



ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

*Сборник статей по материалам
XXIV международной научно-практической конференции*

№ 11 (23)
Ноябрь 2014 г.

Издается с декабря 2012 года

Новосибирск
2014

УДК 50
ББК 20
Е 86

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

Козьминых Владислав Олегович — д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой химии естественнонаучного факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Редакционная коллегия:

Гукалова Ирина Владимировна — д-р геогр. наук, доц. ведущий научный сотрудник Института географии НАН Украины, доц. кафедры экономической и социальной географии Киевского национального университета им. Т. Шевченко;

Данилов Виктор Павлович — канд. с.-х. наук, зам. дир. по научной работе СибНИИ кормов СО Россельхозакадемии;

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Зеленская Татьяна Евгеньевна — канд. физ.-мат. доц. кафедры высшей математики Югорского государственного университета;

Королев Владимир Степанович — канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры механики управляемого движения факультета прикладной математики - процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета.

Романова Алла Александровна — канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной физики Санкт-Петербургского государственного экономического университета;

Рымкевич Павел Павлович — канд. физ.-мат. наук, доц., проф. кафедры физики Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, чл.-кор. Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, член Экспертного совета по энергоэффективности зданий и сооружений Санкт-Петербурга;

Сулэйман Ерлан Мэлсұлы — д-р филос. наук, канд. хим. наук, директор института прикладной химии при Евразийском национальном университет им. Л.Н. Гумилева;

Харченко Виктория Евгеньевна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела флоры Дальнего Востока, Ботанический сад-институт ДВО РАН;

Яковишина Татьяна Федоровна — канд. с.-хоз. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

Е 86 Естественные и математические науки в современном мире / Сб. ст. по материалам XXIV междунар. науч.-практ. конф. № 11 (23). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 186 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Естественные и математические науки в современном мире» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

Оглавление	
Секция 1. Математика	8
1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ	8
ИНТЕГРАЛ КРИВИЗНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ Пешкичев Юрий Афанасьевич	8
1.2. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	13
ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ Королев Владимир Степанович	13
1.3. Математическая логика, алгебра и теория чисел	21
ТРЕУГОЛЬНЫЕ И ПИРАМИДАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ Мамедяров Даглар Мамедярович	21
ОРИГИНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ Мамедяров Даглар Мамедярович	30
ОШИБКА ПОРОДИЛА ЗАДАЧУ Мамедяров Даглар Мамедярович	36
Секция 2. Информационные технологии	42
2.1. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей	42
MICROSOFT OFFICE PROJECT КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИКА-ПРОГРАММИСТА Маковийчук Лилия Фриятулловна	42

2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	47
МОДЕЛИРОВАНИЕ «РАЗЛАДКИ» ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ КОМОРБИДНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ В КАРДИОЛОГИИ	47
Бурмистрова Валентина Геннадьевна Мазурова Ольга Васильевна Сапожников Александр Нилович Серякова Анна Михайловна Арутюнян Ншан Овикович	
МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	54
Данг Нгок Хоанг Тхань Фан Зуй Тунг	
МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА MR-ИЗОБРАЖЕНИЯХ	60
Данг Нгок Хоанг Тхань Фан Зуй Тунг	
ВЫБОР НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИБЫЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ	66
Макаров Станислав Евгеньевич Сорокин Игорь Валерьевич Родионов Артем Сергеевич	
2.3. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность	70
АЛГОРИТМ ВЫБОРА ЦЕНТРАЛЬНОГО УЗЛА В ОДНОРАНГОВОЙ СЕТИ СО СЛОЖНОЙ СЛУЧАЙНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ	70
Власова Анна Михайловна Голованов Андрей Евгеньевич Монахов Юрий Михайлович	

Секция 3. Физика	78
3.1. Кристаллография, физика кристаллов	78
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ДИРЕКТОРА НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА В ЯЧЕЙКЕ С КОМПЛАНАРНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ	78
Богатырев Борис Дмитриевич Клебанов Игорь Иосифович Подгорнов Федор Валерьевич Иванов Сергей Александрович	
3.2. Механика жидкости, газа и плазмы	87
ТРАНСЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОФИЛЯ СТАБИЛИЗАТОРА ПРИ ОТКЛОНЕНИИ РУЛЯ ВЫСОТЫ	87
Бабарыкин Константин Валентинович	
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА	94
Степанов Кирилл Александрович	
3.3. Физика конденсированного состояния	101
АНИЗОТРОПИЯ ПРОДОЛЬНОГО МАГНЕТОСОПРОТИВЛЕНИЯ В КРЕМНИИ P-ТИПА ВДОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ОСЕЙ	101
Таймуратова Лидия Унгарбаевна Алимбаева Акмарал	
Секция 4. Биология	109
4.1. Биологические аспекты сельского хозяйства	109
ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ КАК ИНДУКТОРОВ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ	109
Сивцова Алла Марсовна Карасёв Сергей Георгиевич Аминова Айнинур Ризаитдиновна	

4.2. Биохимия	114
РОЛЬ ЭНДОГЕННОЙ ФОСФОЛИПАЗЫ Д В ПРЕВРАЩЕНИЯХ ФОСФОЛИПИДОВ ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ Абдуллаева Муборак Махмусовна Игамназароа Равшан Патхиллаевич Рахмонова Нодира Бахромовна	114
ТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ МЕДУЗЫ <i>GONIONEMUS VERTENS</i> Синцова Оксана Владимировна Козловский Сергей Антонович Пислягин Евгений Александрович Агафонова Ирина Григорьевна Монастырная Маргарита Михайловна Козловская Эмма Павловна	119
4.3. Ботаника	128
ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОКА РАСТЕНИЯ <i>ELODEA CANADENSIS</i> MICHX. В ТЕСТАХ С <i>DAPHNIA PULEX</i> Аниськина Мария Валерьевна Вагонов Кирилл Андреевич	128
4.4. Зоология	132
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ Жуманов Муратбай Арепбаевич	132
СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИБИРСКОЙ СТЕРЛЯДИ НА ТОБОЛЬСКО-УВАТСКОМ УЧАСТКЕ РЕКИ ИРТЫШ Третьякова Татьяна Владиленовна	140
4.5. Экология и природопользование	145
ПШЕНИЦА — БИОИНДИКАТОР КАЧЕСТВА ВОДЫ Лыгин Сергей Александрович Жигалова Екатерина Алексеевна	145

Секция 5. Химия	152
5.1. Медицинская химия	152
РАЗРАБОТКА НОВОЙ МАЗИ НА ОСНОВЕ НАФТОКСИБУТИНИЛ МОРФОЛИНА Омырзаков Манас Токтасынович Кияшев Даулеткельды Керимович	152
5.2. Неорганическая химия	161
ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ ФАЗ В СИСТЕМАХ $M'_2MOO_4-WO_3$ ($M'-CS, RB$) Фаталиев Малик Бедалович Расулов Абутдин Исамутдинович Минхаджев Гаджимурад Маллаевич Гусейнова Шамалаханум Гусейновна	161
5.3. Органическая химия	167
СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ ТРИ- И ТЕТРАКАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РЕАКЦИИ С НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ И КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ Кунавина Елена Александровна Козьминых Владислав Олегович	167
Секция 6. Науки о Земле	179
6.1. Физическая география и ландшафтоведение	179
ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА) Карбаева Шолпан Шайкеновна	179

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ИНТЕГРАЛ КРИВИЗНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ

Пешкичев Юрий Афанасьевич

канд. физ.-мат. наук, исполнитель, ООО «Интеграл-Хаб.»,

РФ, г. Бердск

E-mail: peshyur@inbox.ru

THE INTEGRAL OF THE CURVATURE MATHEMATICAL SCALAR FIELD

Yuriy Peshkichev

candidate of Physical and Mathematical Sciences,

performer, LLC "Integral-Khab.",

Russia, Berdsk

АННОТАЦИЯ

Изучаются свойства гладкого скалярного поля на плоскости, проявляющиеся при рассмотрении семейств линий уровня.

ABSTRACT

We study the properties of the smooth scalar field on the plane, taken in dealing with the families of level curves.

Ключевые слова: линия уровня; эволюта; кривизна; вторая кривизна; интеграл кривизны; гауссово изображение.

Keywords: level curve; evolute; curvature; the second curvature; the integral of the curvature; the Gaussian image.

В современной теории математического скалярного поля является актуальной задача количественного наполнения качественного понятия его кривизны. Данная статья является естественным продолжением работы автора [5] по дифференциальной и интегральной геометрии гладкого математического скалярного поля. Под гладкостью скалярного поля в данной статье будем всегда понимать существование всех непрерывных частных производных до третьего порядка включительно у представляющей его функции двух переменных. Дифференциальная геометрия семейств линий уровня ориентирована на учебник Дж. Торпа [6], где поверхности в многомерном пространстве рассматриваются как уровенные поверхности. Интегральная геометрия семейств линий уровня представляет собой распространение основных идей уже сложившегося понятия интегральной геометрии на семейства криволинейных уровней скалярных полей. Такой подход использован в методе модулей исследования квазиконформных отображений. При доказательствах используется криволинейная теорема Фубини, известная по учебнику Р. Куранта [3, с. 318]. Схема доказательств заимствована из учебника М.А. Евграфова [1, с. 443], где был представлен принцип длины и площади. Первая теорема есть аналог этого принципа в ситуации, когда вместо длины образа линии уровня рассмотрена длина её гауссова изображения, а вместо площади рассматривается произведение интеграла Дирихле и двойного интеграла кривизны. В условии второй теоремы длина линии уровня заменяется криволинейным интегралом от квадратного корня из абсолютной величины кривизны эволюты, из-за чего двойной интеграл кривизны берётся уже от квадрата второй кривизны.

