коростелев, П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ / П. П. Коростелев. – М. : Наука, 1964. – 304 с.
5. Сманова, З. А. Разработка сорбционно-спектрофотометрических методов анализа с использованием иммобилизованных органических реагентов / З. А. Сманова // Вестник НУУз. – Ташкент, 2010. – № 4. – С. 67–71.
6. Сманова, З. А. Сорбционно-фотометрическое определение ртути с помощью 1-(5-метил-2-пиридилазо)-5-диэтиламинофенола / З. А. Сманова // Химическая промышленность, 2009. – Т.86, №4. – С. 207–210.
7. Сманова, З. А. Темир (II) ионини 2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафталдегид ёрдамида сорбцион-фотометрик аниклаш / З. А. Сманова, Ж. Ш. Нурмухаммадов, М. С. Инатова и др. // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2013. – №6. – С. 58–62.

Материал поступил в редакцию 18.01.16.

## SORPTION-SPECTROPHOTOMETRIC METHODS OF COPPER AND LEAD DETECTION WITH IMMOBILIZED CHEMICAL AGENTS

A.E. Yangibaev<sup>1</sup>, Z.A. Smanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senior Lecturer, <sup>2</sup> Doctor of Chemistry, Associate Professor of Chemistry Faculty  
National university of Uzbekistan (Tashkent) Uzbekistan

**Abstract.** The opportunities increase of analytical measurements leads to development and specialization of knowledge on this topic annually: the understanding of expansion rate and proceeding of ecotoxicants in environmental objects and connected with it ecological consequences of regional and global level increase of their harmful content.

**Keywords:** immobilization, sorption-spectrophotometric methodology, copper ions, lead, optical sensor.

УДК 543. 251:541. 25: 541. 13:541.8.

### АЗОРЕАГЕНТ НА ИОНЫ ПАЛЛАДИЯ(II) 4-(2-N-МЕТИЛАНАБАЗИНАЗО)-М-ФЕНИЛДИАМИН

З.З. Яхшиева<sup>1</sup>, З.А. Сманова<sup>2</sup>, Н.О. Каримова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кандидат химических наук, старший научный сотрудник-соискатель,

<sup>2</sup> доктор химических наук, доцент химического факультета, <sup>3</sup> студент 2го курса  
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

**Аннотация.** Показана возможность использования 4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамина в качестве реагента для определения палладия. Оптимизированы условия комплексообразования. Предложенные методики применены к анализу бинарных, тройных и более сложных модельных смесей, имитирующих промышленные материалы и природные объекты.

**Ключевые слова:** избирательность, электропроводность, правильность, воспроизводимость, экспрессность, титрование.

Все возрастающие потребности промышленности в благородных металлах и их сплавах делают актуальной проблему анализа объектов окружающей среды с высоким содержанием платиноидов и золота. Точность, правильность и воспроизводимость, наряду с экспрессностью определения, особенно важны из-за высокой стоимости и дефицитности определяемых благородных элементов.

Фотометрические методы определения элементов основаны на простой зависимости между интенсивностью окраски раствора и концентрацией вещества в растворе. Одно из преимуществ фотометрии ее доступность. Большинство современных методик определения палладия включает стадию разложения пробы; это обусловлено как особенностями приборов, используемых для определения, так и необходимостью обеспечения представительности пробы [1]. При определении малых количеств палладия, в том числе в растворах сложного состава, полученных после разложения руд, необходимо предварительное концентрирование. Для этого чаще всего используют экстракционные [6] сорбционные методы [3]. Весьма перспективно динамическое сорбционное концентрирование, не требующее разделения фаз и позволяющее достигать высоких коэффициентов концентрирования за минимальное время [2, 4, 5 7].

Во многих работах [2] предложены высокочувствительные комбинированные методы определения палладия в рудах и породах, включающее разложение пробы, сорбционное концентрирование и спектроскопическое определение-атомно-абсорбционное (с пламенной и электротермической атомизацией), атомно-эмиссионное (в том числе с индуктивно связанной плазмой и др.) Хотя эти методы и решают многие задачи определения палладия, их использование для анализа большого числа образцов неоправданно дорого. В данной статье предлагается селективная и экспрессная методика определения палладия с помощью синтезированного нами азореагента 4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамина (МАФДА).

#### Экспериментальная часть

**Реагенты и аппаратура.** Исходный раствор палладия готовили растворением 0,1666 г хлорида палладия в 0,1н соляной кислоте и доводили этой же кислотой до 100 мл в мерной колбе (1 мл раствора содержит 1 мг палладия). Рабочие растворы готовили разбавлением исходного.

Исходный раствор реагента 0,0005 М раствор реагента МАФДА готовили растворением точной навески его в этиловом спирте.

Оптическую плотность растворов измеряли на КФК-2, количественное определение палладия измеряли на приборе СРЕКТРО СИРОС VISION.

**Методика определения.** В конические колбы ёмкостью 50 мл помещают 5 мл анализируемого раствора с содержанием палладия 40 мкг/мл., затем вносим 10 мл раствора МАФДА с концентрацией 0,0005 М. и перемешиваем в течении 10 минут. После раствор фотометрируем на приборе КФК-2.

**Результаты и их обсуждение.** Для фотометрического определения палладия наиболее чувствительным и достаточно избирательным азореагентом является 4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамин, образующий ярко окрашенный комплекс малинового цвета характеризующейся максимумом поглощения, при 540 н.м, а сам реагент МАФДА при 440 н.м (рис.1).

Нашей задачей было нахождение оптимальных условий для фотометрического определения палладия с реагентом 4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамина, рН среды, оптимального буферного раствора, время концентрации комплекса.

В результате исследования было установлено, что, начиная с 20 минут, комплекс остаётся устойчивым. При подборе буферного раствора нами был подобран универсальный буфер с рН = 4,2. И все остальные исследования проводились при данном рН. Нами была установлена зависимость оптической плотности комплекса от количества прибавленного реагента.

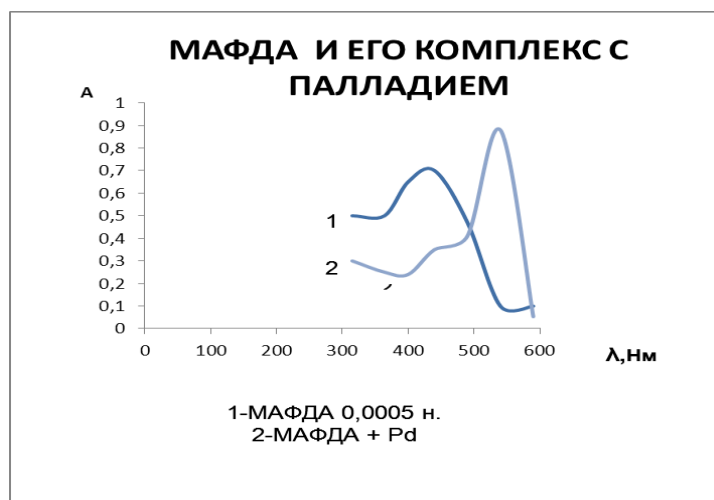


Рис. 1.

Таблица

**Зависимость оптической плотности комплекса от количества прибавленного реагента**

vR(мл)	0,2	0,4	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	4,0	5,0
A(н.м)	0,025	0,16	0,21	0,25	0,35	0,46	0,51	0,64	0,64

Из таблицы можно сделать вывод, что комплекс, по-видимому, устойчивый и для образования прочного комплекса достаточно 4 мл раствора реагента МАФДА.

Были определены мольные отношения (1:1) в комплексе палладия с МАФДА методом изомольных серий и методом Асмуса. Это говорит о том, что в данной реакции участвует одна молекула азокрасителя.

**Выводы:** синтезированное азосоединение на основе метиланабазина (4-(2-N-метиланабазиназо)-м-фенилдиамин) (МАФДА), является наиболее чувствительным и достаточно избирательным реагентом для фотометрического и сорбционно-спектроскопического определения палладия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билиш, Ф. Аналитическая химия благородных металлов / Ф. Билиш. – М. : Мир, 1969. – ч.1. – С. 267–272.
2. Богачёва, Л. В., Ковалёв, И. А., Цизин, Г. И. // Вестн. Моск. ун-та. Серия 2. Химия, 1999. – т. 40, №2. – С. 110–113.
3. Гурьева, Р. Ф., Савин, С. Б. // Журнал аналит. химии, 2000. – т. 55, №3. – С. 280–283.
4. Ковалёв, И. А., Цизин, Г. И., Формановский, А. А. // Пат. РФ №2077778. Приоритет от 26.07.94.
5. Цизин, Г. И. Дис...док.хим.наук / Г. И. Цизин. – М. : МТЧ, 2000. – С. 78–79.
6. Шмидт, В. С. Экстракция аминами / В. С. Шмидт. – М. : Атомиздат, 1980. – С. 311–314.
7. Kovalev, I. A., Tsyisin, G. I., Zolotov, Yu. A. // Mendeleev Commun., 1995. – №3. – P. 111–116.

Материал поступил в редакцию 15.01.16.

#### AZOREAGENT ON PALLADIUM(II) IONS 4-(2-N-METHYLANABAZINAZO)-M- PHENYLENEDIAMINE

Z.Z. Yakhshieva<sup>1</sup>, Z.A. Smanova<sup>2</sup>, N.O. Karimova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Chemistry, Senior Researcher, Applicant,

<sup>2</sup> Doctor of Chemistry, Associate Professor of Chemistry Faculty, <sup>3</sup> 2<sup>nd</sup> year Student  
National University of Uzbekistan (Tashkent), Uzbekistan

**Abstract.** The possibility of using 4-(2-N-methylanabazinazo)-m-phenylenediamine as reagent for palladium detection is shown. The conditions for complex formation are optimized. The suggested methods are used for analysis of binary, ternary and more complex model mixtures imitating industrial materials and natural objects.

**Keywords:** selectivity, electrical conduction, rightness, quickness, reproduction, titration.

УДК 543.432: 543.33

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ  $Mn(II)$  СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ АЗОРЕАГЕНТА МЕТИЛАНАБАЗИНА- $\alpha$ -АЗО- $\beta$ -НАФТОЛА****Х.Ш. Яхшиева<sup>1</sup>, У.У. Жумартова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> преподаватель, <sup>2</sup> студент

Джизакский государственный педагогический институт им. А. Кадыри, Узбекистан

***Аннотация.** Показана возможность использования *N*-метиланабазин- $\alpha$ -азо- $\beta$ -нафтола в качестве реагента для определения  $Mn(II)$ . Оптимизированы условия иммобилизации и комплексообразования. Разработана сорбционно-фотометрическая методика определения  $Mn(II)$ .*

***Ключевые слова:** иммобилизация, комплексообразование, сорбционно-фотометрический метод, титрование.*

Одна из важных и актуальных проблем, возникающих при обеспечении безопасности среды обитания человека и диагностике различных заболеваний, контроле содержания взрывоопасных примесей в воздухе рабочих зон производственных помещений, а также установлении степени токсичности вдыхаемого персоналом воздуха является проведение анализа большого количества проб сложного природного состава (водных сред, почв и биологических жидкостей) на содержание вредных и токсичных компонентов [2, 3, 5].

В связи с этим целью настоящего исследования является разработка экспрессных, высокоизбирательных и высокочувствительных сорбционно-спектроскопических методик и тест-систем для определения ионов марганца (II) с использованием иммобилизованных реагентов (ОР) и внедрение их в практику анализа различных аналитических и экологических лабораторий. Анализ следовых количеств органических и неорганических веществ включает четыре основных стадии: накопление и хранение материала, экстракцию, аналитическое определение и обработку полученных результатов. При разработке экспрессных методов скрининга значительное упрощение и / или экономия времени могут быть достигнуты на второй и третьей стадиях [1]. Необходимо учитывать, что первая стадия, общая как для обычных методов анализа, так и экспресс-скрининга, может являться источником существенных и серьезных ошибок. Поскольку во многих современных методах используется обработка данных на ЭВМ, последние две стадии могут быть совмещены. Сорбенты с иммобилизованными на них ОР легко получить в лабораториях любой оснащённости, дешевы, избирательны к сорбируемому иону, позволяют на два, три порядка повысить чувствительность методов определения, обладают достаточной сорбционной ёмкостью [4].

Целью работы явилось изучение комплексообразования марганца с иммобилизованным азокрасителем на полимерном носителе и разработка методики твердофазного спектрофотометрического определения ионов марганца в сточных и природных водах.

Методами ИК-, ЯМР-, элементного анализа подтверждён механизм иммобилизации. Для оценки содержания марганца использовали коэффициент диффузного отражения (R). Изучено влияние различных параметров на величину R: pH среды, температура, концентрация реагента и времени иммобилизации. Оптимизированы условия спектроскопического определения марганца, изучена аддитивность сигнала для растворов, содержащих смеси нескольких компонентов. Иммобилизацию реагента на исследуемых сорбентах проводили из водных растворов в статическом режиме по следующей методике: образец волокна в виде дисков (таблеток) диаметром 2 см и массой 20-60 мг прессовали под давлением 150-300 кг/см<sup>3</sup> в специальной форме и опускали в стакан с 0,1 М раствором HCl (50 см<sup>3</sup>). При этом исходный сорбент переходит в Cl-форму. После чего, диск промывали дистиллированной водой, а затем опускали в стакан с 10 см<sup>3</sup> раствора органического реагента, выбранного для иммобилизации и выдерживали его в течение необходимого промежутка времени. Придерживая диск стеклянной палочкой, сливали реагент и диск промывали дистиллированной водой (2 раза по 50 см<sup>3</sup>) для удаления незакрепившегося реагента и хранили носители в чашках Петри во влажном состоянии. Количество иммобилизованного реагента определяли по его остаточной концентрации в промывных водах фотометрическим методом. В условиях аналитической лаборатории предложенные методики имеют большое преимущество в экспрессности выполнения анализа, простоте и достаточной чувствительности (предел определения ниже на порядок, чем в фотометрических методах), особенно при массовых анализах многокомпонентных проб, содержащих исследуемый металл.

Методика определения марганца в водной среде с помощью разработанной методики проверена методом «введено – найдено» на модельных растворах, имитирующих реальные образцы природных вод, а также на реальных образцах вод сравнением с результатами, полученными атомно-абсорбционной спектроскопией. Это подтверждает пригодность предложенной методики для экспрессного аналитического контроля природных вод. Содержание металла определяют по градуировочному графику, построенному в координатах коэффициент отражения от концентрации  $F = f(C)$ . Разработанная методика определения марганца в чистых растворах применена к анализу сточных и природных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гафурова, Д. А. Синтез ионообменных материалов на основе нитрона и их применение / Д. А. Гафурова, Б. Ш. Хакимжонов, М. Г. Мухамедиев // Вестник ТашГУ, 1999. – №2. – С. 27–29.
2. Дедкова, В. П. Тест-метод определения ртути(II), кадмия, свинца из одной пробы на волокнистом сорбенте ПАНВ-АВ-17 / В. П. Дедкова, О. П. Швоева, С. Б. Саввин // Журн. аналит. химии, 2006. – Т.61, №8. – С. 880–885.
3. Золотов, Ю. А. Химические тест-методы анализа / Ю. А. Золотов, В. М. Иванов. – М. : Едиториал УФСС, 2002. – 304 с.
4. Коростелев, П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ / П. П. Коростелев. – М. : Наука, 1964. – 304 с.
5. Сманова, З. А. Сорбционно-фотометрическое определение ртути с помощью 1-(5-метил-2-пиридилазо-)-5-диэтил-аминофенола / З. А. Сманова // Химическая промышленность, 2009. – Т.86, №4. – С. 207–210.