Криволинейная теорема Фубини. Для гладкого скалярного поля $u(M)$ в плоской области G пусть $E(r)$ — линия уровня с длиной дуги s , $L(E(r))$ — её длина. Тогда для любого скалярного поля $f(M)$

$$\iint f(M) |\text{gradu}| dG = \int dr \int_{E(r)} f(M) ds$$

при условии существования двойного интеграла. При этом однократное интегрирование проводится по всей области значения скалярного поля.

Вытекающую отсюда формулу

$$\iint |\text{gradu}| dG = \int L(E(r)) dr$$

автор предлагает рассматривать как проявление интегральной геометрии семейства линий уровня. Эта формула допускает своеобразное повышение порядка дифференцирования скалярного поля. Пусть $N(r)$ — гауссово изображение линии уровня $E(r)$, $k = k(M) = -\text{div}(\text{gradu}/|\text{gradu}|)$ —

кривизна линии уровня $E(r)$ в точке M . Тогда [6, с. 116] в случае выпуклости почти всех линий уровня для почти всех значений параметра r будет

$L(N(r)) = \int_{E(r)} |k| ds$. Интегрируя по параметру r , по криволинейной теореме Фубини получаем

$$\iint |k| \cdot |\text{gradu}| dG = \int L(N(r)) dr \leq \iint \|\text{hess } u\| dG,$$

где $\text{hess } u$ — матрица Гессе скалярного поля $u(M)$ с евклидовой нормой.

Рассмотрим теперь интеграл Дирихле $D(u, G) = \iint |\text{gradu}|^2 dG$, двойной интеграл кривизны $I_1(u, G) = \iint k^4 dG$, функцию параметра r

$$\lambda(r) = L(N(r))^2 / L(E(r))$$

и однократный интеграл кривизны $J_1(u, G) = \int \lambda(r) dr$.

Теорема 1. Если для гладкого скалярного поля $u(M)$ конечны интеграл Дирихле и двойной интеграл кривизны, то конечен и однократный интеграл кривизны, причём $J_1(u, G)^2 \leq I_1(u, G) D(u, G)$.

Доказательство. Как мы уже видели, использование криволинейной теоремы Фубини приводит к рассмотрению криволинейных интегралов первого рода по линиям уровня скалярного поля. В процессе доказательства мы применим к ним неравенство Гёльдера по примеру обзорной статьи В.Г. Мазьи [3]. Так как кривизна линии уровня служит касательной производной гауссова отображения, то для почти всех значений параметра r будет

$$L(N(r)) \leq \int_{E(r)} |k| ds.$$

Согласно неравенству Буняковского-Шварца [1, с. 443], тогда $\lambda(r) \leq \int_{E(r)} k^2 ds$. Интегрируя это неравенство по всей области изменения параметра r , по криволинейной теореме Фубини получаем

$$J_1(u, G) \leq \iint k^2 |\text{gradu}| dG.$$

Оценивая теперь двойной интеграл с помощью неравенства Буняковского-Шварца, получаем требуемое неравенство.

Пусть теперь $k_2 = k_2(M) = dk/ds$ — вторая кривизна линии уровня в точке M , $k_{ev} = k_{ev}(M)$ — кривизна эволюты линии уровня в центре кривизны для точки M . Из известных свойств эволюты [2, с. 352] вытекает вычислительная формула $k_{ev} = \pm k_1^3/k_2$. Рассмотрим двойной интеграл кривизны $I_2(u, G) = \iint |k_2|^2 dG$, функцию параметра r

$$\mu(r) = L(N(r))^3 / \left(\int_{E(r)} |k_{ev}|^{1/2} ds \right)^2$$

и однократный интеграл кривизны $J_2(u, G) = \int \mu(r) dr$.

Теорема 2. Если для гладкого скалярного поля $u(M)$ конечны интеграл Дирихле и двойной интеграл кривизны $I_2(u, G)$, то конечен и однократный интеграл кривизны $J_2(u, G)$, причём $J_2(u, G)^2 \leq I_2(u, G)D(u, G)$.

Доказательство. Если в начале доказательства теоремы 1 использовать тождество $k = |k_2|^{1/2} k / |k_2|^{1/2}$, то для почти всех значений параметра r будет

$$L(N(r)) \leq \int_{E(r)} |k_2 k_{ev}|^{1/2} ds.$$

Согласно неравенству Гёльдера с показателем $p = 3$, будет $\mu(r) \leq \int_{E(r)} |k_2| ds$. Интегрируя последнее неравенство по всей области изменения параметра r , получаем

$$J_2(u, G) \leq \iint |k_2| \cdot |\text{grad} u| dG.$$

Остаётся оценить двойной интеграл с помощью неравенства Буняковского-Шварца.

Доказанные теоремы позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, степень суммируемости подынтегральной функции в двойном интеграле кривизны влияет на вид однократного интеграла кривизны. Во-вторых, сам двойной интеграл кривизны можно ввести на основе понятия второй кривизны линии уровня скалярного поля.

Список литературы:

1. Евграфов М.А. Аналитические функции. М.: Наука, 1968. — 472 с.
2. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1. М.: Наука, 1967. — 704 с.
3. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2. М.: Наука, 1970. — 672 с.

4. Мазья В.Г. Классы областей, мер и ёмкостей в теории пространств дифференцируемых функций // Итоги науки и техн. Современ. пробл. мат. Фундам. направления, 26 (1988). — С. 159—228.
5. Пешкичев Ю.А. Дифференциальная и интегральная геометрия математического скалярного поля // Новый университет. Сер. «Вопр. естеств. наук». — 2012. — № 3. — С. 11—12.
6. Торп Дж. Начальные главы дифференциальной геометрии. М.: Мир, 1982. — 361 с.

1.2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ

Королев Владимир Степанович

*канд. физ.-мат. наук, доцент,
Санкт-Петербургский Государственный Университет,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: vokorol@bk.ru*

STABILITY SOLUTION OF THE EQUILIBRIUM POINT

Vladimir Korolev

*candidate of Physical and Mathematical Sciences,
assistant professor, Saint-Petersburg State University,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены математические модели динамических систем классической механики на основе нелинейных дифференциальных уравнений. Исследованы особенности интегрирования этих уравнений, свойства их решений, устойчивость и поведение решений в окрестности положений равновесия. При исследованиях учтено изменение устойчивости решений в зависимости от постановки задачи, выбора обобщенных координат и уравнений, которые описывают процесс.

ABSTRACT

The mathematical models of dynamical systems in classical mechanics which are represented by nonlinear differential equations are considered. The integration peculiarities of these equations, their solutions properties, the stability and the solutions behavior in a neighborhood of the equilibrium point are investigated. The change of the solutions stability is taken account. This change is depending on the choice of generalized coordinates and equations that describe the process.

Ключевые слова: динамические системы; устойчивость решений.

Keywords: dynamical systems; stability of solution.

Введение.

Сложные процессы классической механики моделируются системами обыкновенных дифференциальных уравнений. При исследовании поведения нелинейных динамических систем важно знать основные свойства решений: существуют ли состояния равновесия, какие из них устойчивы, возможны ли колебательные режимы движения и при каких условиях [1—6]. Наличие даже малых возмущений периодического или случайного характера может изменить характер решений таких систем. Поэтому поведение и свойства решений систем, моделирующих управляемые процессы, определяются выбранными управляющими воздействиями. При этом анализируется вид полученной устойчивости.

Определения устойчивости.

Одним из первых определений понятия устойчивости было дано Л. Эйлером в 1749 г. в связи с практически важным вопросом того времени устойчивости кораблей Российского флота: *«равновесное положение тела будет устойчиво, ежели оно тело, будучи несколько наклонено, опять исправится»*. Строгое определение понятия устойчивости положения равновесия и других решений динамических систем было дано в 1892 г. русским ученым А.М. Ляпуновым [2].

Устойчивость определяют по Эйлеру, по Лагранжу, по Ляпунову, рассматривается орбитальная устойчивость или устойчивость по части переменных [1]. В последнем случае оказывается, что фазовая траектория или её проекция на соответствующее подпространство остается в достаточной близости от опорной траектории, хотя изображающие точки могут сколь угодно разбегаться, удаляясь друг от друга со временем [6].

В механике устойчивость характеризуется ответом на достаточно малое отклонение в начальных данных или возмущение действующих сил для системы, находящейся в механическом равновесии. Устойчивость — способность системы сохранять текущее состояние равновесия или движения при влиянии внешних малых воздействий. Под неустойчивостью понимают способность систем при действии весьма малых возмущений получать большие перемещения.

Наглядным примером устойчивого состояния равновесия служит поведение тяжёлого шарика на гладкой поверхности в зависимости от формы и свойств в окрестности текущего положения. Если шарик

отклонить от положения покоя, а он начнет колебаться около нижнего положения в ямке, то состояние равновесия устойчиво. В противном случае — неустойчиво. В том числе безразличное положение шарика на идеально гладкой горизонтальной плоскости.

Из теоремы Лагранжа-Дирихле следует, что положение равновесия для механической системы в однородном поле тяжести будет устойчивым, когда центр тяжести системы занимает наинизшее положение.

Применительно к упругим системам определение Эйлера можно сформулировать следующим образом: равновесие упругой системы при заданных внешних силах считается устойчивым, если после статического приложения и последующего снятия малой возмущающей силы система возвращается к своему исходному состоянию.

Линейная система называется устойчивой, если при выведении ее внешними воздействиями из состояния равновесия или покоя она в него возвращается после прекращения внешних воздействий. Если после прекращения внешнего воздействия система не возвращается к состоянию равновесия, то она является неустойчивой.

Однако в реальных механических системах всегда существуют силы сопротивления движению, возникающие благодаря трению или вязкости среды. Устойчивое положение равновесия становится асимптотически устойчивым при добавлении диссипативных сил с полной диссипацией. Такие силы не в состоянии неустойчивое положение равновесия сделать для консервативной системы устойчивым.

Критерии устойчивости.

В общем случае системы уравнений динамики в нормальной форме имеют особые точки или состояние равновесия при условии, что правые части обращаются в ноль:

$$\frac{dx}{dt} = f(x), \quad x \in R^n, \quad f(x^*) = 0.$$

Существуют различные критерии устойчивости, в том числе критерии Рауса и Гурвица, Найквиста и Михайлова, метод Тимошенко, метод Кармана, метод функций Ляпунова или простого экспериментального тестирования. Однако этими критериями пользоваться во многих случаях практически невозможно из-за необходимости проведения громоздких расчётов. Изменения свойств и также условий устойчивости решений возможны при переходе к новой системе уравнений при замене переменных [4; 5].

Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем позволяют использовать для оценки устойчивости вид функции $\Pi(q)$ для потенциальной энергии. Положение равновесия находится из условий минимума по лагранжевым переменным:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Матрица вторых частных производных, которая вычисляется в положении равновесия, используется для оценки устойчивости. Для системы с одной степенью свободы требуется определить знак второй производной $\Pi(x)$ и выделить точки минимума (рис. 1).

При наличии k циклических интегралов порядок системы уравнений уменьшается. Получается система уравнений с функцией Рауса $R(q)$, а устойчивость оценивают для оставшихся обобщенных координат.

$$\frac{\partial R}{\partial q_i} = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n - k).$$

При этом обобщенные импульсы, соответствующие циклическим координатам, остаются постоянными $p_i = \text{const}$ и определяют стационарные движения системы, которые могут иметь устойчивость или в режиме автоколебаний даже асимптотическую устойчивость (рис. 2).

В случае приведения уравнений к виду канонических систем можно проверять аналогичные условия для функции Гамильтона $H(x)$, которая при дифференцировании по фазовым переменным определяет все правые части уравнений движения.

Необходимо обратить внимание на возможные изменения свойств и условий устойчивости решений новых уравнений при замене переменных.

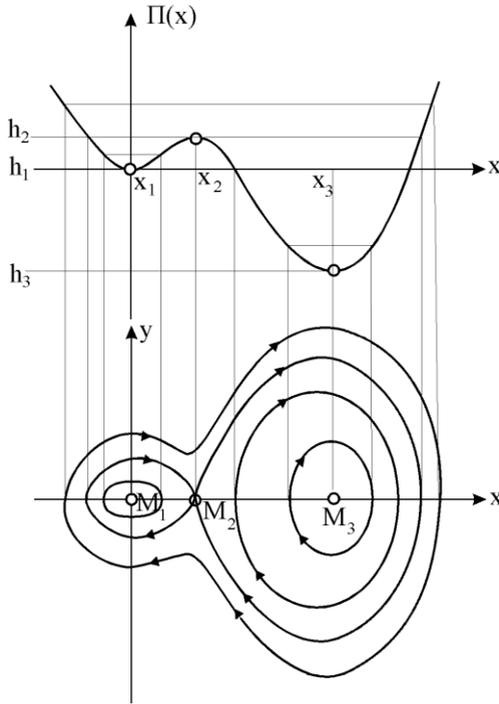


Рисунок 1. Фазовый портрет системы с одной степенью свободы

В случае контактных преобразований канонических уравнений при выборе нужной производящей функции получаем в новых переменных уравнения, где правые части равны нулю, а новые переменные определяют набор произвольных постоянных для решений первоначальной системы канонических уравнений. Следовательно, при любых допустимых начальных условиях они остаются постоянными, сохраняя малые начальные отклонения.

Если уравнения динамики системы записаны в каноническом виде и существует n первых интегралов, то по теореме Арнольда [4] фазовые траектории лежат на n -мерном торе, а движение системы является условно периодическим. В общем случае для системы дифференциальных уравнений в нормальной форме могут выполняться первые интегралы, которые определяют интегральные многообразия как пересечение соответствующих поверхностей. Это множество называют равновесным или стационарным режимом системы.

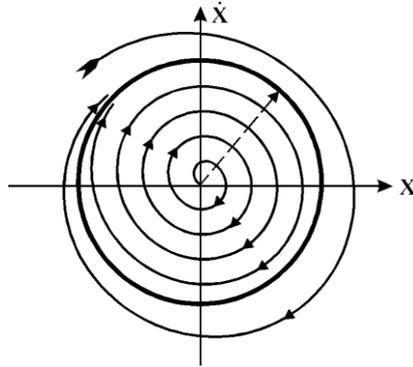


Рисунок 2. Фазовый портрет автоколебаний

Вопрос об устойчивости является одним из первых вопросов, возникающих при исследовании и проектировании систем управления. Наличие возмущений и управляющих воздействий может также влиять на свойства положений равновесия и возможные стационарные состояния. Для исследования этого влияния в известных математических моделях предлагаются модификации [4—6] или дополнения, упрощающие оценку устойчивости выделенных решений.

Примеры устойчивости состояний равновесия.

Наличие многих определений и критериев устойчивости может приводить к затруднениям или неправильному их использованию.

Наиболее просто и наглядно методы исследования устойчивости решений демонстрируются на примере системы дифференциальных уравнений математического маятника или гармонического осциллятора с учетом возмущений:

$$ml \ddot{\varphi} = mg \sin \varphi, \quad \ddot{\varphi} + \omega^2 \sin \varphi = 0, \quad \omega^2 = g / l$$

Если ограничиваться линейным приближением, то уравнение превращается в уравнение гармонических колебаний

$$\ddot{\varphi} + \omega^2 \varphi = 0.$$

Период линейного приближения не зависит от начальных условий. Поэтому малые колебания математического маятника будут изохронными.

Находим состояния равновесия, равные значениям угла $\varphi = 2k\pi$, которым отвечают устойчивые положения в точках минимума, и $\varphi = (2k + 1)\pi$, которым соответствуют неустойчивые положения.

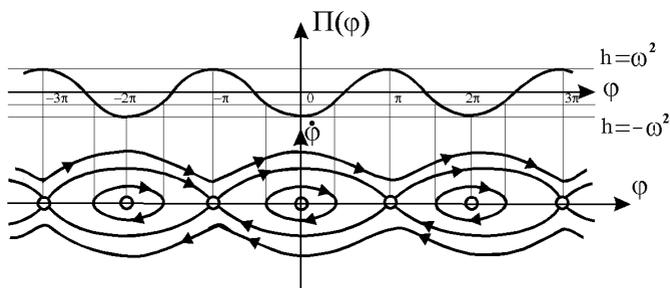


Рисунок 3. Фазовый портрет для математического маятника

При наличии возмущений и управлений система уравнений имеет вид:

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = -\omega^2 x_1 + \varepsilon f(u, t),$$

тогда решение представляет сумму общего решения однородного и частного решения неоднородного уравнения

$$x_1 = a \sin(\omega t + \alpha) + \varepsilon x_1^*, \quad x_2 = a \omega \cos(\omega t + \alpha) + \varepsilon x_2^*.$$

В механической системе всегда существуют силы сопротивления движению, возникающие благодаря трению или вязкости среды. Такие силы называют *диссипативными*.

Теорема Кельвина утверждает: *Диссипативные силы с полной диссипацией делают устойчивое положение равновесия или точки покоя асимптотически устойчивыми.*

Малые колебания в окрестности устойчивого положения равновесия также все являются устойчивыми решениями (в некоторой области) для системы уравнений, но к ним нельзя применить теорему

Кельвина. Так как малые колебания проходят в окрестности положения равновесия, которое в случае действия *диссипативных сил* асимптотически устойчивы, тогда будет справедливо утверждение.

Теорема. *Диссипативные силы делают устойчивое стационарное движение в окрестности выделенного устойчивого положения равновесия для консервативной системы неустойчивым.*

Заключение.

Особенностью системы уравнений может являться существование первых интегралов, которые позволяют понизить порядок и проводить дальнейшее исследование устойчивости по упрощенным уравнениям для оставшихся фазовых переменных после исключения и преобразования к удобному виду. Это позволяет получить критерии условной устойчивости для начальной системы, а также критерии устойчивости для упрощенной системы при различных начальных данных и управляющих воздействиях, а также поведение системы при отклонении от положения равновесия.

Список литературы:

1. Воротников В.И. К теории устойчивости по отношению к части переменных // Прикладная математика и механика. — Т. 59(4), — 1995. — С. 553—561.
2. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. М.: Изд-во: Меркурий-Пресс, 2000. — 386 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. — 840 с.
4. Зубов И.В. Методы анализа динамики управляемых систем. М.: Физматлит, 2003. — 224 с.
5. Новоселов В.С., Королев В.С. Аналитическая механика управляемой системы. СПб.: изд. СПбГУ, 2005. — 298 с.
6. Королев В.С. Устойчивость решений динамических систем по части переменных // Естественные и математические науки в современном мире / Сб. статей по материалам XIX междунар. науч.-практ. конф. № 6 (18). Новосибирск: изд. «СибАК», 2014. — С. 14—22.

1.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

ТРЕУГОЛЬНЫЕ И ПИРАМИДАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Мамедяров Даглар Мамедярович

*канд. пед. наук, Дербентский филиал «Московский государственный
гуманитарный университет им. М.А. Шолохова»,*

РФ, г. Дербент

E-mail: sakitorudjev@mail.ru

TRIANGLE AND PYRAMIDAL EQUATIONS

Daglar Mamedyarov

*candidate of Pedagogic Sciences, Derbent branch
of Sholokhov Moscow State University for the Humanities,*

Russia, Derbent

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена решению уравнений, где в роли переменных выступают треугольные и пирамидальные числа.