*Материал поступил в редакцию 15.01.16.*

**THE DETECTION OF MN(II) IONS BY SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD  
USING METYLANABASIN- $\alpha$ -AZO- $\beta$ -NAPHTHOL AZO-DYE**

**H.Sh. Yakhshieva<sup>1</sup>, U.U. Zhumartova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Teacher, <sup>2</sup> Student

Jizzakh State Pedagogical Institute named after A. Kadiri, Uzbekistan

**Abstract.** *The use possibility of N-metylanabazin  $\alpha$ -azo- $\beta$ -naphthol as a reagent for Mn(II) detection is shown. The conditions for immobilization and complex formation are optimised. The sorption-photometric methodology of Mn(II) detection is developed.*

**Keywords:** *immobilization, complex formation, sorption-photometric methodology, titration.*

---



---

**Biological sciences**  
**Биологические науки**

---



---

УДК 639.128.1

**К ВОПРОСУ НЕВОЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ХИЩНЫХ ПТИЦ  
В УСЛОВИЯХ АЛМАТИНСКОГО ЗООПАРКА**

**К.И. Батырова<sup>1</sup>, Г.М. Валиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии, зоологии и БЖ, <sup>2</sup> магистрант  
Казахский национальный педагогический университет им. Абая (Алматы), Казахстан

***Аннотация.** В настоящее время в коллекции Алматинского зоопарка содержится 32 вида дневных хищных птиц, многие из которых занесены в Красную книгу Казахстана. И вопрос сохранения птиц как в видовом многообразии, так и в численности, является актуальным. Особый интерес представляют балобан, беркут, орланы, которые являются объектами международных программ разведения редких видов хищных птиц. В результате исследований было выявлено, что процент выживаемости птенцов у сокола балобан (*Falco cherrug* G.) составил более 40 %.*

***Ключевые слова:** хищные птицы, инкубация, оплодотворенность яиц, природоохранный статус.*

Естественный интерес людей к обитателям дикой природы в определенной степени удовлетворяется сетью зоологических парков, которые расположены в таких городах Казахстана, как Шымкент, Караганда и Алматы.

Между тем, основы содержания многих видов животных в условиях зоопарков в отечественной, биологической науке рассмотрены недостаточно. По данным В.В. Спицина (1986), работы составляют всего 12 % тем научных работ, разрабатываемых в зоопарках страны, кормлению животных в неволе посвящено 20 % работ. Прошло более 20 лет, но соотношение тематик практически не изменилось [1].

Среди наиболее значимых и, тем не менее, малоизученных направлений можно выделить продолжительность жизни, сроки размножения, откладывание яиц, степень оплодотворенности яиц, особенности содержания хищных птиц и другие.

Известно, что Алматинский зоопарк – единственный среди зоопарков Европы и СНГ, где успешно размножаются все хищные птицы, в то числе редкие виды. Известны случаи успешного размножения таких птиц как: орланы, черные грифы, бородачи, кумаи, степные орлы, соколы балобаны. На сегодняшний день на территории Алматинского зоопарка обитают более 200 особей хищных птиц.

Объектами наших исследований были хищные птицы Алматинского зоопарка: беркут (*Aquila L.*), балобан (*Falco cherrug G.*). Все изучаемые птицы были получены путем инкубации в условиях зоопарка.

*Балобан – один из самых редких хищных птиц Казахстана, численность которой снизилась до критического уровня, а в некоторых регионах он перестал гнездиться совсем. Ежегодно фиксируются 2–3 брошенные кладки, что является, вероятнее всего, следствием беспокойства птиц в период насиживания [3].*

Для восстановления численности популяции балобана принята государственная программа по выпуску в природу птиц из соколиного питомника, так за два года 2007-2008 было выпущено более 100 птиц [2].

*В зоопарках нашей страны содержится не более 25 особей. В Алматинском зоопарке балобаны живут с 1996 г, но впервые пара образовалась только в 2000 г. (устное сообщение А.В. Синявского). Содержались они в небольшом вольере, где регулярно приступали к гнездостроению. Самка откладывала яйца, птицы насиживали их, но птенцов не выводили. Строительством гнезда занимаются обе птицы. Гнездо содержится в чистоте – свежая выстилка не только предшествует кладке яиц, но и продолжается в течение всего периода размножения вплоть до вылета птенцов. Самка начинает откладывать яйца в апреле. Однако известно, что существует и ранняя кладка в январе. В кладке четырех пар балобанов было 1-2 яйца. Яйца откладывались с интервалом в среднем 5-6 дней. К сожалению, не все яйца оказались оплодотворенными.*

Алматинский зоопарк имеет большой опыт по инкубации яиц птиц, например, за последние 10 лет было проинкубировано около 50 яиц балобанов, полученных в питомнике, и более 20, изъятых в рамках программы по реинтродукции из диких балобанов. Например, в 2015 году в условиях инкубации было выращено 5 птенцов из 12 отложенных яиц.

Яйца хищных птиц инкубировались в инкубаторах типа «Виктория» (Италия), который поддерживает постоянную, регулируемую температуру 37,5-37,8 °С.

По данным отчетности в зоопарке одна пара балобана (KZ1500006616, KZ1500006622) за период 2000-2012 гг. вырастила 23 птенца.

За последние столетия беркут исчез из многих районов республики, где обитал ранее – причинами этого стали массовое истребление, использование пестицидов, урбанизация и изменение земель под хозяйственные нужды. В настоящее время беркут, как и большинство других пернатых хищников, находится под охраной государственных законодательств и межправительственных соглашений. В частности, беркут имеет статус редкого вида в Красной книге Казахстана. Беркут – один из самых крупных и редких пернатых хищников Казахстана [4]. В зоопарках нашей страны содержится не более 20 особей.

В Алматинском зоопарке беркуты живут с 1984, но впервые пара образовалась только в 1988 г. (устное сообщение А.В. Синявского). Содержались они в вольере восьмиугольной формы (типа «шатер») с периметром основания 8 и высотой 6 м, где регулярно приступали к гнездоброению. Самка откладывала яйца, птицы насиживали их, но птенцов не выводили. Гнездо пары беркута в отличие от балобанов, которые построили на полке, представляло собой громоздкое сооружение на дереве. Так парой беркутов в 2015 было отложено два яйца, однако они оказались неоплодотворенными. Были зарегистрированы случаи покидания гнезда, где самка и самец переставали высиживать яйца. Известно, что птицы не столько защищают собственно гнездо, сколько границы участка, прогоняя пришельцев на его периферии. Гнездящиеся птицы, потревоженные человеком, очень редко пытаются вступить в схватку, вместо этого очень легко бросают кладку либо птенцов.

Среди 20 особей беркута только одна пара отложила яйца, которые оказались неоплодотворенными.

Опыт работы Алматинского зоопарка показывает, что в условиях неволи при создании определенного комплекса условий (отдельное содержание от других видов, сведения к минимуму фактора беспокойства, полноценное питание, наличие строительного материала в период гнездования и т.д.) можно добиться получения потомства птиц, имеющих природоохранный статус.

Полученные данные могут быть использованы как методические рекомендации содержания хищных птиц в неволе, а также для разработки мероприятий, посвященных изучению птиц.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданович, Г.Г. Искусственная инкубация и выращивание хищных птиц в Московском зоопарке / Г.Г. Богданович, В.В. Спицын, Л.М. Вишневецкая и др. // Первое всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры. Тезисы докладов. Часть вторая. – М, 1986. – С. 255-258
2. Левин, А.С. Нелегальная торговля и снижение численности балобана в Казахстане / А.С. Левин // Пернатые хищники и их охрана. – 2011. – №23. – С. 64–73
3. Левин, А.С. Проблемы охраны балобана в Казахстане / А.С. Левин // Пернатые хищники и их охрана. – 2008. – № 12. – С. 48-55
4. Gavrilo, E.I. "The Birds of Kazakhstan" / E.I. Gavrilo, A.E. Gavrilo. – Almaty, 2005. – 228 с.

Материал поступил в редакцию 18.01.16.

## ON THE ISSUE OF CAPTIVE-HELD BIRDS UNDER THE CONDITIONS OF ALMATY ZOO

**K.I. Batyrova<sup>1</sup>, G.M. Valieva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Biology, Associate Professor of Department of Anatomy, Physiology, Health and Life Safety,

<sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree

Kazakh National University named after Abai (Almaty), Kazakhstan

**Abstract.** Now the collection of the Almaty zoo contains 32 species of birds of prey, many of which are included in the Red data book of Kazakhstan. And the issue of preservation of birds both in specific variety, and in number, is actual. The saker falcon, golden eagle, sea eagles are objects of the international programs of cultivation of rare species of birds and are of special interest. As a result of researches it was revealed that survival percent of saker falcon's baby birds (*Falco cherrug G.*) is made more than 40%.

**Keywords:** birds of prey, incubation, fertile eggs, conservation status.



УДК 592: 574.4

## ИЗУЧЕНИЕ ПАРАЗИТОЦЕНОЗОВ ДИКИХ И ДОМАШНИХ ПТИЦ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

**И.В. Кураченко**, старший преподаватель кафедры зоологии, физиологии и генетики  
УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», Беларусь

**Аннотация.** Приводятся данные о паразитофауне диких и домашних птиц некоторых районов юго-востока Беларуси, установлена зависимость состава паразитоценозов от биологических особенностей птицы.

**Ключевые слова:** дикie птицы, домашние птицы, паразитоценоз, юго-восток Беларуси.

Важным резервом сохранения биологического разнообразия и ресурсов орнитофауны является профилактика паразитоценозов диких и домашних птиц. Изучение паразитоценозов – обязательное звено в цепи паразитологических исследований и должно проводиться в экологическом аспекте [3].

Сбор материала осуществлялся в населенных пунктах Добрушского, Речицкого, Хойникского и Гомельского районов Гомельской области. Обследованы гнезда пяти видов птиц различных экологических групп: *Parus montanus*, *Columba livia*, *Hirundo rustica*, *Delichon urbica* и *Riparia riparia*. Статистическая обработка материалов проводилась с использованием стандартных статистических методов по программам статистического пакета Statistica 6.0 и SPSS 13.0.

Паразитические формы, зарегистрированные в исследуемых гнездах, относятся к отрядам Ascarid и Arphaniptera. Доминируют облигатные гематофаги, представленные семейством Dermanyssidae Duges, 1834 (*Ornithonyssus sylvarum* / Canestrini et Fanzago, 1877 /, *Dermanyssus gallinae* / De Greer, 1778/) и семейство Laelaptidae Berlese, 1892, вид *Haemolaelaps glasgowi* (Berlese, 1903). Максимальные значения индекса доминирования отмечены в гнездах следующих видов птиц: сизого голубя (для *Dermanyssus gallinae* ИД  $54,6 \pm 1,5$  при встречаемости 18,5 %); деревенской ласточки (для надсем. Gamasoidea ИД  $63,2 \pm 2,1$  при встречаемости 43,8 %). В гнездах *Riparia riparia* обнаружен *Dermanyssus hirundinis* (Herm.) Berlese, 1804. В гнездах *Parus montanus* обнаружены *Dermanyssus hirundinis* (Herm.) Berlese, 1804 и *Dermanyssus gallinae* De Greer, 1778.

Установлено, что блохи *Ceratophyllus collumbeae* и *Cer. rusticus* предпочитают гнезда закрытого типа, расположенные в укрытиях (*Hirundo rustica*), менее – гнезда норового типа (*Riparia riparia*). ИД у деревенской ласточки для *Cer. collumbeae* составляет  $69,46 \pm 3,34$ , а у береговой ласточки  $20,00 \pm 2,91$  (при  $td_{2,69-15,06}$ ).

Паразитические членистоногие в гнездах птиц достигают наибольшей концентрации в биотопах многоэтажной кирпичной застройки (ИО 369,9) и одноэтажной деревянной застройки с приусадебными участками (ИО 534,1). Здесь в гнездах птиц вследствие высокой плотности гнезд и видового разнообразия птиц при доминирующем положении синантропных видов (*Parus montanus*, *Columba livia*, *Hirundo rustica*, *Delichon urbica*) отмечены многочисленные микропопуляции паразитических членистоногих: гематофаги Dermanyssidae, Ceratophyllidae. Большая численность паразитических членистоногих в птичьих гнездах связана, прежде всего, с довольно высокой концентрацией гнезд в исследуемых биотопах. Кроме того, колониальный способ гнездования некоторых видов птиц и обогащение фауны гнезда членистоногими при посещении другими видами способствует заселению гнезд нидиколами. Большое значение для успешного существования гематофагов имеет многократность использования гнезд и наличие нескольких кладок (сизый голубь, деревенская ласточка и др.), что приводит к значительному увеличению времени нахождения птиц в гнезде.

Большое внимание к изучению паразитоценозов домашних птиц связано с большой ценностью последних. Птицеводству отдано заметное место в решении глобальной проблемы обеспечения населения полноценными пищевыми белками. При поражении птиц пухоедами, количество которых может достигать десятков тысяч, у них появляются оголенные участки тела в области тела шеи, груди, вокруг клюва. Такие птицы, особенно молодняк, плохо растут, худеют, у кур заметно снижается яйценоскость. При паразитировании блох у кур снижается на 5-50 % яйценоскость, у цыплят замедляется рост [1, 2].

Исследования проводились в частных хозяйствах на территории Речицкого района, осмотрено 150 кур трех пород (Русская белая, Белорусская коричневая и Леггорн). На исследуемых птицах были обнаружены следующие морфологические типы пухоедов (Mallophaga, Insecta Ectognatha):

I тип. Объединяет сравнительно мелкие, округлые, быстро подвижные формы с овальной, поперечно-вытянутой головой, ноги бегательного типа (представители семейства Menoponidae). Усики булавообразные, голоччатые.

V тип. Пухоеды различной величины, чаще крупные, с большой и широкой головой, широкоовальным телом; ноги у них хватательного типа. Усики 5-члениковые, нитевидные.

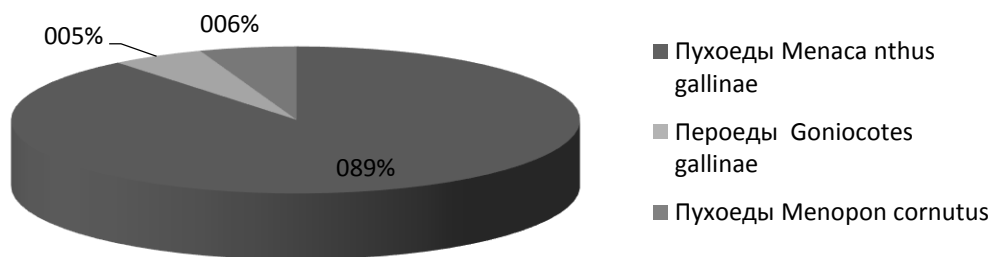


Рисунок 1. Структура паразитоценозов домашней птицы Речицкого района

Необходимо отметить, что чаще встречаются имагинальные стадии пухоедов (90,6 % от общего числа). Формирование паразитоценоза гнезда (курятника) начинается буквально с его строительства. Занос членистоногих происходит при подселении новых кур, при «нанесении визитов» синантропными птицами. Установлено, что в весенне-летний период численность пухоедов снижается (возможность использования песочных ванн), с наступлением холодов – увеличивается, что связано с содержанием кур в замкнутом пространстве.

У осмотренных кур выявлены эктопаразиты – представители отряда Mallophaga (2 семейства, 3 вида). Пухоеды семейства Menoponidae представлены двумя видами: *Menopon cornuthus* (Shtom) и *Menacanthus gallinae* (Neum.), а семейство Philopteridae – видом *Goniocotes gallinae* Deg. Доминирует вид *Menopon cornuthus*. Установлена четкая зависимость количества паразитов от возраста птицы, сезона года, используемой подстилки. Наблюдения подтверждают, что скученное содержание птицы, неправильный уход способствуют поражаемости кур паразитами. Выявлены, как личиночные, так и имагинальные стадии пухоедов (доминируют имаго – 90,6 %).

Эндопаразиты относятся к группе геогельминтозов и представлены двумя видами: *Ascaridia galli* L. и *Capilaria columbae* M. Был выяснен возраст птиц наиболее подверженных заражению геогельминтами – 190 дней и более. Это дает возможность проведения профилактических мероприятий в определенные возрастные периоды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абуладзе, К.И. Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных / К.И. Абуладзе, Н.В. Димидов, Л.А. Непоклонов; под ред. К.И. Абуладзе. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.
2. Балобин, Б.В. Практическое птицеводство / Б.В. Балобин; под ред. А.М. Пентюговой. – Мн.: Урожай, 1997. – 64 с.
3. Дубинина, М.Н. Паразитологическое исследование птиц / М.Н. Дубинина; под ред. А.С. Мончадского. – Ленинград: Наука, 1971. – 139 с.

Материал поступил в редакцию 26.01.16.