При решении этих уравнений используются различные свойства треугольных и пирамидальных чисел, знакомство с которыми будет полезно любителям математики.

ABSTRACT

The article is devoted to the solution of equations where triangle and pyramidal numbers act as variables. In solving these equations different properties of triangle and pyramidal numbers are used; it will be useful for math lovers to get to know them.

Ключевые слова: треугольные и пирамидальные уравнения.

Keywords: triangle and pyramidal equations.

Из курса математики все знают, что есть алгебраические, иррациональные, тригонометрические, логарифмические, показательные и другие комбинированные виды уравнений. Но никто и никогда не говорил, что есть треугольные, пирамидальные или треугольно-

пирамидальные уравнения. В рассматриваемых уравнениях некоторые переменные являются треугольными и пирамидальными числами. Поэтому взял на себя смелость называть их так. Эти уравнения являются неопределенными, то есть имеют два и более переменных. Решения отыскиваются на множестве натуральных чисел, но иногда в решение может входить число 0. Вид этих уравнений выглядит интригующим. Поэтому истинный любитель математики с удовольствием и интересом возьмется за их решение.

Рассмотрим несколько уравнений.

1. Рассмотрим в общем виде уравнение $T_x^2 - T_y^2 - nT_z^2 \cdot T_d = 0$.

Для решения воспользуемся равенствами:

$$C_{n+2}^2 + C_{n+1}^2 = C_{n+2}^2 \cdot C_{n+1}^2 \quad (1) \text{ и } C_{n+2}^2 - C_{n+1}^2 = nC_{n+2}^2 \quad (2).$$

Эти равенства можно доказать, используя определение числа сочетаний. Перемножая (1) и (2) получаем:

$$(C_{n+2}^2)^2 - (C_{n+1}^2)^2 = n(C_{n+2}^2)^2 \cdot C_{n+1}^2 \quad (3).$$

Обозначив $C_{n+2}^2 = T_x$, $C_{n+1}^2 = T_y$, $C_{n+2}^2 = T_z$, $C_{n+1}^2 = T_d$, $C_{n+2}^2 = x$, $C_{n+1}^2 = y$, $n + 1 = d$, $n + 2 = z$, получаем уравнение $T_x^2 - T_y^2 - nT_z^2 \cdot T_d = 0$, где $n \in N$.

Решим несколько частных уравнений.

1.1. $T_x^2 - T_y^2 - 5T_z^2 \cdot T_d = 0$.

Решение. Имеем: $n = 5$. Тогда $n + 1 = d = 6$. $T_d = T_6 = C_6^2 = 15$, $x = C_{n+2}^2 = C_7^2 = 21$, $T_x = C_{21}^2 = 210$, $y = C_{n+1}^2 = C_6^2 = 15$, $T_y = C_{15}^2 = 105$,

$z = n + 2 = 7$, $T_z = T_7 = C_7^2 = 21$.

Проверка: $210^2 - 105^2 - 5 \cdot 21^2 \cdot 15 = 44100 - 11025 - 33075 = 0$.

Ответ: $x = 21, y = 15, z = 7, d = 6, T_x = 210, T_y = 105, T_z = 21, T_d = 15$.

1.2. $T_x^2 - T_y^2 - 3T_z^2 \cdot T_d = 0$.

Решение. Имеем: $n = 3$. Тогда $d = n + 1 = 4$. $T_d = C_4^2 = 6$, $x = C_{n+2}^2 = C_5^2 = 10$, $z = n + 2 = 5$, $T_z = T_5 = C_5^2 = 10$, $y = C_{n+1}^2 = C_4^2 = 6$,

$T_y = C_6^2 = 15, T_x = C_{10}^2 = 45$.

Проверка: $45^2 - 15^2 - 3 \cdot 10^2 \cdot 6 = 2025 - 2025 = 0$.

Ответ: $x = 10, y = 6, z = 5, d = 4, T_x = 45, T_y = 15, T_z = 10, T_d =$

6.

$$1.3. T_x^2 - T_y^2 - 8T_z^2 \cdot T_d = 0.$$

Решение. Имеем: $n = 8, d = 9. T_d = C_9^2 = 36,$

$$x = C_{n+2}^2 = C_{10}^2 = 45, T_x = T_{45} = C_{45}^2 = 990, y = C_{n+1}^2 = C_9^2 = 36,$$

$$T_y = C_{36}^2 = 630, z = 10, T_z = C_{10}^2 = 45.$$

Проверка: $990^2 - 630^2 - 8 \cdot 45^2 \cdot 36 = 583200 - 583200 = 0.$

Ответ: $x = 45, y = 36, z = 10, d = 9, T_x = 990, T_y = 630, T_z =$

$45, T_d = 36.$

$$2. \text{ Уравнение вида } x^3 - (2n + 1)T_x - T_y = 0.$$

Для решения воспользуемся равенством $n^3 = C_{n+1}^2 + (2n + 1)C_n^2$

(4) или $n^3 - (2n + 1)C_n^2 - C_{n+1}^2 = 0.$ Введя обозначения $n = x, n + 1 = y,$

$$C_n^2 = T_x, C_{n+1}^2 = T_y, \text{ получаем уравнение } x^3 - (2n + 1)T_x - T_y = 0.$$

0.

В общем виде это уравнение имеет бесконечное множество решений.

Рассмотрим решение частных уравнений.

$$2.1. x^3 - 9T_x - T_y = 0.$$

Решение. Имеем: $2n + 1 = 9, n = 4.$ Тогда $x = n = 4, y = 5.$

$$T_x = C_4^2 = 6, T_y = C_5^2 = 10.$$

Проверка: $4^3 - 9 \cdot 6 - 10 = 0.$

Ответ: $x = 4, y = 5, T_x = 6, T_y = 10.$

$$2.2. x^3 - 5T_x - T_y = 0.$$

Решение. Имеем: $2n + 1 = 5, n = 2.$ Тогда $x = n = 2, y = 3.$

$$T_x = C_2^2 = 1, T_y = C_3^2 = 3.$$

Проверка: $2^3 - 5 \cdot 1 - 3 = 0.$

Ответ: $x = 2, y = 3, T_x = 1, T_y = 3.$

$$2.3. x^3 - 13T_x - T_y = 0.$$

Решение. Имеем: $2n + 1 = 13, n = 6.$ Тогда $x = n = 6, y = n + 1 = 7.$

$$T_x = C_6^2 = 15, T_y = C_7^2 = 21.$$

Проверка: $6^3 - 13 \cdot 15 - 21 = 0.$

Ответ: $x = 6, y = 7, T_x = 15, T_y = 21.$

$$3. \text{ Уравнение вида } x^3 - (2n - 1)T_y + T_x = 0.$$

Воспользуемся тождеством $n^3 = (2n - 1)C_{n+1}^2 - C_n^2$ или

$n^3 - (2n - 1)C_{n+1}^2 + C_n^2 = 0$ (5). Введя обозначения $n = x, n + 1 = y,$

$$C_n^2 = T_x, C_{n+1}^2 = T_y, \text{ получаем уравнение } x^3 - (2n - 1)T_y + T_x = 0.$$

В общем виде это уравнение имеет бесконечное множество решений.

Рассмотрим частные случаи.

3.1. $x^3 - 7T_y + T_x = 0$.

Имеем: $2n - 1 = 7, n = 4$. Тогда $x = n = 4, y = n + 1 = 5$.

$T_x = C_4^2 = 6, T_y = C_5^2 = 10$.

Проверка: $4^3 - 7 \cdot 10 + 6 = 0$.

Ответ: $x = 4, y = 5, T_x = 6, T_y = 10$.

3.2. $x^3 - 15T_y + T_x = 0$.

Имеем: $2n - 1 = 15, n = 8$. Тогда $x = n = 8, y = 9$.

$T_x = C_8^2 = 28, T_y = C_9^2 = 36$.

Проверка: $8^3 - 15 \cdot 36 + 28 = 512 + 28 - 540 = 0$.

Ответ: $x = 8, y = 9, T_x = 28, T_y = 36$.

3.3. $x^3 - 13T_y + T_x = 0$.

Имеем: $2n - 1 = 13, n = 7$. Тогда $x = n = 7, y = 8$.

$T_x = C_7^2 = 21, T_y = C_8^2 = 28$.

Проверка: $7^3 - 13 \cdot 28 + 21 = 343 + 21 - 364 = 0$.

Ответ: $x = 7, y = 8, T_x = 21, T_y = 28$.

4. Уравнение вида $ZT_x + T_y - 6\Pi_y = n$ и $ZT_y - 6\Pi_y = n$.

Из решений вышеуказанных уравнений ясно, что любой куб можно представить в виде $x^3 = (2n + 1)T_x + T_y$ и $x^3 = (2n - 1)T_y - T_x$.

Так как $n^3 = 6C_{n+1}^3 + n$, то имеем $6C_{n+1}^3 + n = (2n - 1)T_y - T_x$.

Обозначив $C_{n+1}^3 = \Pi_y$ и $2n + 1 = Z$ имеем уравнения

$6T_x - T_y - 6\Pi_y = n$ или $ZT_y - 6\Pi_y = n$ где $Z = 2n - 1$.

Уравнения в общем виде имеют бесконечное множество решений.

Рассмотрим несколько частных уравнений.

4.1. $ZT_x + T_y - 6\Pi_y = 6$.

Решение. Имеем: $n = 6$. Тогда $Z = 2n + 1 = 13, x = n = 6, T_x = C_6^2 = 15,$

$y = n + 1 = 7, T_y = C_7^2 = 21, \Pi_y = C_7^3 = 35$.

Проверка: $13 \cdot 15 + 21 - 6 \cdot 35 = 216 - 210 = 6$.

Ответ: $x = 6, y = 7, Z = 13, T_x = 15, T_y = 21, \Pi_y = 35$.