### PARASITE CENOSIS STUDYING OF WILD AND FOWL BIRDS OF THE SOUTHEAST OF BELARUS

I.V. Kurachenko, Senior Lecturer of Department of Zoology, Physiology and Genetics  
Francisk Skorina Gomel State University, Republic of Belarus

**Abstract.** The data on the parasitofauna of wild and fowl birds of some regions of the southeast of Belarus are provided, the dependence of structure of parasite cenosis on biological features of bird is established.

**Keywords:** wild birds, fowl birds, parasite cenosis, southeast of Belarus.

УДК 636:619

## ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧНЫХ ДОЗ АКСОРБАТА ЛИТИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ НА БЕЛКОВЫЙ И ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН У КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР

К.С. Остренко<sup>1</sup>, В.В. Расташанский<sup>2</sup>, И.С. Сардарян<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кандидат биологических наук, докторант лаборатории Иммунобиотехнологии, <sup>2</sup> менеджер,

<sup>3</sup> кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакологии и клинической фармакологии

<sup>1</sup> ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных (Боровск),

<sup>2</sup> ООО «НОРМОфарм» (Абаза),

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический университет, Россия

**Аннотация.** В данной статье анализируется влияние токсичных доз аскорбата лития при длительном введении на белковый и липидный обмен у крыс линии Вистар.

**Ключевые слова:** крысы линии Вистар, аскорбат лития, липидный обмен, белковый обмен.

Длительное применение высоких доз лекарственных веществ может привести к негативным последствиям для организма [1]. Многие лекарственные вещества эффективны, но обладают малой терапевтической широтой. Например, карбонат лития является эффективным средством при лечении когнитивных расстройств. Основным его недостатком являлась его высокая токсичность и низкая терапевтическая широта [2].

**Целью настоящего эксперимента** явилось определения опасности повторного применения аскорбата лития на липидный и углеводный обмен, степени его выведения при длительном назначении.

**Материалы и методы:** исследования проводились на 40 крысах самцах линии Вистар массой 200-250 г. Животные были подобраны и распределены на две группы по принципу парных аналогов, содержались в идентичных условиях кормления и содержания. Перед началом исследований животных выдерживали на карантине в течение 12 дней, до введения препарата подвергали суточной депривации. Аскорбат лития вводили в течение 30 дней в дозе 0,63 мг/кг м.т. (что составляет 1/10 ЛД<sub>50</sub>). Отбор проб производился через 18 и 31 день.

Результаты обрабатывали на РС, используя программные продукты Excel\_03 и Statistica 6.0, подсчитывая  $M \pm m$ , достоверность различий между группами определяли по непараметрическому критерию U – Вилкоксона–Манна–Уитни. Все процедуры и опыты на мышах проводились в соответствии с международными правилами обращения с животными.

**Результаты:** в ходе исследования не наблюдалось повышение активности АЛТ в сыворотке крови крыс и не менялась достоверно активность АСТ.

Содержание гемоглобина и эритроцитов достоверно не различалось ни через 18, ни через 31 день введения аскорбата лития.

Через 18 дней опыта в сыворотке крови крыс опытной группы не появилась тенденция к повышению содержания белковых фракций, а фракции альбуминов и глобулинов не увеличились (таблица 1).

Таблица 1

**Влияние длительного введения Нормотима на содержание белковых фракций в сыворотке крови крыс линии Вистар (в % от общего количества белка)**

	Группа	Alb.	глобулины					β-липо-протеиды
			a1	a2	b1	b2	g	
Через 18 дней	Контроль	48,8 ± 0,97	11,3 ± 0,54	5,5 ± 0,31	5,9 ± 0,33	15,3 ± 0,33	13,2 ± 0,57	0,86 ± 0,06
	Опыт	46,7 ± 1,23*	13,1 ± 0,43*	4,3 ± 0,23	6,2 ± 0,31	16,5 ± 0,72	15,2 ± 0,44*	4,5 ± 1,21
Через 31 день	Контроль	46,3 ± 0,18	12,4 ± 0,49	6,7 ± 0,16*	5,5 ± 0,63	16,8 ± 0,83	16,1 ± 0,41	1,01 ± 0,02
	Опыт	47,9 ± 2,10	14,5 ± 1,10	6,6 ± 0,58	5,8 ± 0,24	15,9 ± 0,44	18,1 ± 0,63*	7,63 ± 0,05*

*Примечание:* \*p < 0,05 при сравнении по t-критерию с контролем)

Спустя 31 день применения препарата эта закономерность сохраняется, только у β-липопротеидов наблюдается повышение. Таким образом применение аскорбата лития не влияет на белковые фракции крови.

Введение крысам 1/10 ЛД<sub>50</sub> исследуемого препарата в течение месяца не вызывало тенденцию к снижению суммы незаменимых аминокислот и суммы свободных аминокислот (таблица 2).

Таблица 2

**Содержание свободных аминокислот  
в сыворотке крови крыс линии Вистар, получавших Нормотим в течении 30 дней (ммоль/л)**

Аминокислоты	Контрольная группа	Опытная группа
Аспарагиновая	0,053 ± 0,006	0,050 ± 0,003
Серин	0,162 ± 0,034	0,149 ± 0,015*
Глутаминовая	0,205 ± 0,024	0,208 ± 0,018
Пролин	0,107 ± 0,030	0,92 ± 0,003
Цистин	0,021 ± 0,005	0,029 ± 0,008
Глицин	0,157 ± 0,017	0,164 ± 0,011*
Аланин	0,138 ± 0,026*	0,124 ± 0,013
Тирозин	0,088 ± 0,019	0,070 ± 0,006
Треонин	0,139 ± 0,059	0,142 ± 0,010
Валин	0,065 ± 0,014	0,059 ± 0,008
Метионин	0,033 ± 0,006*	0,029 ± 0,005
Изолейцин	0,050 ± 0,011	0,041 ± 0,005
Лейцин	0,054 ± 0,011	0,047 ± 0,005
Гистидин	0,093 ± 0,016	0,081 ± 0,004
Фенилаланин	0,063 ± 0,012	0,060 ± 0,009*
Лизин	0,152 ± 0,044	0,148 ± 0,025
Аргинин	0,112 ± 0,022	0,110 ± 0,018

Примечание: \*p < 0,05 при сравнении по t-критерию с контролем

Снижение в сыворотке крови крыс содержание свободного гистидина, лейцина, изолейцина, тирозина, серина и метионина не значительно. (таблица 2). При исследовании токсичности аскорбата лития (1/10 ЛД<sub>50</sub> в течение месяца) тенденция к снижению к 18 дню опыта в сыворотке крови фракций НЭЖК, триглицеридов, эфиров холестерина и фосфолипидов не отмечено. В норме относительно контроля фракций фосфолипидов и холестерина в грудной мышце крыс, получавших аскорбат лития. После применения препарата в течение месяца содержание основных классов липидов в сыворотке крови и печени достоверно не менялось (таблица 3).

Таблица 3

**Влияние длительного введения Нормотима  
на содержание липидов в органах крыс линии Вистар (1/10 ЛД<sub>50</sub>) (г/л)**

	Группа	Фосфолипиды	Холестерин	НЭЖК	Триглицериды	Эфиры холестерина
Сыворотка крови	Через 18 дней					
	Контроль	2,89 ± 0,54	0,22 ± 0,04	0,42 ± 0,12	0,31 ± 0,12	2,89 ± 0,47
	Опыт	2,61 ± 0,56	0,28 ± 0,11	0,34 ± 0,14	0,21 ± 0,07	2,24 ± 0,52
	% к контролю	90,7	123	82	67	77,7
	Через 31 день					
	Контроль	3,16 ± 0,79	0,18 ± 0,04	0,37 ± 0,12	0,29 ± 0,09	2,01 ± 0,36
	Опыт	3,37 ± 0,94	0,19 ± 0,04	0,39 ± 0,14	0,30 ± 0,13	1,98 ± 0,56
	% к контролю	106,4	108	112,7	105	98,7
	Грудная мышца	Через 18 дней				
Контроль		807,25 ± 13,95	0,89 ± 0,09	0,18 ± 0,06	2,46 ± 0,94	
Опыт		10,12 ± 0,94	1,09 ± 0,18	0,21 ± 0,06	1,04 ± 0,14	
% к контролю		125	122,6	116,8	42,4	
Через 31 день						
Контроль		8,37 ± 0,47	0,54 ± 0,14	0,20 ± 0,03	1,26 ± 0,28	3,19 ± 0,75
Опыт		6,35 ± 0,15	0,46 ± 0,08	0,49 ± 0,12	4,21 ± 2,10	1,10 ± 0,35
% к контролю		75,9	86,0	238,6	333	34,4
Печень		Через 18 дней				
	Контроль	22,30 ± 1,18	2,29 ± 0,86	2,19 ± 0,06	7,04 ± 1,03	34,31 ± 1,18
	Опыт	23,36 ± 3,43	1,82 ± 0,30	3,10 ± 0,26	7,27 ± 1,48	8,53 ± 1,78
	% к контролю	104,8	79	141,6	103	24,8
	Через 31 день					
	Контроль	19,78 ± 1,24	1,38 ± 0,08	1,22 ± 0,22	7,65 ± 1,09	7,82 ± 1,03
	Опыт	21,44 ± 4,07	1,82 ± 0,47	6,40 ± 0,66	8,32 ± 2,36	7,15 ± 1,25
	% к контролю	108,3	131,9	526,5	108,7	91,4

Содержание β-липопротеидов сыворотки (суммарная фракция) через 18 дней введения препарата не имело тенденцию к повышению. Через месяц опыта уровень β-липопротеидов снижился у крыс опытной группы на 18 %, а у крыс контрольной группы – на 10 %. Таким образом, аскорбат лития достоверно не снижал содержание

β-липопротеидов, фракции белка и липидов.

После введения препарата не изменяется уровень общего белка в сыворотке крови, содержания гемоглобина и эритроцитов, а также не прослеживаются изменения активности трансаминаз.

**Выводы:** в опыте по определению негативного влияния длительного применения высоких доз аскорбата лития не вызвала серьезных нарушений обмена веществ, гемопоэз. Не отмечено морфологических нарушений в основных органах: печени, сердце, почках, селезенке. Крысы опытной группы нормально развивались и прибавляли в массе. Если через 18 дней масса тела крыс контрольной и опытной групп практически не различалась, то в конце опыта у крыс опытной группы появилась тенденция к увеличению этого показателя на 11,5 %:  $239 \pm 10,5$  г против  $207 \pm 8,6$  г у контрольной группы. Таким образом ежедневное введение в течение месяца  $1/10LD_{50}$  препарата не вызывало признаков токсикоза и существенных сдвигов в обмене веществ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балаболкин, М. И. Новые возможности длительной компенсации СД 2 типа / М. И. Балаболкин, В. М. Креминская // Клиническая фармакология и терапия, 2001, № 2. – С. 60–64.
2. Остренко, К. С. Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения / К. С. Остренко, В. А. Галочкин, В. П. Галочкина // Сельскохозяйственная биология, 2009. – С. 43–54.

*Материал поступил в редакцию 14.01.16.*

### THE INFLUENCE OF LITHIUM ASCORBATE TOXIC DOSE AT LONG-TERM INTRODUCTION ON THE PROTEIN AND LIPID METABOLISM IN WISTAR RATS

**K.S. Ostrenko<sup>1</sup>, V.V. Rastashanskiy<sup>2</sup>, I.S. Sardaryan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Biology, Candidate for a Doctor's Degree of Immunobiotechnology Laboratory, <sup>2</sup> Manager,

<sup>3</sup> Candidate of Medicine, Associate Professor of Department of Pharmacology and Clinical Pharmacology

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of Farm Animals (Borovsk),

<sup>2</sup> LLC Normofarm (Abaza),

<sup>3</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Russia

**Abstract.** *The article presents the analysis of the influence of lithium ascorbate toxic dose at long-term introduction on the protein and lipid metabolism in Wistar rats.*

**Keywords:** *Wistar rats, lithium ascorbate, lipid metabolism, protein metabolism.*

УДК 582.284+574.472

## ДИНАМИКА МИКОКСИЛОКОМПЛЕКСОВ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ ПРИ СУКЦЕССИЯХ РАЗНЫХ ТИПОВ

**М.А. Сафонов**, доктор биологических наук,  
заведующий кафедрой общей биологии, экологии и методики обучения биологии  
ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный педагогический университет, Россия

***Аннотация.** В статье приводится сравнительный анализ сукцессий микоксилокомплексов базидиальных грибов и других сукцессий. Анализируются общие закономерности сукцессий грибов на древесине. На основе многолетних наблюдений подводятся итоги об отличиях тенденций изменения структурных показателей сообществ грибов в зависимости от типа сукцессии.*

***Ключевые слова:** древоразрушающие грибы, микокомплексы, сукцессии, структура микоценозов.*

Для сообществ характерна динамика характеристик, определяемая эндогенными и экзогенными процессами, которая затрагивает разные структурные характеристики сообществ – видовой состав, экологическую, пространственную структуру и др. В экологии этот процесс называется сукцессией.

Под сукцессией обычно понимают направленный процесс последовательных смен состояния системы, при котором идет формирование относительно равновесного режима функционирования и снижается потенция к дальнейшему развитию под действием внешних и внутренних факторов. В результате сукцессии повышается адекватность системы среде в результате последовательной трансформации структуры системы. В результате сукцессии образуется система, по отношению к которой среда, как источник информации, менее важна, чем в начале сукцессии.

Во всех теориях сукцессий предполагается существование факторов, которые ограничивают рост и / или выживание организмов. Изменение факторов среды влияет на соответствие организмов условиям местообитания, т.е. лимитирует их, из-за чего происходят заметные колебания численности отдельных видов, некоторые виды полностью исчезают, изменяется комплекс доминантов в сообществах, меняется видовое разнообразие ценозов.

Объектами изучения сукцессионной динамики чаще всего выступают растительные сообщества; значительно реже рассматриваются сукцессии в зооценозах, по причине высокой мобильности участников сообществ. Еще один объект, для которого сукцессионная динамика вполне может быть проанализирована: грибные сообщества (микоценозы).

Древоразрушающие грибы инициируют комплексную сукцессию организмов на ослабленных вегетирующих, сухостойных и валежных деревьях, которая идет от микроорганизмов, поражающих растения к грибоядным животным и, наконец, к хищникам [19]. Существует ряд работ, посвященных экологическим аспектам сукцессий комплексов редуцентов на древесине и стадийности данных процессов [2, 5-7, 9-12, 14, 17, 19, 20 и др.]. Накоплено большое количество данных о сменах видового состава грибов-деструкторов на субстратах разных родов древесных растений [1, 4, 8, 13, 16, 18, 21 и др.].

Для любой сукцессии характерна определенная стадийность, которая выявляется по физиогномии формируемых сообществ и по контрастности режимов функционирования.

Как и растительные сукцессии, сукцессии грибов в ходе деструкции древесины обусловлены, с одной стороны, изменениями, происходящими при ее распаде, а с другой – конкурентными взаимодействиями грибов [12]. Интенсивность конкурентных взаимодействий зависит от характеристик видов деструкторов и от размеров субстрата. Мелкомерный субстрат преимущественно заселяется одним видом грибов; чем крупнее субстрат, тем больше разнообразие потенциальных топических (трофических) ниш и, соответственно, больше количество видов, заселяющих одну единицу субстрата. Наибольшее количество видов характерно для микоценозеек, формирующиеся на валежных стволах диаметром от 20 см. Т.о. при анализе конкурентных взаимоотношений грибов на мелкомерном субстрате, можно говорить о конкуренции колонизации, в то время как на субстрате среднего и крупного размера наблюдается конкуренция за трофический ресурс.

В изменчивости экосистем и сообществ наблюдается ряд серийных сообществ, которые формируют сукцессионную систему. В ходе сукцессий в серийных сообществах происходят изменения многих показателей, в частности, видового разнообразия, продуктивности сообществ и др. Для каждой сукцессионной стадии возможно выделение характерной группы видов, что может быть сделано на основе идеи «системы периодических ниш» Э. Пианки [3].

Целью наших исследований было изучение изменений микокомплексов в ходе разных типов сукцессий на древесине в условиях Южного Предуралья (Оренбургская область). Данные о видовом составе древоразрушающих грибов региона, полученные в результате многолетних наблюдений, а также наличие ряда стационарных площадок, на которых проводился ежегодный мониторинг единиц субстрата, позволили получить достаточно репрезентативные данные о сукцессиях разных типов.

В ходе сукцессионных преобразований происходит ротация видов между комплексами ценочеек на разных типах субстратов одного вида древесных растений, а также между микоценойками на древесине разных родов. В ходе природных сукцессий сообществ ксилотрофных грибов наблюдается постепенное увеличение видового разнообразия, которое сменяется стагнацией в перестойных лесах. Та же тенденция характерна для преемственности видового состава и продуктивности сообщества (табл. 1).

Таблица 1

Изменение характеристик микокомплексов при различных типах сукцессий

Характеристики	Типы сукцессий				
	Природные	Пост-пирогенные	Пост-зоогенные	Эксплуатационные	Техногенные
Видовое богатство					
Преемственность вид.состава					
Продукция					
Доля стенотрофов					
Концентрация доминирования					

Более распространены антропогенные сукцессии. В результате действия пирогенного фактора происходит изменение качественных и количественных характеристик отпада, а также повреждение живых деревьев. Прямое воздействие огня на микоценозы выражается в уничтожении мицелия и базидиом. К косвенным воздействиям относится нарушение или уничтожение травянистого и кустарникового ярусов, вследствие чего происходит изменение освещенности и нарушение микроклимата местообитания, что становится причиной ксерофитизации сообщества. В течение первых четырех лет после пожара видовое разнообразие и коэффициент стенобиотности снижается, а затем тенденция изменяется; восстанавливается относительно нормальная функциональная структура микоценозов [6].

При постзоогенных сукцессиях по мере восстановления растительности видовое богатство сообществ постепенно возрастает; концентрация доминирования и продуктивность с начала повышается, а затем постепенно снижается. В ходе восстановительной сукцессии в лесных фитоценозах формируются микоценозы не идентичны микоценозам, типичным для данного типа леса в данной местности.

К эксплуатационным относятся сукцессии, вызванные рубками, а также рекреационные и техногенные сукцессии. Рубки оказывают наиболее интенсивное воздействие на структурные характеристики фитоценозов и микоценозов, так как при них происходит изъятие части фитомассы – субстрата для грибов. Это приводит к трансформации структуры микоценоза (снижение численности видов, сокращение видового богатства и т.д.). Вырубка сухостойных деревьев ведет к изменению соотношения между биотрофными и сапротрофными видами. Рубка может сопровождаться повреждением здоровых деревьев, что может привести к возрастанию доли биотрофных грибов. Побочным эффектом рубок является появление в биогеоценозе порубочных остатков, т.е. перспективных субстратов для поселения грибов, а также пней. В результате вырубки некоторые виды полностью исчезают из сообщества из-за удаления субстрата и ксерофитизации местообитания; появляются новые виды, связанные с появлением субстратов новых типов. В целом видовое разнообразие возрастает, доля фитопатогенов сообществе снижается. Изменяется функциональная структура: снижается степень доминирования; изменяется комплекс доминантов [7]. Рекреационная деятельность человека относительно слабо воздействует на сообщества ксилотрофных грибов, выражаясь в вытаптывании травяного покрова, что ведет к изменению условий местообитания, а также в нанесении повреждений древостоям, что создает благоприятные условия для заселения их биотрофными грибами.

Более серьезное влияние на микоценозы оказывает техногенное воздействие – происходит обеднение видового состава микоценозов, снижение доли стенотрофных видов.

Таким образом, изменение всех структурных характеристик микоценозов в ходе природных, постозоогенных и, отчасти, постпирогенных смен происходит в целом по одному и тому же алгоритму. Основные отличия между ними заключаются в скорости перестройки структур. Сукцессии, определяемые непосредственным вмешательством человека, идут по иной схеме.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маленкова, А.С. Сукцессионные преобразования микоценоочеек, формирующихся на древесине ольхи в Южном Приуралье / А.С. Маленкова // Вестник Оренбургского Государственного Педагогического Университета. – Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>. – 2015. – № 3 (15). – С.18-23
2. Мухин, В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины / В.А. Мухин. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 231 с.
3. Пианка, Э. Эволюционная экология / Э. Пианка. – М.: Мир, 1981. – 339 с.
4. Сафонов, М.А. Структура сообществ ксилотрофных грибов / М.А. Сафонов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 269 с.
5. Сафонов, М.А. Особенности эндогенных сукцессий дереворазрушающих грибов / М.А. Сафонов // Вестник ЧГПУ. Серия 4. Естественные науки. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2005. – С.174-187.
6. Сафонов, М.А. Пирогенные сукцессии микоценозов ксилотрофных грибов / М.А. Сафонов // Сибирский экологический журнал. – 2006. – №3. – т.13. – С. 325-329.
7. Сафонов, М.А. Сукцессии микоценозов ксилотрофных грибов в эксплуатируемых лесах Южного Приуралья / М.А. Сафонов, Т.И. Сафонова // Вестник ОГУ. – 2008. – 87. – С. 123-126.
8. Сафонова, Т.И. Динамика видового состава грибов при сукцессиях на древесине осины в Южном Приуралье / Т.И. Сафонова // Вестник Оренбургского Государственного Педагогического Университета. – Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru> – 2013. – № 4 (8). – С. 34-37
9. Степанова, Н.Т. Основы экологии дереворазрушающих грибов / Н.Т. Степанова, В.А. Мухин. – М.: Наука, 1979. – 100 с.
10. Стороженко, В.Г. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стороженко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев и др. – М.: Наука, 1992. – 221 с.
11. Частухин, В.Я. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе / В.Я. Частухин, М.А. Николаевская. – Л.: Наука, 1969. – 324 с.
12. Юпина, Г.А. Субстрат – как фактор среды, влияющий на расселение дереворазрушающих грибов / Г.А. Юпина, Н.Г. Мусин // Взаимодействие между компонентами экологических систем. – Казань, Изд-во Казан. ун-та, 1985. – С.133-139.
13. Boddy, L. Fungal communities in attached ash branches / L. Boddy, D.W. Bardsley, O.M. Gibbon // New Phytol. – 1987. – 107. – P.143-154.
14. Boddy, L. Wood decomposition, higher fungi, and their role in nutrient redistribution / L. Boddy, S.C. Watkinson // Can. J. Bot. – 1995. – 73. – Suppl.1, Sec. E-H. – P.1377-1383.
15. Chapela, I.H. Structure and development of fungal communities in beech logs four and a half years after felling / I.H. Chapela, L. Boddy, A.D.M. Rayner // Microbiol. Ecology. – 1988. – Bd.53. – P.59-70.
16. Gricius, A. Succession of fungi on dead timber of various trees / A. Gricius, V. Urbonas, E. Kuterga et al. // Bot. Lithuan. – 1999. – V.5. – N1. – P.61-70.
17. Hennon, P.E. Are heart rot fungi major factors of disturbance in gape-dynamic forests? / P.E. Hennon // Notrhwest Sci. – 1995. – V.69. – N4. – P.284-293.
18. Lange, M. Fungus succession on fallen logs of beech / M. Lange // Svampe. – 1986. – V.13. – P.38-41.
19. Maser, C. What we know about large trees that fall to the forest floor / C. Maser, S.P. Cline, K.Jr. Cromack et al. // From the forest to the sea: a history of a fallen tree. – USDA For. Ser., Portland, OR., Gen.Tech.Rep. PNW/ GTR-229, 1988. – P.25-45.
20. Rayner, A.D.M. Fungal decomposition of wood / A.D.M. Rayner, L. Boddy. – Chichester, U.K.: John Wiley & Sons, 1988. – 176 p.
21. Rayner, A.D.M. Observation on the specificity and ecological role of basidiomycetes colonising dead elm wood / A.D.M. Rayner, M.J. Hedges // Trans. Brit. Mycol. Soc. – 1982. – V.78. – N2. – P.370-737.

Материал поступил в редакцию 18.01.16.

#### DYNAMICS OF BASIDIOMYCETES MYCOXYLOCOMPLEXES AT VARIOUS TYPES OF SUCCESSION

M.A. Safonov, Dr.Sci.Biol.,

Head of Department of the General Biology, Ecology and Technique of Biology Training  
Orenburg State Pedagogical University, Russia

**Abstract.** In this article the comparative analysis of successions of basidiomycetes mycoxylocomplexes and other successions is conducted. The general regularities of fungi successions on wood are analyzed. On the basis of long-term supervision, the results about differences of tendencies of structural indicators change of fungi communities depending on succession type are summed up.

**Keywords:** wood-attacking fungi, mycoxylocomplexes, successions, structure of mycocenosis.



УДК 61:378.144/·146:37.018.46

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ИНТЕРНАТУРЕ****М.К. Искакова**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры интернатуры по стоматологии  
Казахский национальный медицинский университет (Алматы), Казахстан

***Аннотация.** В статье приведен сравнительный анализ применения различных интерактивных методов обучения в интернатуре. При описании интерактивных методов были указаны преимущества их применения, а также правильность выбора при изучении определенного раздела дисциплины. Доказана необходимость использования интерактивных методов в образовательном процессе, способствующая развитию, формированию и совершенствованию знаний, навыков, умений.*

***Ключевые слова:** образовательный процесс, интернатура, интерактивный метод, знания, компетенции, мышление.*

Применение новых технологий в образовательном процессе у врачей-интернов способствуют формированию научного и профессионального мышления, формируют навыки к самообучению и самосовершенствованию. Интерактивные методы обучения, включающие такие методы, как метод кейс-стади, ролевая игра, мини-конференция, «круглый стол» являются, на наш взгляд, наиболее эффективными формами обучения в интернатуре.

Более того, применение интерактивных методов в интернатуре способствуют созданию конкретных условий для совершенствования когнитивных, операциональных, коммуникативных, правовых навыков, способствуют формированию личностных качеств, самостоятельному принятию решений, умению проводить анализ. Создание «конкретных условий», приближенных к профессиональной деятельности, вырабатывают у интернов ответственность перед пациентами, устойчивость при наличии стрессовых ситуаций, умение владеть различными ситуациями, в том числе и психологическими.

Для того чтобы внедрить интерактивные методы обучения, необходимо соблюдение ряда условий в организации: мотивация, демократический стиль, позитивные отношения между преподавателем и обучающимся, сотрудничество, мобильность и активность как со стороны преподавателя, так и со стороны интерна, многообразие форм и методов интерактивного обучения. Достичь этого можно «только при наличии связи инновации в образовании с интерактивными методами обучения, под которыми понимаются «... все виды деятельности, которые требуют творческого подхода к материалу и обеспечивают условия для раскрытия каждого обучающегося» [1].

Отличительной особенностью применения интерактивных методов является то, что в ходе занятия не только обсуждаются различные клинические ситуации, но и проводится их глубокий и всесторонний анализ, анализируются действия интернов, их знания, умения, навыки, а также возможные ошибки и недостатки. В обсуждении принимают активное участие, в первую очередь, сами интерны, а роль преподавателя – соблюдать объективность ко всем участникам образовательного процесса.

В сентябре 2013 года, по приказу ректора КазНМУ им С.Д. Асфендиярова, была организована интегрированная кафедра интернатуры по стоматологии с подготовкой специалистов по специальности «Врач-стоматолог общей практики» по пяти основным направлениям: терапевтическая стоматология, хирургическая стоматология, ортопедическая стоматология, стоматология детского возраста, ортодонтия. Цель дисциплины – сформировать и усовершенствовать у интернов профессиональное, научное, коммуникативное мышление. Для реализации этой цели были использованы принципы компетентностно-ориентированного обучения, в соответствии с современной траекторией образовательного процесса, принятой Казахским Национальным медицинским университетом им. С.Д. Асфендиярова: знания, операциональные навыки, коммуникативные навыки, правовые навыки, самообразование.

Для решения цели и задач наиболее приемлемым и рациональным является использование интерактивных методов: метод иллюстрации клинического материала, задание в формате «вопрос-ответ», работа в малых группах, составление алгоритма диагностики или лечения по той или иной нозологической форме заболевания, «дерево знаний», метод «сбор рисунка», «заполните карту», метод «кейс-стади», задания в тестовой форме.

Метод иллюстрации клинического материала позволяет лучше запомнить и усвоить материал. Задание в формате «вопрос-ответ»: один интерн задаёт вопрос, а другой – отвечает с применением наглядных клинических примеров (например, пациент с диагнозом «Травматическая эрозия»). Причем задания можно оформлять красочно, разложить вопросы в конвертики, создать иллюзию игры.

Работа в малых группах наиболее широко использованный метод обучения, т.к. при клиническом разборе ситуационной задачи, клиническом разборе пациента очень важным является формирование и совершенствование логического и клинического мышления. При проведении метода работы в малых группах мы часто используем методику выбора правильного ответа из нескольких на выбор предложенных вариантов, что также наглядно отражает уровень знаний интернов, степень владения клиническим материалом, развитость логического и клинического мышления.

Составление алгоритма диагностики или лечения по той или иной нозологической форме заболевания позволяет оценить у обучающегося уровень владения теоретическим материалом, его умения (навыки), логику мышления.

Метод «дерево знаний» проходит в виде игры (срываем плоды, а на обороте интерн читает задание с различной степенью сложности). Этот метод определяет сильные и слабые стороны обучающихся, возможные их проблемы, а также определяет лидера в группе.

Метод «сбор рисунка» (аналогичный методу по составлению алгоритма) позволяет при наличии правильных ответов собрать рисунок, например, красной каймы губы при изучении темы: «Заболевания губ. Клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, лечение».

Метод «заполните карту» - индивидуальная работа, при котором правильное заполнение карты по выбору лекарственных средств, например, при лечении заболеваний слизистой оболочки полости рта и красной каймы губы или одонтогенные воспалительные заболевания челюстно-лицевой области, позволяет оценить не только уровень знаний по выбору лекарственных средств, но и провести интеграцию знаний по разделу «Фармакология» [3].

Чаще всего при проведении практических занятий, как наиболее эффективные формы интерактивного обучения, мы использовали метод кейс-стади и ролевые игры, так как именно эти методы позволяют соблюдать принцип «от действия к знаниям». Сценарии проведения практических занятий в формате кейс-стади, ролевые игры и ряд других видов интерактивного метода обучения отражены в учебно-методическом комплексе кафедры.

Одним из важных моментов в организации учебного процесса в интернатуре является проведение клинических, научно-практических конференций по наиболее актуальным проблемам в области стоматологии. Так как кафедра интегрированная, то проведение таких конференций всегда проходили активно и носили острый, дискуссионный характер. Например, при проведении конференции по проблемам современных методов диагностики и лечения заболеваний пародонта интерны освящали этот вопрос с позиции стоматолога-терапевта, стоматолога-хирурга, стоматолога-ортопеда, стоматолога-ортодонта, детского стоматолога.

До проведения клинической конференции, согласно сценарию, из числа интернов был выбран «председатель», который заранее поставил цель и задачи конференции, сгруппировал группы-команды. «Председатель» самостоятельно проводил клиническую конференцию, задавал вопросы группам-командам, контролировал и оценивал вопросы, давал возможность другим группам-командам дополнять вопросы, добавлял дополнительные баллы за активное участие. Участники конференции имели возможность оценить, дать обоснование или предложить альтернативный метод диагностическим и лечебным мероприятиям при патологии заболеваний пародонта. Врачи-интерны имели возможность показать уровень профессиональной подготовки, продемонстрировать знания, полученные в ходе работы с дополнительной литературой. В заключении «председатель» подвел итог клинической конференции и объявил оценки каждой команде.

Во время проведения конференции преподаватель выступал в роли «пассивного участника», «пассивного слушателя», но значимость его при этом не терялась, так как именно преподаватель принимал непосредственное и активное участие в подготовке и проведении конференции, преподаватель по праву подводил заключительный итог конференции, наравне с интернами оценивал роль «председателя». Данный формат проведения конференции интересен тем, что одна проблема обсуждается с позиции основных дисциплин по стоматологии, совершенствует навыки клинического, логического, критического мышления.

Большим успехом во время учебного процесса пользуются научно-практические конференции, которые также способствуют развитию и формированию научной и профессиональной компетентности, умению выступать перед аудиторией. Конечно, при подготовке к конференции у интернов возникали проблемы с недостаточным объемом знаний по определенным вопросам, связанные чаще всего с патогенезом заболеванием, реже с клинико-диагностическими признаками. Безусловно, основными консультантами здесь выступали преподаватели, но и интерны сами проявляли активность и инициативу. Это заключалось в самостоятельной работе с литературой, работе в интернете, поиски новых методов диагностики, лечения, анализе литературных данных. Если при проведении первой научно-практической конференции были явные недостатки такие, как отсутствие плана, целей, задач, последовательности, лаконичности, выводов, ссылки на литературные источники. Поэтому наставниками были проведены семинарские занятия по теме: Организация, подготовка и участие интерна в конференциях. В дальнейшем проводимые конференции существенно отличались по уровню организации, подготовки, активности интернов, умению сделать выводы и проанализировать выступления.