4.2. $ZT_x + T_y - 6\Pi_y = 10$.

Решение. Имеем: $n = 10, Z = 2n + 1 = 21, x = n = 10, y = n + 1 = 11,$

$T_y = T_{11} = C_{11}^2 = 55, T_x = C_{10}^2 = 45, \Pi_y = C_{11}^3 = 165$.

Проверка: $21 \cdot 45 + 55 - 6 \cdot 165 = 1000 - 990 = 10$.

Ответ: $x = 10, y = 11, Z = 21, T_y = 55, T_x = 45, \Pi_y = 165$.

$$4.3. \quad ZT_x + T_y - 6P_y = 2.$$

Решение. Имеем: $n = 2$, тогда $Z = 2n + 1 = 5, x = n = 2, y = 3$,

$$T_x = C_2^2 = 1, T_y = C_3^2 = 3, P_y = P_3 = C_3^3 = 1.$$

$$\text{Проверка: } 5 \cdot 1 + 3 - 6 \cdot 1 = 2.$$

$$\text{Ответ: } x = 2, y = 3, Z = 5, T_x = 1, T_y = 3, P_y = 1.$$

$$4.4. \quad ZT_y - T_x - 6P_y = 4.$$

Решение. Имеем: $n = 4, x = 4, y = 5, Z = 2n - 1 = 7$,

$$T_y = C_5^2 = 10, T_x = C_4^2 = 6, P_y = C_5^3 = 10.$$

$$\text{Проверка: } 7 \cdot 10 - 6 - 6 \cdot 10 = 70 - 66 = 4.$$

$$\text{Ответ: } x = 4, y = 5, Z = 7, T_x = 6, T_y = 10, P_y = 10.$$

$$4.5. \quad ZT_y - T_x - 6P_y = 1.$$

Решение. Имеем: $n = 1, x = n = 1, y = 2, Z = 2n - 1 = 1$,

$$T_x = C_1^2 = 0, T_y = C_2^2 = 1, P_y = C_2^3 = 0.$$

$$\text{Проверка: } 1 \cdot 1 - 0 - 6 \cdot 0 = 1.$$

$$\text{Ответ: } x = 1, y = 2, Z = 1, T_x = 0, T_y = 1, P_y = 0.$$

$$4.6. \quad ZT_y - T_x - 6P_y = 7.$$

Решение. Имеем: $n = 7$, тогда $Z = 2n - 1 = 13, x = n = 7, y = n + 1 = 8$,

$$T_x = C_7^2 = 21, T_y = C_8^2 = 28, P_y = C_8^3 = 56.$$

$$\text{Проверка: } 13 \cdot 28 - 21 - 6 \cdot 56 = 364 - 357 = 7.$$

$$\text{Ответ: } x = 7, y = 8, Z = 13, T_x = 21, T_y = 28, P_y = 56.$$

5. Рассмотрим еще два вида уравнений.

$$а) P_x - 8P_y = n \quad б) P_x - 2P_y = n^3.$$

Для решения этих уравнений воспользуемся равенствами

$$C_{2n+1}^3 - 8C_{n+1}^3 = n \quad \text{и} \quad C_{2n+1}^3 - 2C_{n+1}^3 = n^3. \quad [2. \text{ с. } 259].$$

Так как эти равенства верны для любого n , где $n \in N$, то в общем виде уравнения имеют бесконечное множество решений. Обозначив $C_{2n+1}^3 = P_x, C_{n+1}^3 = P_y$, получаем уравнения $P_x - 8P_y = n, P_x - 2P_y = n^3$.

Рассмотрим несколько частных уравнений.

$$5.1. \quad P_x - 8P_y = 4.$$

Имеем: $n = 4$. Тогда $x = 2n + 1 = 9, y = n + 1 = 5, P_x = C_{2n+1}^3 = C_9^3 = 84,$

$$P_y = C_5^3 = 10.$$

$$\text{Проверка: } 84 - 8 \cdot 10 = 4.$$

$$\text{Ответ: } x = 9, y = 5, P_x = 84, P_y = 10.$$

$$5.2. \quad P_x - 8P_y = 6.$$

Имеем: $n = 6$. Тогда $x = 2n + 1 = 13, y = n + 1 = 7, P_x = C_{13}^3 =$

$$P_y = C_7^3 = 35.$$

$$\text{Проверка: } 286 - 8 \cdot 35 = 286 - 280 = 6.$$

$$\text{Ответ: } x = 13, y = 7, P_x = 286, P_y = 35.$$

$$5.3. \quad P_x - 8P_y = 10.$$

$$\text{Имеем: } n = 10, \text{ тогда } x = 2n + 1 = 21, y = n + 1 = 11, P_x = C_{21}^3 = 1330,$$

$$P_y = C_{11}^3 = 165.$$

$$\text{Проверка: } 1330 - 8 \cdot 165 = 1330 - 1320 = 10.$$

$$\text{Ответ: } x = 21, y = 11, P_x = 1330, P_y = 165.$$

$$5.4. \quad P_x - 8P_y = 8.$$

$$\text{Решение. Имеем: } n^3 = 8, n = 2, \text{ тогда } x = 2n + 1 = 5, y = n + 1 = 3,$$

$$P_x = C_5^3 = 10, P_y = C_3^3 = 1.$$

$$\text{Проверка: } 10 - 2 \cdot 1 = 8.$$

$$\text{Ответ: } x = 5, y = 3, P_x = 10, P_y = 1.$$

$$5.5. \quad P_x - 8P_y = 64.$$

$$\text{Решение. Имеем: } n = 4, \text{ тогда } x = 9, y = 5, P_x = C_9^3 = 84, P_y = C_5^3 = 10.$$

$$\text{Проверка: } 84 - 2 \cdot 10 = 64.$$

$$\text{Ответ: } x = 9, y = 5, P_x = 84, P_y = 10.$$

$$5.6. \quad P_x - 8P_y = 125.$$

$$\text{Решение. Имеем: } n = 5, \text{ тогда } x = 11, y = 6, P_x = C_{11}^3 = 165, P_y = C_6^3 = 20.$$

$$\text{Проверка: } 165 - 2 \cdot 20 = 165 - 40 = 125.$$

$$\text{Ответ: } x = 11, y = 6, P_x = 165, P_y = 20.$$

6. Решение уравнения вида $T_x + 8T_y - T_z = 3$.

Из равенства $C_{3n}^2 - 8C_n^2$, пользуясь определением числа сочетаний, получаем

$$C_{3n}^2 - 8C_n^2 = \frac{n^2 + 5n}{2}. \text{ Прибавив к обеим частям число 3, получаем}$$

$$C_{3n}^2 - 8C_n^2 + 3 = \frac{n^2 + 5n + 6}{2} = \frac{(n+3)(n+2)}{2} = C_{n+3}^2. \text{ Отсюда } C_{n+3}^2 + 8C_n^2 - C_{3n}^2 = 3.$$

Введя новые обозначения $n + 3 = x, n = y, 3n = z, C_{n+3}^2 = T_x, C_n^2 = T_y, C_{3n}^2 = T_z$, получаем уравнение $T_x + 8T_y - T_z = 3$.

Ясно, что уравнение имеет бесконечное множество решений. Покажем одно из решений.

Пусть $y = n = 2$. Тогда $x = n + 3 = 5, z = 3n = 6, T_x = T_5 = C_5^2 = 10,$

$$T_y = T_2 = C_2^2 = 1, T_z = T_6 = C_6^2 = 15.$$

Проверка: $10+8 \cdot 1 - 15 = 3$.

7. Решение уравнений вида $9T_x - T_y + 3n = 0$.

Используя равенство $C_{a+b}^2 = C_a^2 + C_b^2 + ab$ [1, с. 73], представим

$C_{n+3}^2 = C_n^2 + C_3^2 + 3n$. Подставив это в равенство $C_{n+3}^2 + 8C_n^2 - C_{3n}^2$ получаем

$9C_n^2 - C_{3n}^2 + 3n = 0$. Введя новые обозначения $n = x, 3n = y$, получаем уравнение $9T_x - T_y + 3n = 0$. В общем виде уравнение имеет бесконечное множество решений.

Решим несколько уравнений частного вида:

7.1. Решим уравнение $9T_x - T_y + 6 = 0$.

Решение. Имеем: $3n = 6, n = 2$, тогда $n = x = 2, y = 3n = 6, T_x = C_2^2 = 1$,

$$T_y = C_6^2 = 15.$$

Проверка: $9 \cdot 1 - 15 + 6 = 0$.

7.2. Решим уравнение $9T_x - T_y + 15 = 0$.

Решение. Имеем: $3n = 15, n = 5$, тогда $x = n = 5, y = 3n = 15, T_x = C_5^2 = 10$,

$$T_y = C_{15}^2 = 105.$$

Проверка: $9 \cdot 10 - 105 + 15 = 0$.

7.3. Решим уравнение $9T_x - T_y + 12 = 0$.

Решение. Имеем: $3n = 12, n = 4$, тогда $x = 4, y = 12, T_x = C_4^2 = 6$,

$$T_y = C_{12}^2 = 66.$$

Проверка: $9 \cdot 6 - 66 + 12 = 0$.

8. Решение уравнений вида $T_x - 6T_y - 3T_z = 0$.

Пользуясь определением числа сочетаний, из выражения $C_{3n}^2 - 6C_n^2$ получаем $C_{3n}^2 - 6C_n^2 = 3C_{n+1}^2$. Отсюда $C_{3n}^2 - 6C_n^2 - 3C_{n+1}^2 = 0$.