Можно с уверенностью считать, что создание интегрированной кафедры интернатуры по стоматологии способствовало новому типу профессионального взаимоотношения интерн – преподаватель. Особенность преподавателя – стать для обучающегося интерна, в первую очередь, коллегой и наставником, консультантом и идеологом. А интерны по достоинству оценили такой тип отношения и стали более уверенными, активными, самостоятельными, умелыми в поиске новых идей и отстаивании собственного мнения.

Несомненно, проведение занятий в формате «ролевая игра» улучшает коммуникативные и правовые навыки. У интернов меняется мировоззрение оценки по вопросам врачебной этики и деонтологии.

При проведении обратной связи интерны отметили положительные стороны занятий, проведенных в формате интерактивного обучения. Врачам-интернам наиболее понравились занятия в формате «ролевая игра», метод кейс-стади, занятия в формате «занятие-конференция». Все эти методы позволили интернам, прежде всего, лучше усвоить учебный и клинический материал, они стали принимать активное участие в разборе темы, быть более позитивными и уверенными на занятиях. Также положительным моментом многие интерны отметили умение работать в команде, умение выступать перед аудиторией, умение высказывания своей точки зрения.

На наш взгляд, наиболее приемлемым является метод «кейс-стади», который способствует развитию клинического и логического мышления. Однако с учетом контингента обучающихся в интернатуре мы использовали на занятиях несколько видов интерактивных методов, но основополагающим был метод «кейс-стади». С точки зрения современной педагогики нельзя использовать несколько методов интерактивного обучения на одном занятии, но учитывая, что мы проводим занятия с врачами-интернами, имеющих базовую теоретическую и клиническую подготовку, мы полагаем, что данная методика будет полезна для будущих врачей. Данный метод относят к инновационным методам, т.к. именно при помощи «кейс-стади» можно решить проблему при изучении ряда наиболее сложных патологий челюстно-лицевой области: эрозивно-язвенные поражения слизистой оболочки полости рта, дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, врожденные и приобретенные пороки развития челюстно-лицевой области, дентальная имплантация. Кроме того, метод «кейс-стади» предусматривает групповое обсуждение вопросов, позволяющий продемонстрировать навыки самостоятельного мышления и умения принимать решения. При использовании данного метода на практических занятиях, во время разбора тематического пациента, преподаватель имеет возможность объяснения сложного клинического случая, а также дать задания по составлению различных ситуационных задач по диагностике, лечению и профилактике. В конце практического занятия с целью закрепления темы возможен разбор с обсуждением различных ситуационных задач и проведением обратной связи.

Применение интерактивных методов обучения во время проведения практических занятий предоставляет врачам-интернам возможность своевременного использования теоретических знаний в практической деятельности. Также данные методы обучения вырабатывают у врачей-интернов клиническое мышление, формируют и совершенствуют у них важные компетенции – знания, практические (операциональные) навыки, умение и стремление к самообразованию и совершенствованию в профессиональной сфере.

Несомненно, интерактивные методы обучения имеют существенные преимущества перед традиционными формами, о чем свидетельствуют данные сравнительного анализа: в двух группах, одинаковых по успеваемости, были проведены 3 занятия по теме: Пульпит. Классификация, клиника, диагностика, дифференциальная диагностика. Методы лечения пульпита. Ошибки и осложнения. Меры их устранения, профилактика: в группе «А» – практические занятия проводились в традиционной форме: вопрос-ответ; в группе «С» – с применением интерактивных методов: кейс-стади, ролевая игра, мозговой шторм, рыба-кость. Итоги рубежного контроля знаний: группа «А» – 2,67 балла (хорошо), группа «С» – 3,67 (отлично). Более того, интерны группы «С» были более активными, демонстрировали хорошие теоретические знания, находили быстро правильные решения при различных клинических ситуациях, были коммуникабельными и доброжелательными.

Одним из форматов формирования профессиональной компетентности у интернов явилась организация и участие самих интернов в ряде благотворительных акций: «День пожилого человека», проведение уроков гигиены полости рта, профилактического осмотра и санации полости рта в организованных детских коллективах (школа-гимназия №130 г. Алматы, школа-интернат для детей с психосоматической патологией «Жануя», санация и протезирование участников и инвалидов ВОВ и Чернобыльской АЭС).

С целью повышения профессионального мастерства на кафедре проводились (в дальнейшем этот опыт будет использоваться) мероприятия для интернов по вопросам, наиболее важным в практической стоматологии. Так, были организованы и проведены мастер-классы по дентальной имплантации (проф. Жартыбаев Р.Н.), по нейростоматологии (проф. Ибрагимова Р.С.), по врожденным заболеваниям челюстно-лицевой области (проф. Шалабаева К.З.), по диагностике и лечению эрозивно-язвенных поражений слизистой оболочки полости рта (доцент Мезгильбаева Д.М., доцент Исакова М.К.), по проведению санации полости рта у детей с психосоматическими заболеваниями (асс. Курмангалиева Г.А.) [2].

При содействии Высшей медицинской школы (директор, профессор, член-корр. НАН РК Балмуханова А.В.) проведение элективной дисциплины «Неотложная медицинская помощь» организована в Центре практических навыков КазНМУ, где интерны на манекенах и муляжах осваивают навыки по оказанию неотложной медицинской помощи пациентам стоматологического профиля.

Для улучшения качества профессионального уровня интернов-стоматологов предусматривается расширение клинических баз, возможным является организация выездной практики в клиники как государственного, так и частного уровня, имеющие высокотехнологическую базу.

Таким образом, использование интерактивных методов в образовательном процессе помогают углубленному освоению теоретического материала, способствуют развитию ключевых компетенций, развитию научного, профессионального, логического, аналитического мышления. Интерактивные методы вызывают интерес к профильным дисциплинам, а в целом, и к специальности, создают условия для развития коммуникаций между интерном и преподавателем, между интерном и пациентом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иоффе, А.Н. Активная методика – залог успеха / А.Н. Иоффе. – Гражданское образование. Материал международного проекта. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. – 382 с.
2. Курмангалиева, Г.А. Особенности работы врача-стоматолога с пациентами, имеющие психосоматические отклонения / Г.А. Курмангалиева, М.К. Исакова, Ш. Наккажина и др. // Стоматология Казахстана. – 2014. – № 1. – С. 54-56.
3. Iskakova, M. Use of interactive methods of training of senior student / M. Iskakova. – Materials of the IV international research and practice conference. – Vol.II. – Munchen, Germany, 2013. – s. 474-475.

*Материал поступил в редакцию 12.01.16.*

#### THE COMPARATIVE ANALYSIS AND ADVANTAGES OF USING THE INTERACTIVE METHODS FOR INTERNSHIP TRAINING

**M.K. Iskakova**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Department of Internship on Stomatology  
Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Almaty), Kazakhstan

***Abstract.** In this article the comparative analysis of application of various interactive methods of training in internship is given. At the description of interactive methods advantages of their application, and also correctness of a choice when studying a certain section of discipline were specified. Need of usage of interactive methods for the educational process, promoting development, formation and improvement of knowledge, skills, abilities is proved.*

***Keywords:** educational process, internship, interactive method, knowledge, competences, thinking.*

УДК 614,616

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНЫ. ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В.Л. Ривкин

Центр эндохирургии и литотрипсии (Москва), Россия

*Аннотация.* Проанализированы фундаментальные статьи трех ведущих иностранных журналов последних лет – JAMA (Journ Amer Med Assoc), NEJM (New Engl J Med), Lancet – трактующие важнейшие современные медицинские проблемы.

*Ключевые слова:* смертность, больничная летальность, госпитальный синдром, инфузионная терапия, хосписы, морбидное ожирение, курение.

Успехи медицины последних лет сказываются на увеличении продолжительности жизни и снижении смертности. Haidong Wang et al. [6] изучили в 187 странах мира смертность детей до 5 лет и взрослых в возрасте 15-59 лет от всех причин, в том числе от гражданских несчастных случаев и от военных травм, и смоделировали полученные данные на вероятность дожития до 110-летнего возраста. Показано, что в 1970-2010 годах продолжительность жизни мужчин возросла с 56,4 до 67,5 лет и женщин с 61,2 до 73,3 лет. С 2004 года отмечено существенное снижение смертности в восточных и южных областях Африки, что напрямую связано с широким внедрением антивирусного лечения малярии. Среди детей до 5 лет смертность снизилась почти на 60 % (16,4 милл. в 1970 г. против 6,8 милл. в 2010 году). С другой стороны, в 2010 году зарегистрировано на 13,5 % больше смертей чем в 1990 г. и на 21,9 % больше чем в 1970 году. Наибольшая смертность отмечена в возрасте 70 лет и больше (42,8 % в 2010 г. против 33,1 % в 1990 г.). Проведен анализ глобальной и региональной смертности от 235 причин в 20 возрастных и половых группах в 1990-2010 годах в 29 странах, полученный от 129 учреждений, в том числе 43 из США, 22 из Австралии, 17 Англии, 6 Южной Африки, 5 Индии, 3 Франции, 3 Китая и др. (из России только из института трансплантации органов). Из зарегистрированных 52,8 милл. смертей 24,9 % составили инфекционные болезни, смертность от болезней материнства и детства и нарушения питания снизилась на 34 %, но смертность от СПИД увеличилась с 0,30 милл. в 1990 до 1,5 милл. в 2010 г (пик в 2006 г – 1,7 милл.). В 2010 г 8 миллионов человек умерли от рака (чаще всего рак трахеи, бронхов и легких). От ишемической болезни сердца и инсульта умерли 12,5 миллионов (каждая четвертая смерть в мире; в 1990 году была каждая пятая), 1,3 миллионов умерли от диабета (в 2 раза чаще чем в 1990 г). От травм и ран умерли 5,1 миллионов, на 9,6 % больше чем в двух предыдущих десятилетиях (от автотравм на 46 % больше). Во всех регионах мира, включая территории, наиболее пораженные ВИЧ / СПИД, отмечена тенденция к росту продолжительности жизни в последние 40 лет. В другом фундаментальном исследовании (Yougman et al.) обсуждены причины смерти 5153877 людей, застрахованных по американской программе Medicaid (помощь малоимущим), что можно экстраполировать на бедное население других индустриально развитых стран. Выявлено 9 главных причин смерти – рак, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), сердечная недостаточность, болезни периферических артерий, поражения печени, диабет, хроническая почечная болезнь и деменция. Среди четырех первых причин риск смерти был соответственно 16, 45, 93 и 154 на 1000 населения.

В нескольких работах анализируется больничная летальность. D. Wallace et al. [18] проанализировали лечение 6200 неотложных больных в 7 академических центрах интенсивной терапии США в 2005-2007 годах до и после внедрения в этих клиниках постоянной телевизионной следящей аппаратуры. Летальность снизилась с 13,6 % до 11,8 %, так же как сроки госпитализации – с 13,3 до 9,8 дня, и эти показатели были примерно одинаковы в хирургических и в кардиологических центрах. В работе M. Rupert et al. обсуждается роль своевременной информации о состоянии экстренных больных от ночных бригад скорой помощи и показано, что в дневное время интенсивная терапия тяжелых больных более эффективна и снижает летальность. В работе R. Hscia et al. [7] обсуждается состояние учреждений экстренной помощи в США. В период между 1998 и 2008 годами число таких учреждений сократилось с 2446 до 1779, и это положение тяжело сказывается на оказании экстренной помощи бедным. R. Piers et al. [12] в 2010 году провели изучение работы 82 отделений интенсивной терапии в 9 странах Европы и в Израиле. Из 1650 респондентов 439 (27 %) врачей и 300 (25 %) медсестер признали несостоятельность лечения хотя бы одного больного. Отдельная проблема – **операционная летальность**. Те же Pearse et al. [12] проанализировали интраоперационную смертность в течение 60 дней после некардиологических операций у пациентов 16 лет и старше в 498 больницах 28 европейских стран. Из 46.239 оперированных умерли до выписки из больницы 1855 (4 %), причем 1358 (73 %) из них не были своевременно помещены в реанимационные отделения, что признается главной причиной смерти. Кроме того, 3559 оперированных (8 %) были повторно госпитализированы в течение, в среднем, 1,2 дней (0,9-3,6 дня) после выписки. Общий уровень летальности варьировал в разных странах от 1,2 % в Исландии до 21,5 % в Латвии, от 0,44 в Финляндии до 6,92 в Польше. D. Vainbridge et al [12] изучили по 87 публикациям результаты 21,4 миллиона операций под наркозом и выявили более 3000 смертных случаев. Летальность от анестезии снизилась с 357 случаев на 1 миллион операций до 1970 года до 52 случаев в 70-80 годах и до 34 случаев на 1 милл в 1990-2000 годах, а общая операционная летальность уменьшилась соответственно с 10603 на 1 милл до 70 года, до 4553 в 70-80 годы и до 1176 в 1990-2000 годы. При этом базовый риск общего статуса пациентов, подвергавшихся хирургии (по шкале Американской Хирургической Ассоциации), достоверно повышался каждые 10 лет.

Подробно обсуждается проблема хосписов. М. Wachterman et al. [17] представили данные о 145 платных и 524 бесплатных хосписах в США. В первых становится значительно меньше больных раком и больше пациентов с деменцией чем во вторых, и длительность пребывания в первых была больше. За последние 10 лет число платных хосписов постоянно растет (с 725 до 1660), а бесплатных остается то же (1193 и 1205). Платные учреждения все чаще используются для лечения незлокачественных и излечимых болезней. Проблема хосписов становится важнейшей, ими все чаще заменяются традиционные лечебные стационары. В этой связи обсуждается «постгоспитальный синдром» (Krumholz [8]). Примерно пятая часть больных, госпитализированных по системе Medicare (медицинская страховка для бедняков в США), в течение, в среднем, через 30 дней после выписки, нуждалась в повторной госпитализации, в том числе 37 % после лечения по поводу сердечной недостаточности, 29 % после лечения пневмонии и 36 % после стационарного лечения хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Кроме того, повторная госпитализация часта по поводу инфекций, ментальных расстройств и травм. Приводятся возможные причины наиболее частых отрицательных факторов стационарного лечения, таких как расстройства сна, дискомфорт от различных вливаний, снижение физической активности, когнитивные нарушения, желудочно-кишечные расстройства при длительном отсутствии перорального питания. Есть данные о достоверном снижении веса стационарных больных, о снижении у них уровня белков крови. После выписки у многих пациентов снижается координация движений, увеличиваются стрессовые проявления, что у пожилых людей ведет к увеличению частоты падений и травм. Эта же проблема актуальна и для детских больниц. J. Vargy et al. [3] провели ретроспективный анализ 570504 госпитализаций 317643 детей в 37 больниц в период 2003-2008 гг. В 21,8 % выявлена минимум одна повторная госпитализация в течение 365 дней после выписки, а в 2,9 % повторных госпитализаций было 4 или больше, и их сроки колебались от 21 до 63 дней. В основном, это были дети из семей, застрахованных по программе Medicaid, страдавшие сочетанными хроническими заболеваниями. Работа J. Roberts et al. посвящена идентификации посмертных диагнозов. Отрицательное отношение общества к аутопсии ведет к поиску альтернативных способов установления посмертного диагноза. В двух лечебных центрах Манчестера и Оксфорда с апреля 2006 по ноябрь 2008 г в 182 случаях вместо аутопсии выполнены компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) умерших четырьмя отдельными рентгенологами. Наибольшие расхождения составили 32 % при КТ, 43 % при МРТ и 30 % при сравнении обеих методик с аутопсией (при КТ на 10 % меньше чем при МРТ). В 62 из 182 случаев рентгенологи пришли к выводу, что аутопсия была не нужна. Самые частые ошибки в посмертной диагностике были при ИБС (27 случаев), легочной эмболии (11), пневмонии (13) и внутрибрюшной патологии (16 случаев). В общем, КТ оказалась более информативной чем МРТ, и может быть рекомендована как альтернатива вскрытию в определенных обстоятельствах, но многие причины внезапных смертей делают эти исследования пока мало эффективными, и в этих случаях нужна обычная аутопсия.

Очень интересна, на наш взгляд, статья John A. Myburgh «Инфузионное лечение при острых состояниях – время пересмотреть базисы» [11]. Автор не без оснований пишет, что, хотя у тяжелых экстренных больных вливание жидкостей остается фундаментальным пособием, до сих пор нет объективных данных об оптимальном объеме и темпах введения этих жидкостей, нет объективного мониторинга и оценки эффективности разных методик. С другой стороны, хорошо известны отрицательные факторы необдуманных, особенно объемных, вливаний, а именно, интерстициальные и легочные отеки, увеличение осложнений при вливаниях у больных с травмами мозга, при инфузии высокомолекулярных препаратов больным с острой почечной недостаточностью и при тяжелом сепсисе. Плучены первые данные о преимуществе болюсных инфузий, о необходимости подбора ударных доз внутривенных вливаний. Пока четких данных нет, и неясно, как пойдет дело дальше, но постановка проблемы своевременна. Еще одна проблема – «Неумышленное прекращение лечения хронических болезней» (Ch. Bell et al. [2]). После выписки больных из отделений интенсивной терапии врачи часто прекращают необходимое этим больным лечение статинами, антикоагулянтами, тироксидом, респираторными ингаляторами и средствами против повышенной желудочной кислотности. Прослежено в течение 1 года 187912 больных, которым после выписки было прекращено лечение имевшихся у них хронических болезней, что повлекло необходимость повторной госпитализации, чаще у больных, нуждавшихся в применении статинов и антитромботической терапии.

Одна из актуальнейших современных медицинских проблем – лечение морбидного ожирения. Сравнительный анализ риска смертности у людей с нормальным весом и с ожирением приведен K. Flegal et al. [10]. Проанализировано 7034 статей (только 141 (2 %) из них признаны полноценными) и 2 базы данных, в которых приведены сведения более чем о 2,88 миллионах людей и 270 000 смертей при этой патологии. Рандомизация проведена по индексу массы тела (ИМТ): вес в кг к росту тела в метрах (норма ИМТ 18,5 и меньше 25, при 2-й и 3-й степени ожирения ИМТ больше 35), и данные сравнили со смертностью лиц с нормальным ИМТ (18,5 – меньше 25). По шкале риска смерти показатель при повышенной массе тела составил 0,94, при ожирении 1-й степени 1,18, а при второй и 3-й степени 1,29 (доверительный интервал 95 % при всех измерениях). В 1980-1999 гг частота морбидного ожирения (ИМТ > 30) увеличивалась, хотя тенденция к этому была относительно медленная, также как в 1999-2008 гг. Средний ИМТ в 2009-2010 гг был 28,7 у муж и 27,3 у женщин (средний возраст 35 лет), и это достоверно не отличалось от 2003-2008 гг. Mingorn et al. [5] пишут, что ожирение беременных женщин есть выраженный фактор риска патологических родов. Анализ перинатального периода женщин в 373 лечебных учреждениях 23 развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки подчеркнул опасность ожирения беременных на возникновение различной патологии у новорожденных. Проанализировано 276436 из 290610 родов живым плодом; у женщин с выраженным ожирением риск кесарева сечения и патологии новорожденных был достоверно выше во всех проанализированных регионах. Особенно неблагоприятно было сочетание ожирения с

диабетом у беременных, что приводит к увеличению веса плодов. Ожирение и диабет сочетаются очень часто, и во многих исследованиях все серьезнее подчеркивается мысль о возможности и целесообразности лечения дитабета методами бариатрической хирургии, причем даже у лиц без ожирения.

Остается актуальной старая проблема о вреде курения [4, 16]. По опросам мужчин и женщин 55 лет и старше проанализирован абсолютный и относительный риск смертности курильщиков в 1959-1965, 1982-1988 и 2000-2100 гг. Среди женщин-курильщиц относительный риск смерти от рака легких был 2,73 в 1960-х, 12,65 в 1980-х и 25,66 в настоящее время, а среди мужчин соответственно 12,22, 23,81 и 24,97. Среди лиц обоих полов в возрасте 55-74 лет общая летальность среди курильщиков в 3 раза выше, а прекращение курения в любом возрасте резко снижает смертность. У мужчин курение резко повышает смертность от ХОБЛ. M. Thun et al. [16] провели опрос по почте 1,3 миллиона английских женщин в 1996-2001 годах и второй раз через 3 и через 8 лет, до 2011 года. Вопросы касались сроков начала курения, количества сигарет, прекращения курения к возрасту 55 лет. Данные проверялись по относительному риску среди курящих и прекративших курение. Летальность, независимо от возраста, была в 3 раза чаще среди женщин, продолжавших курить через 3 года после первого опроса и в 2 раза чаще даже среди женщин, выкуривавших меньше 10 сигарет в день. Из 30 общих причин смерти у курильщиц 23 наиболее часто встречается рак легких: относительный риск его составил 21,4, тогда как среди бросивших курить в возрасте 25-34 года этот риск был 1,84, а среди прекративших курение в возрасте 35-44 года – 3,34. Общий уровень смертности среди курильщиков в Англии в 2010 году составил 53 % по сравнению с 23 % никогда не курившими, и разница в сроках жизни была соответственно, 11 лет. Опасность курения особенно велика в возрасте до 40 лет, и, хотя его прекращение оказывает определенный положительный эффект, вредное влияние остается на последующие 10 лет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bainbridge, D. Intraoperative lethality. Meta analysis / D. Bainbridge et al. // Lancet, 2012, 308, 9847:1075–1081.
2. Bell, Ch. M. Association of ICU or Hospital Admission With Unintentional Discontinuation of Medications for Chronic Diseases / Ch. M. Bell et al. // JAMA, 2011;306(8):840-847.
3. Barry, J. G. Hospital Utilization and Characteristics of Patients Experiencing Recurrent Readmissions Within Children's Hospitals / J. G. Barry et al. // JAMA, 2011, 305, (7):682-690.
4. Fiore, M. C. Should Clinicians Encourage Smoking Cessation for Every Patient Who Smokes? / M. C. Fiore, T. B. Baker // JAMA. 2013; 309(10):1032-1033.
5. Flegal, K. M. Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Mass Index Meta-analysis / K. M. Flegal et al. // JAMA. 2013; 309(1 ) 9865.
6. Haidong Wang. Rate of death in 187 countries / Haidong Wang et al. // Lancet, 2012, 308, 9845: 1003-1006.
7. Hsia, R. Y. Factors Associated With Closures of Emergency Departments in the United States / R. Y. Hsia et al. // JAMA, 2011;305(19):1978-1985.
8. Krumholz, H. M. Posthospital syndrome / H. M. Krumholz // N E J M, 2013; 368 : 312-316.
9. Lilly, C. M. Hospital Mortality, Length of Stay, and Preventable Complications Among Critically Ill Patients Before and After Tele-ICU Reengineering of Critical Care Processes / C. M. Lilly et al. // JAMA, 2011;305(21):2175-2183.
10. Mingrone, G. Bariatric surgery in patients with diabetes / G. Mingrone et al. // N E J M, 2012; 366:1577-158E.
11. Myburgh, J. A. Fluid Resuscitation in Acute Illness – Time to Reappraise the Basics / J. A. Myburgh // N E J M, 2011; 364:2543-2544.
12. Piers, R. D. Perceptions of Appropriateness of Care Among European and Israeli Intensive Care Unit / R. D. Piers et al. // JAMA, 2011;306(24):2694-2703.
13. Raven, M. C. Comparison of Presenting Complaint vs Discharge Diagnosis for Identifying “Nonemergency” Department Visits / M. C. Raven et al. // JAMA, 2013,309 (11): 1145-1153.
14. Roberts, J. Minimal invasive postmortem investigation / J. Roberts et al. // Lancet, 2013, 383, 9865.
15. Rupert, M. Perioperative lethality / M. Rupert et al. // Lancet, 2012, 308, 9846: 1059–1065.
16. Thun, M. J. 50-Year Trends in Smoking-Related Mortality in the United States / M. J. Thun et al // N E J M, 2013; 368:351-364.
17. Wachterman, M. W. Association of Hospice Agency Profit Status With Patient Diagnosis, Location of Care, and Length of Stay / M. W. Wachterman et al. // JAMA, 2011;305(5):472-479.
18. Wallace, D. J. Nighttime Intensivist Staffing and Mortality among Critically Ill Patients / D. J. Wallace // Engl J Med, 2012; 366:2093-2101.
19. Welch, H. G. Geographic Variation in Diagnosis Frequency and Risk of Death Among Medicare Beneficiaries / H. G. Welch et al // JAMA. 2011; 305(11):1113-1111.
20. Yourman, L. C. Prognostic Indices for Older Adults / L. C. Yourman // JAMA, 2012;307(2):182-192.

Материал поступил в редакцию 18.01.16.

#### THE CURRENT ISSUES OF MEDICINE. FOREIGN SOURCES REVIEW

V.L. Rivkin

Center of Endosurgery and Lithotripsy (Moscow), Russia

**Abstract.** The fundamental articles of three leading foreign journals for the last years – JAMA (Journ Amer Med Assoc), NEJM (New Engl J Med), Lancet – considering the most important medical issues are analysed.

**Keywords:** mortality, hospital mortality, hospital syndrome, infusional therapy, hospices, morbid obesity, smoking.

UDC 551

**MONITORING THE INFLUENCES OF NATURAL FACTORS TO VEGETATION  
DEVELOPMENT BY OBJECT BASED IMAGE ANALYSIS (OBIA)  
OF THE MODERATE-RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER (MODIS)  
NORMALIZED DIFFERENCE OF VEGETATION INDEX (NDVI) IMAGES  
(CASE OF SYRDARYA PROVINCE)**

**Sh.B. Akmalov<sup>1</sup>, D.B. Omonov<sup>2</sup>, D.A. Mansurova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Doctorate Student, <sup>2</sup> Bachelor Student, <sup>3</sup> Senior Lecturer

<sup>1</sup> Lille 1 University of Science and Technology (Villeneuve d'ASCQ), France

<sup>2</sup> Tashkent State Agrarian University,

<sup>3</sup> Urtachirchik Social-Economic College, Uzbekistan

**Abstract.** *Within this article, we will discuss the natural and anthropogenic effects on vegetation and its degree in Syrdarya province. By searching the abovementioned issues, we have created a statistic model of integrated meteorological and hydro- and RS data. Throughout this model, we have analyzed the correlation share of various natural factors in vegetation period. MODIS NDVI images have been used, which differ from other RS data with images free of charge, also with the vegetation development information in. In accordance with results of these analyses, in Syrdarya province the vegetation development demands the air temperature, indeed, it is natural phenomenon, because the vegetation period occurs in hot term of the year. Unfortunately, in this period, the water amount decreases and vegetation withers and dies in the result of water shortage, besides, that land becomes saline. In analysis of vegetation period, RS images play important role. In this article, we will review the possibilities of RS and OBIA images in statistical analyses.*

**Keywords:** *Syrdarya, Remote Sensing, Object Based Image Analysis (OBIA), eCognition, water, segmentation, Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Normalized Difference of Vegetation Index (NDVI), agriculture, irrigation, vegetation, natural factors, metadata, river.*

**Introduction.** Agricultural lands are very important for Syrdarya province; because this region has the biggest agricultural farms in comparison with the other regions of the Republic and the most population are busy with farming. The main products of agriculture of province are melon, watermelon, cotton, wheat and barley. Recently, owing to the natural and anthropogenic factors, the agricultural lands remain under the danger. It is observed that many fields quitting the agricultural circle because of Stalinizations, desertification and water logging (Stulina, Cameira, and Pereira 2005; Kitamura et al. 2006; Pereira et al. 2009).

Many scientists explain the origin of these problems and relate with various factors in different way. Many scientists consider that the cause of this issue is existing unstable agricultural activity, water waste and the destruction of drainage system (Stulina, Cameira, and Pereira 2005; Kitamura et al. 2006; Pereira et al. 2009); the 2<sup>nd</sup> group of scientists explains it as climatic changes, decrease of precipitations (Siegfried and Bernauer 2007; Libert, Orolbaev, and Steklov 2008; Bernauer and Siegfried 2012; Gleditsch 2012; Siegfried et al. 2012), the other group of scientists shows the reason as a partition off the Syrdarya river, this river is only water source for Syrdarya province and closed by the up-stream countries by water reservoirs in order to receive electric energy in vegetation period (Allouche 2007; Karimov et al. 2010; Teasley and McKinney 2011; McKinney 2011). By gathering the studies of scientists, we can conclude that each factor has a share in ecologic deterioration. Especially, climate change, decrease of precipitations and the change of river flow regime are the problems of global importance. What degree of effect is on vegetation development? Which of these factors the agriculture should be more adopted in future? Which factor is the most important? How to study the vegetation period and the connection between these factors? This article will help to find out the answers to these questions.

The connection between vegetation period and natural factors can be found by long-term search. For this, it is obligatory to choose the natural condition. For example, a year with rich precipitation and a year with poor precipitation; the hottest summer and a year with lowest temperature degree; a year with the big volume of water and a year with small one. This period should be taken to study the vegetation development in all areas of the province, gather the information and analyse. Many years and seasons must be taken to increase the accuracy of the owing to the big number of information and experimental views. It is difficult to realize such a large-scale research requiring many years. However, RS images will help to realize it.



Remote sensing technologies include the study of land surface and the environment in distance, theories, instruments, methods, interpreting means, which help to collect, re-use data and create new information (Brigante and Radicioni 2014). This is put in force by taking images of land by active or passive sensors that placed into board of plane or satellites.

Nowadays, the satellite remote sensing is widely used in learning of land surface, environmental protection and ecologic monitoring. With this data, it is possible to observe the ecologic processes as anthropogenic effects, land covering and land use, natural resources, natural and ecologic processes on a large scale (Gyuris 2015). According to Guris (2015), Giniyatullina and others (2015), using RS in ecology helps us to solve the following difficulties and necessities, presenting in traditional ecologic analyzing method (Giniyatullina, Potapov, and Schachtlivtcev 2015):

1. Possible to study different fouler and natural objects on large scale. With RS development, it has become possible to take data in global, regional and local scales.
2. It is possible to analyse the duration and repetition processes for a long time. (Because the satellites send images from one point in a certain period. For example, Landsat comes to the same point per 16 days and sends the image of the vey area. In accordance with Guris' conclusion (2015), it is possible to observe the development period of any natural object or process gradually because of these features of the satellite.)
3. Prevents from increasing the range errors of analysis, as different climate does not have effect on satellites.
4. It is possible to analyse the same data in different ways.

To analyze the vegetation development intensity, we use the NDVI (Normalized Difference of Vegetation Index). Vegetation indexes are expressed by spreading the ability of radiation in a certain spectral distance of plant covering and it is convenient for mapping by Satellite's depiction, identifying plants and making map of the conditions of stress. In accordance with many research works, the red zone of the sun's spectrum (0.62-0.75 mkm) is absorbed by chlorophylls, the most, and intensity of this process expresses the rate and extent of plant's photosynthesis (Rajabov 2013). Because of the high photosynthetic activeness, the amount of radiation absorbing to chlorophylls grows, and this process is expressed in photosynthetic active radiation share (Law et al. 2008). The near red zone of the sun's spectrum (0.75-1.3 mkm) returns through the plant's leaf. Counting the NDVI is based on the very process (Rajabov 2013). Rouse's (Rouse et al. 1974) experiments who learnt spectral essence of photosynthetic biomass in laboratory on tomato plants started first counting NDVI. Now more than 160 versions of vegetation indexes of plant coverings and soil coverings have been found out in experimental and empirical ways (Crippen 1990). NDVI is expressed mathematically in the following way:

$$NDVI=(NIR+R)/(NIR-R)$$

There: R-red band of satellite image, NIR-near-infrared band of satellite images.

Calculating the vegetation indexes by satellite have been started by installing the AVHRR equipment into NOAA platform flying the satellite Nimbus (Choudgury, Tucker) into space in 1964. It was possible to take a photograph of the Earth's red, close red and heat spectral distanced surfaces. NASA started to put in force the program Earth Resources Technology Satellite (ERTS) simultaneously while Landsat program started working. So, monitoring the global and regional vegetation had started at the same time. This index also has been produced by MODIS satellites, sending the ready NDVI images. In other words, among MODIS images there are also NDVI images, non-requiring algorithm formula to calculate them.