Введя обозначения $3n = x, n = y, n + 1 = z, C_{3n}^2 = T_x, C_n^2 = T_y, C_{n+1}^2 = T_z$, получаем уравнение

$$T_x - 6T_y - 3T_z = 0.$$

Ясно, что уравнение имеет бесконечное множество решений. Покажем одно из решений.

Приведем несколько частных решений.

Пусть $n = 4$, тогда $x = 3n = 12, z = n + 1 = 5, T_x = C_{12}^2 = 66, T_y = C_4^2 = 6$,

$$T_z = C_5^2 = 10.$$

Проверка: $66 - 6 \cdot 6 - 3 \cdot 10 = 0$.

Пусть $n = 3$, тогда $x = 9, z = 4, T_x = C_9^2 = 36, T_y = C_3^2 = 3, T_z = C_4^2 = 6$.

Проверка: $36 - 6 \cdot 3 - 3 \cdot 6 = 0$.

9. Решение уравнений вида $lx^2 - BT_x - T_y = d$, где $d \in \mathbb{N}$.

Воспользуемся равенством $An = (A + 1)n^2 - (2A - 2)C_n^2 - C_{2n}^2$ [3, с. 36].

Обозначив $An = d, A + 1 = l, 2A - 2 = B, n = x, T_x = C_n^2, T_y = C_{2n}^2, y = 2n$, получаем уравнение $lx^2 - BT_x - T_y = d$.

Покажем несколько уравнений.

9.1. $lx^2 - BT_x - T_y = 5$.

Решение. Имеем: $An = d = 5$. Представим 5 в виде произведения An . Это: $1 \cdot 5$ или $5 \cdot 1$.

а) Если $A = 1$, то $n = 5$. Тогда $l = A + 1 = 2, x = n = 5, B = 2A - 2 = 0$,

$T_x = C_5^2 = 10, T_y = C_{10}^2 = 45, y = 2n = 10$.

Проверка: $2 \cdot 5^2 - 0 \cdot 10 - 45 = 5$.

б) Если $A = 5$, то $n = 1$. Тогда $l = 6, x = 1, B = 8, T_x = C_1^2 = 0$,

$T_y = C_2^2 = 1, y = 2n = 2$.

Проверка: $6 \cdot 1^2 - 8 \cdot 0 - 1 = 5$.

9.2. $lx^2 - BT_x - T_y = 12$.

Решение. Представим 12 в виде произведения двух множителей.

Это: $1 \cdot 12$;

$12 \cdot 1; 6 \cdot 2; 2 \cdot 6; 3 \cdot 4; 4 \cdot 3$.

Рассмотрим каждый случай.

1. $A = 1, n = 12$. Тогда $l = 2, B = 0, n = x = 12, T_x = C_{12}^2 = 66, y = 24$,

$T_y = C_{24}^2 = 276$.

Проверка: $2 \cdot 12^2 - 0 \cdot 66 - 276 = 288 - 276 = 12$.

2. $A = 12, n = 1$. Тогда $l = 13, B = 22, x = 1, y = 2, T_x = C_1^2 = 0$,

$T_y = C_2^2 = 1$.

Проверка: $13 \cdot 1^2 - 22 \cdot 0 - 1 = 12$.

3. $A = 6, n = 2$, тогда $l = 7, B = 10, x = 2, y = 4, T_x = C_2^2 = 1$,

$T_y = C_4^2 = 6$.

Проверка: $7 \cdot 2^2 - 10 \cdot 1 - 6 = 12$.

4. $A = 2, n = 6, l = 3, B = 2, x = 6, y = 12, T_x = C_6^2 = 15$,

$T_y = C_4^2 = 6$.

Проверка: $3 \cdot 6^2 - 2 \cdot 15 - 6 = 108 - 96 = 12$.

5. $A = 3, n = 4$, тогда $l = 4, B = 4, x = 4, y = 8, T_x = C_4^2 = 16$,

$$T_y = C_8^2 = 28.$$

Проверка: $4 \cdot 4^2 - 4 \cdot 6 - 28 = 64 - 52 = 12.$

6. $A = 4, n = 3, \text{ тогда } l = 5, B = 6, x = 3, y = 6, T_x = C_3^2 = 3,$
 $T_y = C_6^2 = 15.$

Проверка: $5 \cdot 3^2 - 6 \cdot 3 - 15 = 45 - 33 = 12.$

Из решений этих уравнений видно, что уравнение имеет ровно столько решений, сколько раз число d представимо в виде произведения двух множителей.

Теперь решим несколько частных уравнений.

9.3. $9x^2 - 14T_x - T_y = 8n.$

Пусть $n = 1$. Тогда имеем уравнение $9x^2 - 14T_x - T_y = 8.$

Значит $x = 1, T_x = C_1^2 = 0, T_y = C_2^2 = 1, y = 2.$

Проверка: $9 \cdot 1 - 14 \cdot 0 - 1 = 8.$

Пусть $n = 2$, тогда имеем $9x^2 - 14T_x - T_y = 16$. Тогда $x = 2, y =$

4,

$$T_x = C_2^2 = 1, T_y = C_4^2 = 6.$$

Проверка: $9 \cdot 2^2 - 14 \cdot 1 - 6 = 36 - 20 = 16.$

9.4. $10x^2 - 16T_x - T_y = 9n.$

Решение. При $n = 1$. Имеем $10x^2 - 16T_x - T_y = 9$. Тогда $x =$

1, $y = 2,$

$$T_x = C_1^2 = 0, T_y = C_2^2 = 1.$$

Проверка: $10 \cdot 1 - 16 \cdot 0 - 1 = 9.$

При $n = 3$, имеем уравнение $10x^2 - 16T_x - T_y = 27$. Тогда $x =$

3, $y = 6,$

$$T_x = C_3^2 = 3, T_y = C_6^2 = 15.$$

Проверка: $10 \cdot 3^2 - 16 \cdot 3 - 15 = 90 - 63 = 27.$

Примечание: вопрос о единственности решений этих уравнений остается открытым.

Список литературы:

1. Мамедяров Д.М., Вакилов Ш.М. Некоторые свойства соединений и фигурных чисел и их применение при решении задач: Дербент, 2013. — 228 с.
2. Мамедяров Д.М. Неопределенные уравнения и их системы: Дербент, 2013. — 261 с.
3. Мамедяров Д.М., Вакилов Ш.М. Составление задач как способ развития творческого мышления // Всероссийская научно-практическая конференция. Материалы конференции 19—21 сентября: Махачкала, 2008 — 228 с.

ОРИГИНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ

Мамедяров Даглар Мамедярович

*канд. пед. наук Дербентский филиал «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова»,
РФ, г. Дербент
E-mail: sakitorudjev@mail.ru*

THE ORIGINAL SOLUTION OF ONE EQUATION

Daglar Mamedyarov

*candidate of Pedagogic Sciences, Derbent branch
of Sholokhov Moscow State University for the Humanities,
Russia, Derbent*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена решению уравнения вида $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ в целых числах, где $\frac{A}{B}$ – любое рациональное число.

Цель работы: указать правило по которому можно найти целые числа x, y, z для любых A и B , для которых выполняется равенство $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$.

В статье рассматриваются два способа решения данного уравнения.

ABSTRACT

The article is devoted to the equation solution of the $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ type in whole numbers where $\frac{A}{B}$ is a rational number.

The aim of the work is to point out the rule whereby it is possible to find whole numbers x, y, z for any A and B for which the equation $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ is realized. Two ways of the solution of the equation are considered.

Ключевые слова: уравнение; целые числа; бесконечное множество решений.

Keywords: equation; whole numbers; infinitely many solutions.

В теории чисел рассматриваются так называемые диофантовы уравнения, то есть уравнения с несколькими переменными, для которых ищутся целые числа или же рациональные решения. Диофантовы уравнения — алгебраические уравнения или системы алгебраических уравнений с целыми коэффициентами, у которых отыскиваются целые или рациональные корни. Эти уравнения названы по имени Диофанта (вероятно III в. н. э. — древнегреческий математик из Александрии), изучавшего такие уравнения. Число неизвестных в диофантовых уравнениях превосходит число уравнений, и поэтому их иногда называют неопределенными. Задача отыскания всех решений, даже простого на вид диофантового уравнения, как правило, сложная. Известно, что нет единообразного способа (общего алгоритма) для выяснения даже того, имеет ли диофантово уравнение решение в целых числах или нет. Поиски решений конкретных диофантовых уравнений продолжают и в наши дни. Поэтому, нахождение способов решений любого неопределенного уравнения, является актуальной задачей.

Задачи по теории чисел и решение неопределенных уравнений всегда носит занимательный характер. Не зная определенного правила или приема, трудно найти решение таких задач.

Мы рассмотрим решение уравнения вида $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ в целых числах, где $\frac{A}{B}$ — любое рациональное число.

Рассмотрим равенство $nC_{n+1}^2 - (n+1)C_n^2 = C_{n+1}^2$ * [1, с. 15].
Из этого равенства имеем: $(n-1)C_{n+1}^2 - (n+1)C_n^2 = 0$.

$$\begin{aligned} & \text{Или } (n+1)((n+1)^2 - (n+1)) - (n+1)(n^2 - n) = 0, \\ & (n+1)(n+1)^2 - (n^2 - 1) - (n+1)n^2 + n^2 + n = \\ & = (n-1)(n+1)^2 - (n+1)n^2 + n + 1 = 0. \end{aligned}$$

$$\text{Отсюда } (n+1)(n^2 - 1) = (n-1)(n+1)^2 \text{ или } \frac{n^2-1}{(n+1)^2} = \frac{n-1}{n+1};$$

Обозначив $n = x, n + 1 = y, n - 1 = A, n + 1 = B = y$, получаем уравнение

$$\frac{x^2-1}{y^2} = \frac{A}{B}, \text{ где } B - A = 2, \text{ или же имеем уравнение } x^2 - \frac{A}{B}y^2 = 1.$$

Оно является частным видом уравнения $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ при $z^2 = 1$.

$$\text{Из системы } \begin{cases} n+1=B \\ n-1=A \end{cases} \rightarrow 2n=B+A, n=\frac{B+A}{2} \text{ т.е. } x=\frac{B+A}{2}.$$

Вычитая уравнения системы, получаем $\frac{B-A}{2} = 1$ т.е. $z = 1$. Так как $y = n + 1 = x + 1$,

$$y = \frac{B+A}{2} + \frac{B-A}{2} = B.$$

Решим несколько уравнений этого вида.