MODIS images are the more important to our analysis: firstly, there is an automatic NDVI images and we can take long-term images. The next advantage of MODIS is the possibility to get the images every 15 days during last 12 years. In its turn, it will guarantee the forecast after the analysis of data of the past. Thus, we have the information about last decade with all abovementioned natural factors and events. That means, now we might compare with RS data and analyse the effect of natural factors on vegetation. Vegetation growth is a quick period, so it is necessary to observe twice in a month, studying area is very large and the satellite trapezium must include large territory and MODIS meets the all these requirement.

We analysed the connection of meteorological and hydraulic factors with average vegetation intensity with MODIS NDVI images. We use the correlation coefficient: the factor with highest correlation coefficient with vegetation activation means high influence. It is recommended to get preparations for that factor.

#### **Method and materials**

**Study area.** Syrdarya is one of the central regions of Uzbekistan. From the north, the region borders with Kazakhstan Republic, in the east, it borders with Toshkent region, in the south, with Tajikistan Republic and in the west, with Jizzakh region. Gulistan city is the center of the region (Tukhliev and Kremensova, 2007). Syrdarya area is located on the left riverside of Syrdarya, on output of Fergana valleys and Syrdarya River is only river, which provides water for the whole province. Latitude 40°30'42"N Longitude 069°00'38"E (Figure 1).

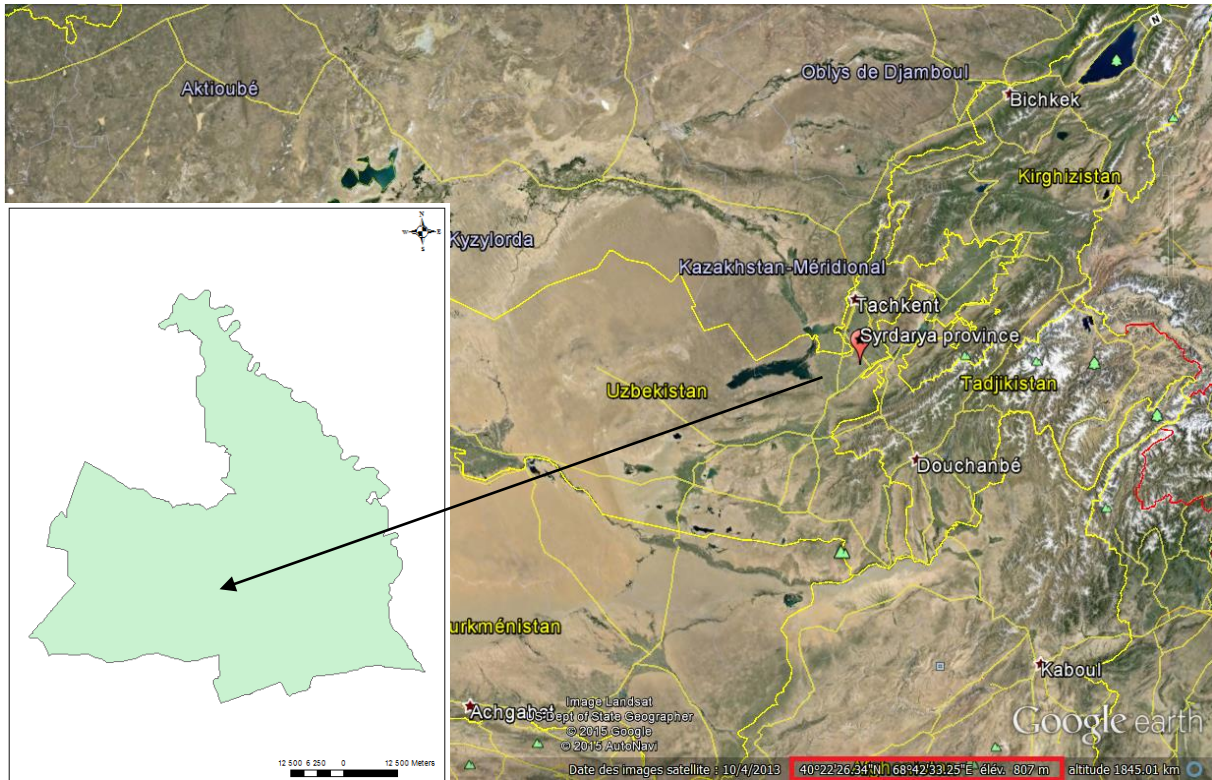


Fig. 1. Research area (source: Google earth and GIS shape file of Syrdarya province)

**The Climate** of the area is sharply continental, with comparatively soft in winter and long-lasting hot summer. Average annual temperature in Syrdariya province + 14.75 °C, maximum temperature of the hottest month –July in Syrdariya Province + 29.90 °C, minimum -10.20 °C. Ground in daylight-savings time warms up before 38-40 °C, in winter temperature is lowered to -10 °C (UzGidroMet data 2000-2012) (Figure 2).

Usually, hot summer winds drain the soil and harm the plants. Vegetation period is 218 days. Because of intense evaporation in summer, salinization occurs on the surface of the field (Sharof Rashidov, Oqoltin, Gulistan districts) (Tukhliev and Kremenova, 2007).

The speed of “Bekabad wind” that happens often in November, reaches to 20-25 meters/second. (It is 40 m/s in Bayavut district). Sometimes these winds in spring harm the young cotton plants. Recently the enclosing gardens have been built (Tukhliev and Kremenova, 2007).

The Precipitation falls out beside 340 mms, 80 %, which accounts for winter-spring time. Relative moisture of the air at wintertime forms 74-78 %, but in year – 29-31 %, at average annual importance 56 %. Annual evaporability is 1500 mms (World Bank Project 2010) (Figure 2).

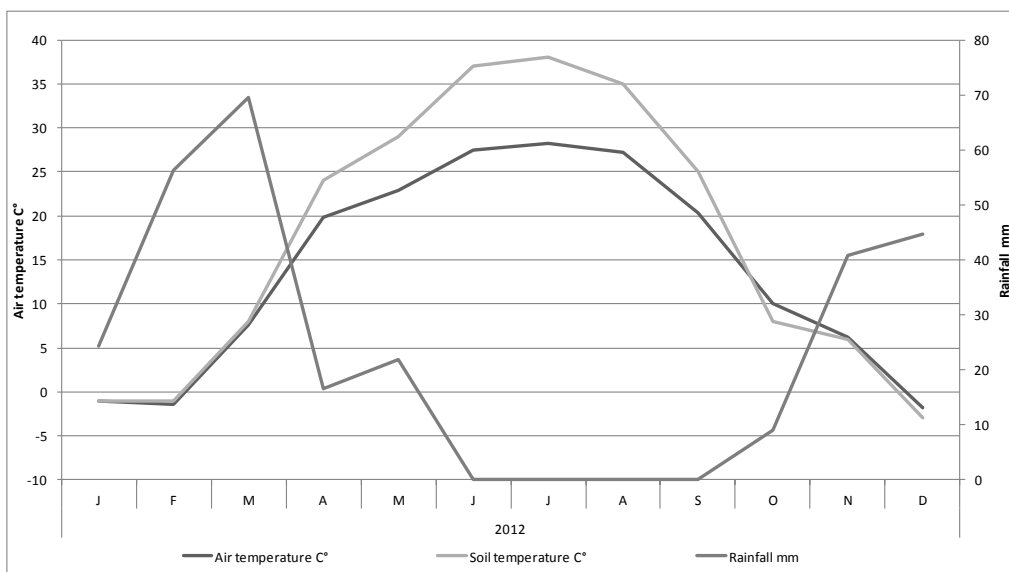


Fig. 2. Average annual meteorological data of Syrdarya region (Hydropost Syrdarya) (Source: UzGidroMet data)

On seismic division into districts, territory of the area pertains to 7 ball zones (World Bank Project 2010).

**Surface water resource.** In Syrdara area there is no natural water resources. Trans boundary river water receipting on Syrdarya is 240 m<sup>3</sup>/s (World Bank Project 2010).

**Used data.** Field data. We have selected some meteo data for analysing the correlation between MODIS NDVI value and natural factors and calculating its statistic. Meteo data (2000-2012) have been taken from UZGIDROMET centre. This information is given below:

1. Air temperature;
2. Runoff value of Syrdarya River;
3. Participations.

**MODIS NDVI data.** This analysis requested the Terra (MOD13Q1) MODIS vegetation index (VI) products. The VI products have been provided every 16 days at a spatial resolution of 250 meters as gridded level-3 products in the Sinusoidal projection. The Terra 16-day period starts from day 001. The VI products consist of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI), and four spectral bands: Blue (459–479 nm), Red (620–670 nm), Near Infrared (841–876 nm), and Shortwave Near Infrared (SWIR-2) (2105–2155 nm) (Dao and Liou 2015). Here we had used NDVI for our analyses. Totally, there were collected 154 images on the period of 2000 and 2012. The images had been taken in sequence of one image per month. Georeferenced MODIS NDVI images were downloaded from glovis.usgs.gov.

Parameters of scanner: Modis Horitzonal Tile Number/Vertical Tile Number: 23/4; Lat/Long: 45.0/77.8.

**Used tools and software.** OBIA method has been used during the analysis. This method was performed by eCognition program. With this software, MODIS NDVI images have been segmented until the homogenous object of the surface of the whole Syrdarya province.

During the MODIS segmentation process, total 154 NDVI layers have been used, all of them have got similar 1 weight. The reason is all of those images form one, NDVI band, and captured in different intervening periods, moreover, all of them are in equal practical significance for analyses. Shape's value is minimum (0.1) and compactness' value is maximum (0.9), because the change of these quantities did not influence noticeably the objects during the segmentation of MODIS images; secondly, the resolution of these images is too high (250) which reduces the accuracy of result, therefore, the shape and compactness have been set in highest possible to receive the maximum homogeneous objects. Therefore, segmentation parameters are as following (Table 1):

Table 1

Segmentation parameter of MODIS NDVI images

Name	Number of images	Image layer weight	Scale Parameter	Shape	Compactness	Number of object
MODIS NDVI	154	1	80	0,1	0,9	1 Region 4 under region objects

Analysis has shown the following result (Figure 3):

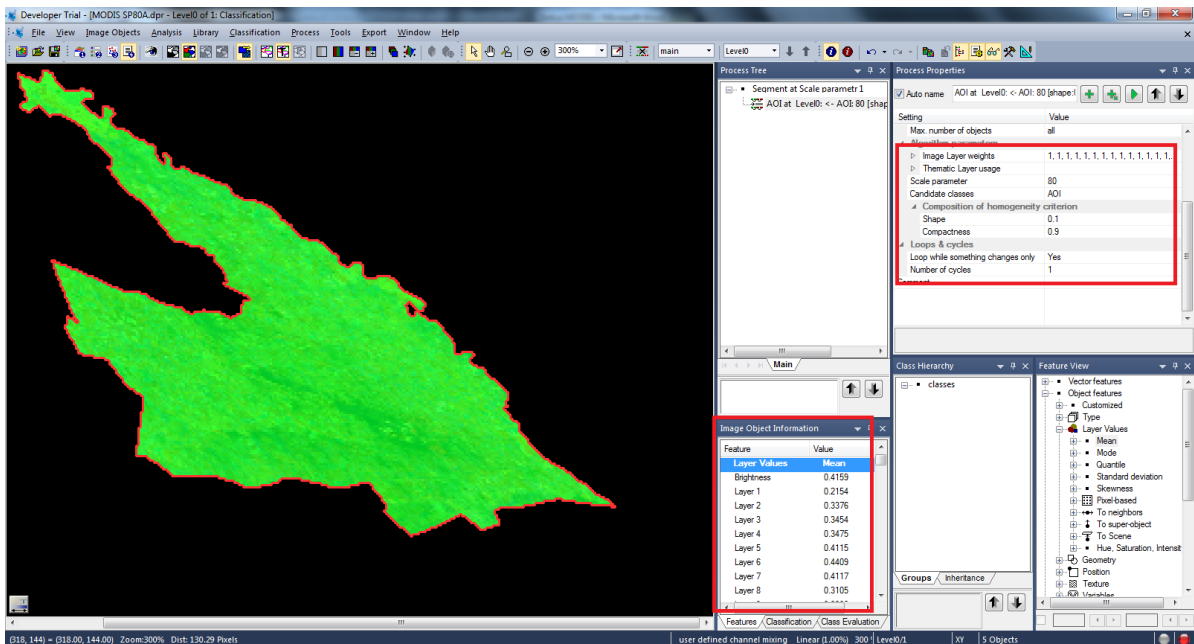


Fig. 3. Analysis steps and results

It is seen that eCognition program there produced the only one NDVI object. Monthly average value of NDVI had been copied from the window of "image object information" and pasted to Excel and the correlation coefficient (R) have been calculated by various statistical formula.

### Results and discussion

After copying all NDVI degrees to Excel in accordance with months in a year, there also had been inserted the water volume of river, average value of climate temperature and monthly total sum of precipitation. By statistical calculations, the correlation coefficient (R) of monthly change degree of NDVI had been found. The following table 2 shows the correlation of vegetation period with natural factors within the recent 12 years.

The precipitation almost does not effect on vegetation period. In other words, the correlation coefficient between them is equal to  $R = -0.47$ , which means the absence of any connection. Because, the precipitation in province falls on the non-vegetation period, and the most agriculture is realized on the basis of irrigation.

In accordance with result of statistical analysis, in all segmentation degrees the indexes of NDVI are in negative correlation with the change of water volume of the river. Proper attention shows that vegetation period includes mainly final spring months, summer months and first autumn months. In accordance with meteorological analysis, at present time the temperature of weather increases and the mountain ice melts and the volume of water of ice feed rivers grow. The Syrdarya River is also among these ice-feed rivers, which means that correlation index of vegetation and water volume must be positive. However, correlation of the average index of NDVI of the province during season with water volume of river is noticeable negative:  $R = -0.73$ . If the agricultural events are carried out by irrigated agriculture, why this correlation's index is negative?

The reason of negativeness of the index is anthropogenic factor by neighbour countries influencing the Syrdarya River. Problem is an opportunity to gather the water in period of rivers flowing fully into reservoirs, constructed to produce the electrical energy in winter. There are 2 water reservoirs in the up-flow part of Syrdarya River: Tohtagul reservoir in Kyrgyzstan and Kayrakkum reservoir in Tajikistan. They have been constructed for producing the electrical energy. As a result of activities of these reservoirs, the water of Syrdarya River is collected intensively during vegetation period and in non-vegetation period (in cold days of autumn and winter) a huge amount of water is dropped to Syrdarya in order to produce electrical energy. As this result, the statistical analysis showed negative correlation between the change of water volume and vegetation development (Figure 4).

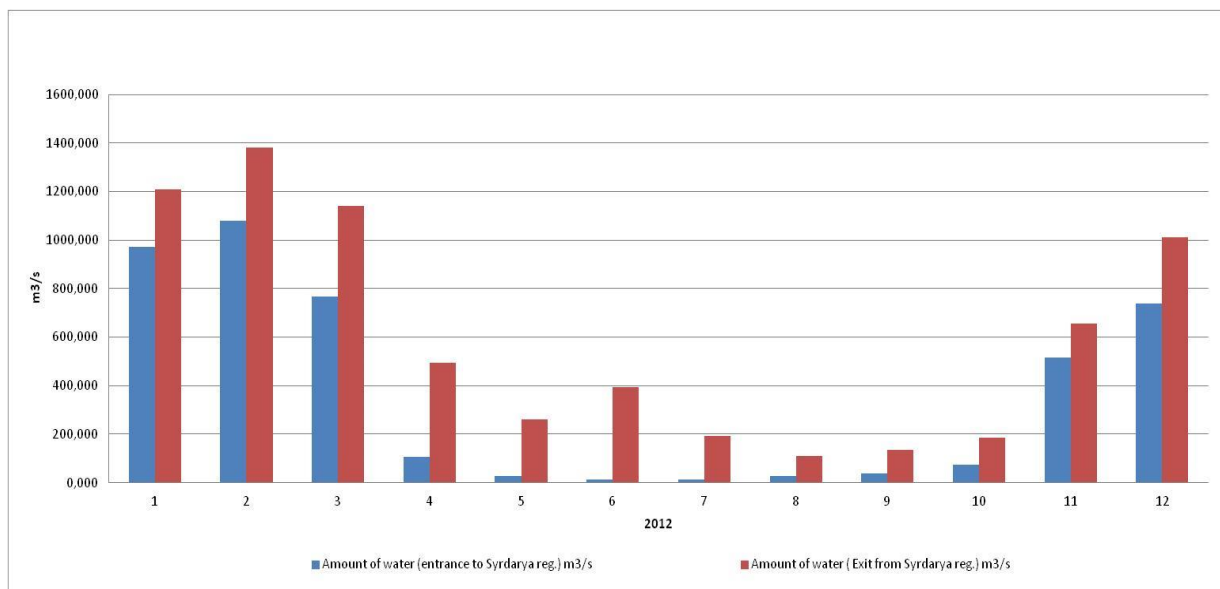


Fig. 4. Annual average volume of water of Syrdarya river (Source: UzGidroMet data 2012)

In accordance with Figure 4, amount of incoming water is bigger than outgoing and the reason is the dropping rivers and other irrigation networks water of Tashkent province and Syrdarya province into the river at the end part of Syrdarya province. However, these waters do not almost influence the vegetation period in Syrdarya province, because this water is dropped in down-stream and reaches the river, which flows straight away to neighbour country of the Republic of Kazakhstan.