1. Решим уравнение $x^2 - \frac{5}{7}y^2 = 1$.

Решение. Имеем: $A = 5, B = 7$, тогда $x = \frac{B+A}{2} = \frac{7+5}{2} = 6, y = B = 7; z = 1$. Проверка; $6^2 - \frac{5}{7} \cdot 7^2 = 36 - 35 = 1$.

2. Решим уравнение $x^2 - \frac{3}{5}y^2 = 1$.

Решение. $A = 3, B = 5$, тогда $x = \frac{B+A}{2} = \frac{5+3}{2} = 4, y = B = 5$.

Проверка: $4^2 - \frac{3}{5} \cdot 5^2 = 16 - 15 = 1$.

3. Решим уравнение $x^2 - \frac{8}{10}y^2 = 1$.

Решение. Имеем: $A = 8, B = 10$, тогда $x = \frac{10+8}{2} = 9, y = 10; z =$

1.

Проверка: $9^2 - \frac{8}{10} \cdot 10^2 = 81 - 80 = 1$.

Ясно, что если $B - A = 2$, то $z = 1$.

Возникает вопрос: как найти решения уравнений, где $B - A \neq 2$?

Воспользуемся обобщенным тождеством *.

Оно имеет вид: $(n + R - 1)C_{n+R}^2 - (n + R)C_{n+R-1}^2 = C_{n+R}^2$ ** .

Оно справедливо для любого $n \in N, R \in Z$, где $R < n$.

Пусть $n = 6, R = 2$. Тогда имеем: $7 \cdot C_8^2 - 8C_7^2 = C_8^2$ или

$7 \cdot 28 - 8 \cdot 21 = 196 - 168 = 28 = C_8^2$.

Пусть $n = 6, R = -2$. Тогда имеем: $3C_4^2 - 4C_3^2 = C_4^2$ или $3 \cdot 6 - 4 \cdot 3 = C_4^2 = 6$. Из равенства ** имеем: $(n + R - 2)C_{n+R}^2 = (n + R)C_{n+R-1}^2$.

Далее: $(n + R)(n^2 - R^2) = (n - R)(n + R)^2$.

Отсюда следует равенство $\frac{n^2 - R^2}{(n+R)^2} = \frac{n-R}{n+R}$. Введя обозначения $n = x, R = z$,

$n - R = A, n + R = B = y$, получаем $\frac{x^2 - z^2}{y^2} = \frac{A}{B}$ или $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$.

Тогда из системы $\begin{cases} n + R = B \\ n - R = A \end{cases} \rightarrow \frac{B+A}{2} = x$. Вычитая уравнения системы, получаем $R = \frac{B-A}{2} = z, y = n + R = \frac{B+A}{2} + \frac{B-A}{2} = B$. Теперь ясен алгоритм решения данных уравнений, но он действует, если $A \neq B$.

Приведем несколько примеров.

4. Решим уравнение $x^2 - \frac{3}{7}y^2 = z^2$.

Решение. $A = 3, B = 7$, тогда $x = \frac{B+A}{2} = \frac{7+3}{2} = 5, y = B = 7; z = \frac{B-A}{2} = \frac{7-3}{2} = 2$. Проверка; $5^2 - \frac{3}{7} \cdot 7^2 = 25 - 21 = 4$.

5. Решим уравнение $x^2 - \frac{8}{16}y^2 = z^2$.

Решение. $A = 8, B = 16$, тогда $x = \frac{16+8}{2} = 12, y = B = 16; z = \frac{16-8}{2} = 4$. Проверка; $12^2 - \frac{8}{16} \cdot 16^2 = 144 - 128 = 16$.

6. Решим уравнение $x^2 - \frac{5}{11}y^2 = z^2$.

$A = 5, B = 11$, тогда $x = \frac{11+5}{2} = 8, y = 11; z = \frac{11-5}{2} = 3$.

Проверка; $8^2 - \frac{5}{11} \cdot 11^2 = 64 - 55 = 9$.

7. Решим уравнение $x^2 - \frac{1}{2}y^2 = z^2$.

$A = 1, B = 2$, но тогда $x = \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2}$ — (не целое).

Поступим следующим образом. Так как значение дроби при умножении числителя и знаменателя на одно и то же число не изменяется, то умножим числитель и знаменатель нашей дроби на любое четное число. Например, на 2.

Получаем уравнение $x^2 - \frac{2}{4}y^2 = z^2$.

Теперь имеем: $A = 2, B = 4$, тогда $x = \frac{4+2}{2} = 3, y = 4; z = \frac{4-2}{2} = 1$.

Проверка; $3^2 - \frac{1}{2} \cdot 4^2 = 9 - 8 = 1$.

Если умножим на 4, то получим $x^2 - \frac{4}{8}y^2 = z^2$, тогда $A = 4, B = 8$,

4. $x = \frac{8+4}{2} = 6, y = 8; z = \frac{8-4}{2} = 2$. Проверка; $6^2 - \frac{1}{2} \cdot 8^2 = 36 - 32 = 4$.

Так как $\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{4}{8} = \frac{8}{16} = \frac{16}{32} = \dots$, то заменив $\frac{1}{2}$ на любое из них мы получаем решение данного уравнения. Ясно, что числа tx, ty, tz будут решениями данных уравнений. Из решения данного уравнения видно, что любое уравнение вида $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ имеет бесконечное множество решений. Мы рассмотрели случаи, где $A < B$.

Теперь рассмотрим случаи, где $A > B$.

8. Решим уравнение $x^2 - \frac{10}{4}y^2 = z^2$.

$A = 10, B = 4$. Тогда $x = \frac{B+A}{2} = \frac{4+10}{2} = 7, y = B = 4;$

$z = \frac{4-10}{2} = -3$.

Проверка; $7^2 - \frac{10}{4} \cdot 4^2 = 49 - 40 = (-3)^2 = 9$.

Найдем еще несколько решений данного уравнения. Так как $\frac{10}{4} = \frac{20}{8} = \frac{30}{12} = \dots$

Имеем: $x = \frac{20+8}{2} = 14, y = 8; z = \frac{20-8}{2} = 6$.

Проверка; $14^2 - \frac{20}{8} \cdot 8^2 = 196 - 160 = 36$

или $14^2 - \frac{10}{4} \cdot 8^2 = 196 - 10 \cdot 16 = 36$, или $x = \frac{30+12}{2} = 21, y =$

12;

$$z = \frac{30-12}{2} = 9.$$

Проверка: $21^2 - \frac{30}{12} \cdot 12^2 = 441 - 360 = 9^2 = 81$ или

$$21^2 - \frac{10}{4} \cdot 12^2 = 441 - 360 = 81.$$

9. Решим уравнение $x^2 - \frac{12}{5}y^2 = z^2$.

Решение: так как $x = \frac{12+5}{2}$ — не целое, умножим числитель и знаменатель на 2 (или на другое четное число).

Получаем уравнение $x^2 - \frac{24}{10}y^2 = z^2$, $x = \frac{24+10}{2} = 17, y = 10, z = \frac{10-24}{2} = -7$.

Проверка; $17^2 - \frac{12}{5} \cdot 10^2 = 289 - 240 = 49 = (-7)^2$.

Уравнение имеет бесконечное множество решений.

Теперь рассмотрим уравнения, где A или B меньше 0.

Решим уравнение $x^2 + \frac{8}{10}y^2 = z^2$.

Решение. Представим уравнение в следующем виде:

а) $x^2 - \frac{8}{10}y^2 = z^2$ и б) $x^2 - \frac{8}{-10}y^2 = z^2$.

Решим а). Имеем: $A = -8, B = 10$, тогда $x = \frac{10-8}{2} = 1, z = \frac{10+8}{2} = 9, y = 10$.

Проверка: $1^2 + \frac{8}{10} \cdot 10^2 = 1 + 80 = 9^2 = 81$.

Из уравнения б), получаем: $x = \frac{-10+8}{2} = -1, y = -10$,

$$z = \frac{-10-8}{2} = -9.$$

Проверка: $(-1)^2 + \frac{8}{10} \cdot (-10)^2 = 1 + 80 = (-9)^2 = 81$.

Решим уравнение $x^2 - 5y^2 = z^2$.

$A = 5, B = 1$, тогда $x = \frac{1+5}{2} = 3, z = \frac{1-5}{2} = -2, y = 1$.

Проверка: $3^2 - 5 \cdot 1^2 = 9 - 5 = (-2)^2 = 4$.

Если представим 5 как $\frac{10}{2}$, то имеем уравнение $x^2 - \frac{10}{2}y^2 = z^2$.

Тогда $x = \frac{10+2}{2} = 6, y = 2, z = \frac{10-2}{2} = 4$.

Проверка: $6^2 - 5 \cdot 2^2 = 4^2 = 16$.

Рассмотрим еще один способ решения уравнения $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$.

Запишем уравнение в следующем виде: $x^2 - z^2 = \frac{A}{B}y^2$. Придадим y значение, кратное B , такое, что $\frac{A}{B}y^2$ имело делители a и b , одинаковой четности, и чтобы $ab = \frac{A}{B}y^2$.