As the main part of land of province is agricultural irrigated areas, change of water amount will exert influence in its turn upon agricultural activity. It is arduous to note it in common analyses. Mainly, decrease of water amount in vegetation period has caused the destruction of agricultural vegetation, which followed the loss of quality of NDVI degree. For example, see the changes of average NDVI degrees and water amount only for months of July (Figure 5).

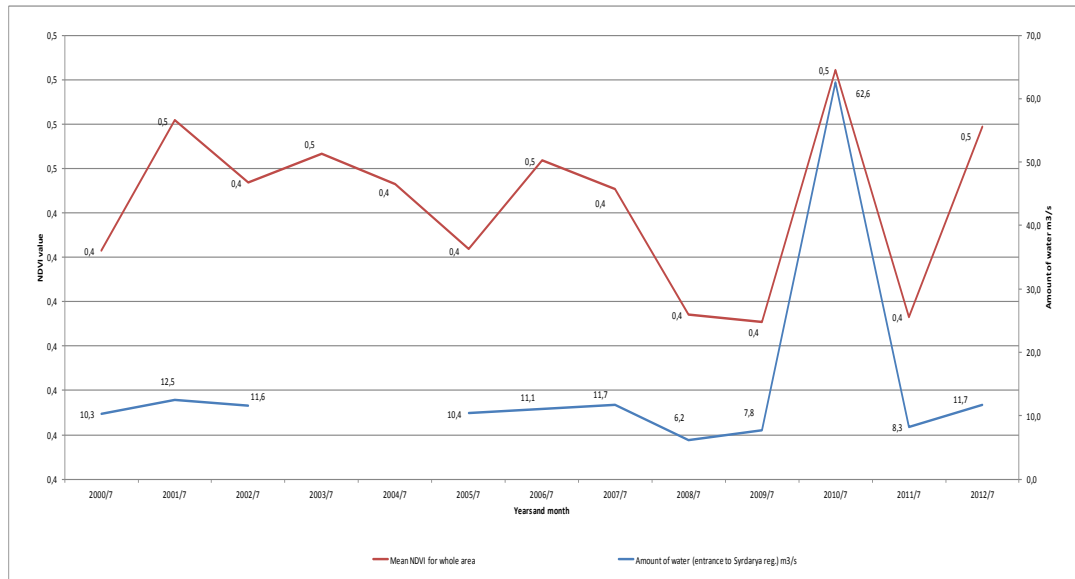


Fig. 5. Mean NDVI value and water amount value of region for every July

In accordance with diagram, big amount of water in vegetation period causes the rich development of agricultural plants. This figure also shows the most part of province land is an irrigated area, because the water absence in river has decreased the NDVI. According to the analyse mean NDVI of the region very high correlated with air temperature change ( $R=0.87$ ). Agricultural activities and vegetation period is a process occurring with growth of air temperature. That is why correlation coefficient  $R$  between vegetation index and air temperature is very high ( $R=0.87$ ). So, vegetation development demands on common increase of air temperature in province. On the hand, less amount of water in vegetation period have followed the lack of irrigating waters. In the result, the areas difficult to reach for agriculture water have been come out of cycle in definite terms and became desert area.

#### Conclusion and recommendations

The use of RS images in analysing the relation between vegetation development with various natural factors saves time and resources. And the use of MODIS images in global analyses is expeditious. Besides, MODIS images have NDVI band, which saves us from the difficulties of calculation.

Today, the MODIS images are free, and the analysis program of eCognition Developer that we have used during this analysis is also cheap, which saves the financial means. These analysis tools and the benefit of program is high accuracy, which is able to analyse in details and submit the result of 154 images in 10 mins.

In accordance with analysis result, vegetation development is mainly related with temperature of weather; and the reason of vegetation destruction is problem of water shortage in the middle of vegetation period. This water needles is created by Tohtagul water reservoir. Because this water reservoir collects water in vegetation period and drops water in non-vegetation period. In addition, it causes the vegetation destruction in hot months of summer because of water shortage in agricultural areas based on artificial irrigation. This situation is pointed in the following graph (Figure 6):

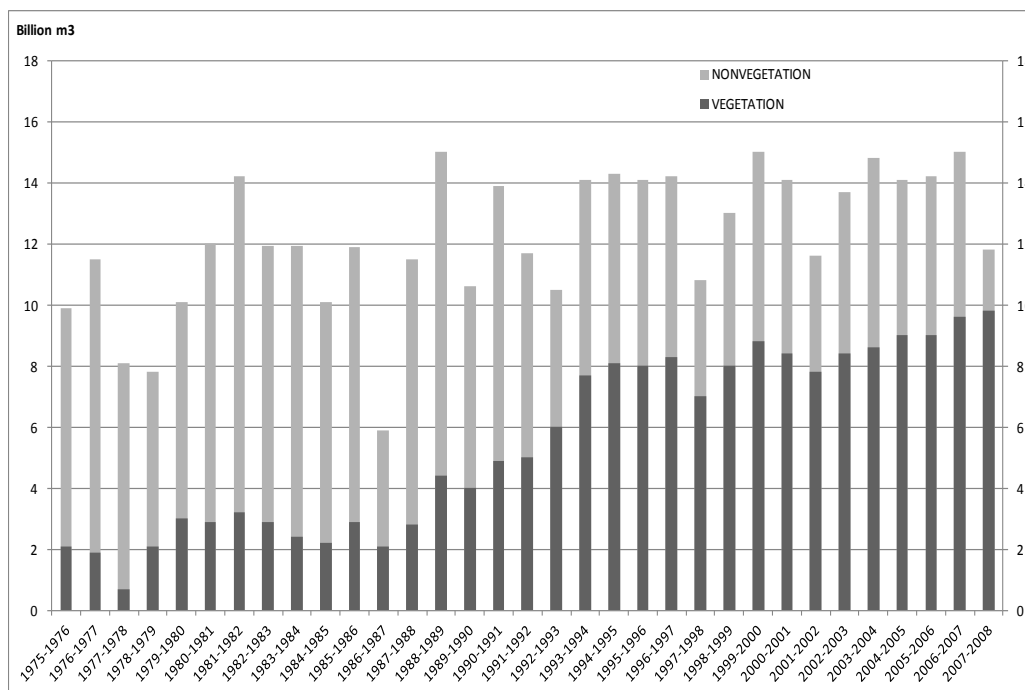


Fig. 6. Releases Syrdarya river water for upstream countries during vegetation period (Source: Report of A.G. Sorokin, NISMKVK, 2011)

Water amount of river in vegetation period has been decreasing every year simultaneously with rising problem of water shortage in province. It is seen in the graph made for July (Figure 6). Therefore, agricultural and water resources management of the province should focus all attention on solving this problem. If this problem between countries will not be solved positively, agricultural management of Syrdarya province must adopt water shortages conditions in the future.

According to our and all scientists, conclusion after comparing the vegetation period is the following: water lack is a semi-natural process progressing with the climatic change, which is difficult to avoid. We can only suppose the future changes of it. It is a big problem and the water management of the republic of Uzbekistan might solve it. Because the only water resource of the province is the Syrdarya river streaming down from 3 republics. Transboundary water problems are international issues requiring global interfere. Thus, we recommend to continue current thesis by gathering all field experiments with results and to realize the adaptation events for future natural changes on the basis of results.

#### Acknowledgment

Our thanks to Erasmus mundus CEA scholarship, Lille1, TIIM and Agrarian Universities, Head and personnel of deptments of Geography, Hydromelioration and Zoology, head and personnel of UzGidroMet deptments and Social-economic College in Urtachirchik Region of Tashkent Province, who supported us with the materials and finance during writing this article. Special thanks to scientific supervisor as Eric Masson, Olivier Blanpain, Aybek Arifjanov, who always helped with valuable advices. Our thanks to our colleagues Shodiyor, Iroda, Luqmon, Ismoil, Tursunoy, Kamola.

#### REFERENCES

- Allouche, J. The Governance of Central Asian Waters: National Interests versus Regional Cooperation / J. Allouche // In Disarmament Forum, 4:45–56, 2007.
- Bernauer, Th. Climate Change and International Water Conflict in Central Asia / Th. Bernauer, T. Siegfried // Journal of Peace Research 49 (1): 227–39, 2012.
- Brigante, R. Use of multispectral sensors with high spatial resolution for territorial and environmental analysis / R. Brigante, F. Radicioni // Geographia Technica 9 (2), 2014.
- Crippen, R. E. Calculating the Vegetation Index Faster / R. E. Crippen // Remote Sensing of Environment 34 (1): 71–73, 1990.
- Dao, Ph. D. Object-Based Flood Mapping and Affected Rice Field Estimation with Landsat 8 OLI and MODIS Data / Ph. D. Dao, Yuei-An Liou // Remote Sensing 7 (5): 5077–97, 2015.
- Giniyatullina, O. L. Integral Methods of Environmental Assessment at Mining Regions Based on Remote Sensing Data / O. L. Giniyatullina, V. P. Potapov, E. L. Schactlivtcev. – Accessed June 8, 2015.
- Gleditsch, N. P. Whither the Weather? Climate Change and Conflict / N. P. Gleditsch // Journal of Peace Research 49 (1): 3–9, 2012.
- Gyuris, Mr. P. Wp4-satellite remote sensing deliverable d4. 1 report on the limitations and potentials of satellite eo data / Mr. P. Gyuris. – Accessed June 9, 2015.
- Karimov, A. Water 'banking' in Fergana Valley aquifers - A Solution to Water Allocation in the Syrdarya River Basin? / A. Karimov, V. Smakhtin, A. Mavlonov et al. // Agricultural Water Management 97 (10): 1461–68, 2010.

10. Kitamura, Yo. Causes of Farmland Salinization and Remedial Measures in the Aral Sea basin—Research on Water Management to Prevent Secondary Salinization in Rice-Based Cropping System in Arid Land / Yo. Kitamura, Ya. Tomohisa, H. Toshimasa // *Agricultural Water Management* 85 (1): 1–14, 2006.
11. Law, B. E. Terrestrial Carbon Observations: Protocols for Vegetation Sampling and Data Submission / B. E. Law, T. Arkebauer, J. L. Campbell et al. – FAO, Rome, 2008.
12. Libert, B. Water and Energy Crisis in Central Asia / B. Libert, E. Orolbaev, Yu. Steklov // *In China and Eurasia Forum Quarterly*, 6:9–20, 2008.
13. McKinney, D. C. Transboundary Water Challenges: Case Studies / D. C. McKinney. – Foreign Service Institute, 2011.
14. Pereira, L. S. Irrigation Scheduling Strategies for Cotton to Cope with Water Scarcity in the Fergana Valley, Central Asia / L. S. Pereira, E. D. Paredes, O. P. Cholpankulov et al. // *Agricultural Water Management* 96 (5): 723–35, 2009.
15. Rajabov, T. Ecological Assessment of Spatio-Temporal Changes of Vegetation in Response to Piosphere Effects in Semi-Arid Rangelands of Uzbekistan / T. Rajabov. – URL : <http://www.Unulrt.Is/static/fellows/document/rajabov-T. Pdf>. Accessed on 9, 2013.
16. Rouse, J. W. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (greenwave Effect) of Natural Vegetation / J. W. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell et al. – Texas A & M University, Remote Sensing Center, 1974.
17. Siegfried, T. Estimating the Performance of International Regulatory Regimes: Methodology and Empirical Application to International Water Management in the Naryn/Syr Darya Basin / T. Siegfried, Th. Bernauer // *Water Resources Research* 43 (11), 2007.
18. Siegfried, T. Will Climate Change Exacerbate Water Stress in Central Asia? / T. Siegfried, Th. Bernauer, R. Guiennet et al. // *Climatic Change* 112 (3-4): 881–99, 2012.
19. Stulina, G. Using RZWQM to Search Improved Practices for Irrigated Maize in Fergana, Uzbekistan / G. Stulina, M. R. Cameira, L. S. Pereira // *Agricultural Water Management* 77 (1): 263–81, 2005.
20. Teasley, R. L. Calculating the Benefits of Transboundary River Basin Cooperation: Syr Darya Basin / R. L. Teasley, D. C. McKinney // *Journal of Water Resources Planning and Management* 137 (6): 481–90, 2011.
21. Tukhliev, N., Kremensova A. Republic of Uzbekistan: encyclopedic reference. [country and the administrative division of the people, history, government structure, economy, education, science, health, life, cultural life] / N. Tukhliev, A. Kremensova // *National encyclopedia of Uzbekistan*. – State Scientific Publishing, Tashkent, 2007.
22. World Bank Project 2010. «Water supply of Syrdarya province». – Tashkent : Agency «Uzkommunservice».

*Материал поступил в редакцию 14.01.16.*

## **НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЕГЕТАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ С ПОМОЩЬЮ ОБЪЕКТООРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА СНИМКОВ (OBIA) СПЕКТРОРАДИОМЕТРА В СРЕДНЕМ РАЗРЕШЕНИИ (MODIS) НОРМИРОВАННОЙ ДИФФЕРЕНЦИИ ИНДЕКСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ (NDVI) НА СНИМКАХ (ОБСТОЯТЕЛЬСТВО В СЫРДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Ш.Б. Акмалов<sup>1</sup>, Д.Б. Омонов<sup>2</sup>, Д.А. Мансурова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> докторант, <sup>2</sup> бакалавр, <sup>3</sup> лектор

<sup>1</sup> Университет науки и технологии Лилль 1 (Вильнев д'Аск), Франция

<sup>2</sup> Ташкентский государственный аграрный университет,

<sup>3</sup> Уртачирчикский социально-экономический колледж, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье приведены анализы природного и антропогенного влияния на растительность, а также степень их развития в Сырдарьинской области. В процессе анализа была разработана статистическая модель интегрированных метео- и гидроданных, а также дистанционный сбор данных (RS). Благодаря этой модели, были проведены анализы доли соотношений различных природных факторов с вегетационным развитием. Снимки MODIS и NDVI были использованы в анализе, которые по сравнению с остальными RS снимками, являются бесплатными, а также имеют данные касательно вегетационного роста. Согласно результату проведенных анализов, в Сырдарьинской области вегетационный рост зависит от температуры воздуха, что является естественным, так как период вегетационного роста приходится на теплое время года. Но именно в этот период объём воды в реках падает, что приводит к гибели растительности из-за нехватки воды, а земля становится солянистой. В анализе вегетационного роста RS снимки играют важную роль. В данной статье мы рассмотрим возможности RS и OBIA снимков в статистическом анализе.*

***Ключевые слова:** Сырдарья, дистанционный сбор данных, объектоориентированный анализ снимков (OBIA), eCognition, вода, сегментирование, спектрорадиометр в среднем разрешении (MODIS), нормированная дифференция индекса растительности (NDVI), сельское хозяйство, орошение, растительность, природные факторы, метеоданные, река.*

# Наука и Мир

## Ежемесячный научный журнал

№ 2 (30), Том 1, февраль / 2016

Адрес редакции:  
Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович  
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук  
Мусиенко Александр Васильевич, кандидат юридических наук  
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук  
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук  
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук  
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук  
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук

Подписано в печать 18.02.2016 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 85.