Тогда используя тождество $(\frac{a+b}{2})^2 - (\frac{a-b}{2})^2 = ab$, можем находить решения данного уравнения.

Покажем это на примере решения уравнения $x^2 - z^2 = \frac{5}{6}y^2 = z^2$.

Запишем уравнение в следующем виде: $x^2 - z^2 = \frac{5}{6}y^2$ и придадим y значение 12. Имеем $x^2 - z^2 = \frac{5}{6} \cdot 12^2$ или $x^2 - z^2 = 5 \cdot 24$; $x^2 - z^2 = 120$.

Представим 120 в виде произведения двух множителей одинаковой четности. Это: $60 \cdot 2, 30 \cdot 4, 6 \cdot 20, 12 \cdot 10$.

Найдем решения для случая $60 \cdot 2$.

$$x = \frac{60+2}{2} = 31, z = \frac{60-2}{2} = 29.$$

Проверка: $31^2 - 29^2 = 961 - 841 = 120$. Или $31^2 - \frac{5}{6}12^2 = 961 - 120 = 841$.

Остальные случаи рассмотрите самостоятельно.

Так как y подбирается произвольно, то наше уравнение будет иметь бесконечное множество решений.

Таким же образом решаются уравнения $x^2 \pm \frac{A}{B}y^2 = z^2$, если $A = B$.

Правило нахождения решений уравнений вида $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$, позволяет решать уравнение вида $Bx^2 - Ay^2 = C$ в целых числах, где C – некоторое целое число. В этих уравнениях B и A выступают в роли переменных.

Решим такое уравнение: $Bx^2 - Ay^2 = 36$.

Из уравнения $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ имеем $Bx^2 - Ay^2 = Bz^2$. Поэтому число 36 представим в виде Bz^2 . Видно, что z^2 принимает значения 1, 4, 9, 36.

Тогда B принимает значения 36, 9, 4, 1. Если $z^2 = 1, B = 36; z = \frac{B-A}{2}$ или

$A = B - 2z$. $A = 36 - 2 \cdot 1 = 34, x = \frac{B+A}{2} = \frac{36+34}{2} = 35, y = B = 36$.

Проверка: $36 \cdot 35^2 - 34 \cdot 36^2 = (1225 - 1224) \cdot 36 = 36$.

Если $z^2 = 4, B = 9, A = 9 - 2 \cdot 2 = 5$, тогда $x = \frac{9+5}{2} = 7, y = 9$.

Проверка: $9 \cdot 7^2 - 5 \cdot 9^2 = 9 \cdot 4 = 36$. И так далее.

Здесь мы не рассмотрели случаи, когда $z < 0$. Понятно, что данные уравнения имеют столько решений, сколько делителей вида z^2 имеет число C .

Заключение: в ходе исследовательской работы найдены два способа решения уравнения вида $x^2 - \frac{A}{B}y^2 = z^2$ или $Bx^2 - Ay^2 = Bz^2$ в целых числах, что позволил выдвинуть алгоритм решения уравнения $Bx^2 - By^2 = C$, где C — некоторое целое число, B и A выступают в роли переменных.

Список литературы:

1. Мамедяров Д.М. Неопределенные уравнения и их системы: учебное пособие: Дербент. Типография — № 3, — 2013. — 261 с.

ОШИБКА ПОРОДИЛА ЗАДАЧУ

Мамедяров Даглар Мамедярович

*канд. пед. наук Дербентский филиал «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова»,
РФ, г. Дербент*

E-mail: sakitorudjev@mail.ru

THE ERROR GAVE RISE TO THE PROBLEM

Daglar Mamedyarov

*candidate of Pedagogic Sciences, Derbent branch
of Sholokhov Moscow State University for the Humanities,
Russia, Derbent*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена решению системы вида

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = d_1^2 \\ x + y + z = d_2^2 \end{cases} \text{ в натуральных числах.}$$

Предложен общий способ нахождения натуральных чисел, обладающих этим интересным свойством.

ABSTRACT

The article is devoted to the solution of simultaneous equations of the $\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = d_1^2 \\ x + y + z = d_2^2 \end{cases}$ type in counting numbers.

The general way of finding counting numbers possessing that interesting property is offered.

Ключевые слова: закономерность; система уравнений.

Keywords: consistent pattern; simultaneous equations.

Решение практических задач часто приводит к неопределенным уравнениям или их систем. Например, при преобразовании квадрата a^2 в квадрат площадью na^2 , приходилось решать неопределенное уравнение второй степени $x^2 + y^2 = z^2$, решение которого дается в виде $m^2, \frac{m^2-1}{2}, \frac{m^2+1}{2}$. При расчетах алтарей решались системы неопределенных уравнений первой степени, например, такое:

$$\begin{cases} x + y = 21 \\ \frac{x}{m^2} + \frac{y}{n^2} = 1 \end{cases}$$

В свое время решением интересных систем уравнений с несколькими переменными, занимались два петербургских академика: Гольдбах и гениальный Эйлер. Напоминаем, что неопределенными называются уравнения с двумя или несколькими переменными. Алгебраические уравнения или системы уравнений с целыми коэффициентами, у которых отыскиваются целые или рациональные решения, называются алгебраическими. Значительно больший интерес представляет решение в целых числах уравнений или систем уравнений со многими неизвестными. Задача отыскания всех решений, даже простого на вид диофантова уравнения, сложная. Нет общего алгоритма для выяснения даже того, имеет ли диофантово уравнение решение в целых числах, или нет. Нахождение целочисленных решений систем диофантовых уравнений, задача еще более сложная. Поэтому, выявление алгоритмов решения диофантовых уравнений и систем уравнений, является актуальной проблемой. В данной статье мы рассмотрим решение системы уравнений с тремя переменными.

В свободное время я люблю заниматься раскрытием интересных свойств чисел, поиском закономерностей, комбинируя соотношениями и числами.

Однажды во время такой работы я стал рассматривать свои старые записи, где был записан один из вариантов решения задачи: найти три натуральных числа, таких, что сумма их квадратов была бы квадратом другого натурального числа, то есть решения уравнения $x^2 + y^2 + z^2 = d^2$ в натуральных числах.

Там были записаны тождества:

$$\begin{aligned}(C_1^1 + 2C_4^1)^2 &= 9^2 = 1^2 + 4^2 + 8^2; \\(C_4^1 + 2C_1^1)^2 &= 6^2 = 4^2 + 4^2 + 2^2; \\(C_4^1 + 2C_9^1)^2 &= 22^2 = 4^2 + 12^2 + 18^2; \\(C_9^1 + 2C_4^1)^2 &= 17^2 = 9^2 + 12^2 + 8^2; \\(C_{25}^1 + 8C_4^1)^2 &= 57^2 = 25^2 + 40^2 + 16^2 \text{ и т. д. } * [1, \text{ с. } 179].\end{aligned}$$

Рассматривая эти тождества я обнаружил, что числа в левой части равны сумме крайних чисел в правой, то есть

$$\begin{aligned}9 &= 1+8 \\6 &= 4+2 \\22 &= 4+18 \\17 &= 9+8 \text{ и т. д.}\end{aligned}$$

Только в равенстве * $57 \neq 25 + 16$. Но заметил также, что в * сумма чисел $25+40+16=81$, то есть является квадратом, чего не наблюдалось в других. Для равенства * выполняется интересное свойство:

$$\begin{aligned}x^2 + y^2 + z^2 &= d_1^2 \\x + y + z &= d_2^2\end{aligned} \quad (1).$$

Меня это заинтересовало. То есть я решил поискать другие аналогичные тройки натуральных чисел. Но сначала решил выяснить, в чем исключение от общего правила, то есть почему для равенства * не выполняется свойство, присущее остальным, и почему для первых не выполняется свойство, присущее равенству *? В поисках этого, я обнаружил, что в равенстве * допущена ошибка. Вместо 16^2 должно быть 32^2 . Значит свойство (1) не выполнялось. Меня это немного разочаровало. Все же решил поискать тройку натуральных чисел, таких, что сумма самих чисел и сумма их квадратов также были квадратами, то есть найти решение системы уравнений

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = d_1^2 \\ x + y + z = d_2^2 \end{cases}.$$

Ключом к решению явилось запись этих тождеств в общем виде. Они имеют вид:

$C_{m^2}^1 + 2(R-1)C_{n^2}^1$, m и n – соседние числа, $(R-1)$ — точный квадрат.

$$\text{Для } R-1=4 \text{ имеем систему } \begin{cases} m^4 + 16m^2n^2 + (8n^2)^2 = d_1^2 \\ m^2 + 4mn + 8n^2 = d_2^2 \end{cases} (2).$$

Рассмотрим второе уравнение системы. Имеем $m^2 + 4mn + 8n^2 = d_2^2$ или

$$m^2 + 4mn + 8n^2 - d_2^2 = 0.$$

Решим это уравнение как квадратное относительно m :

$m = -10 \pm \sqrt{d_2^2 - 100}$. Так как m – натуральное, то $d_2^2 - 100$ должно быть точным квадратом.

1. Пусть $d_2^2 - 100 = t^2$ или $d_2^2 - t^2 = 100$. Тогда $m = -10 \pm t$.

Представим 100 в виде произведения двух множителей одинаковой четности.

Это: $50 \cdot 2$. Найдем d_2 и t , используя тождество $(\frac{a+b}{2})^2 - (\frac{a-b}{2})^2 = ab$.

$d_2 = \frac{50+2}{2} = 26, t = \frac{50-2}{2} = 24$. Тогда $m = -10 + t$, то есть $m = -10 + 24 = 14$. Имеем $m = 14, n = 5$. Подставив 14 и 5 в систему (2) получаем

$$196^2 + 16 \cdot 196 \cdot 25 + (8 \cdot 5^2)^2 = 196^2 + 280^2 + 200^2 = 396^2$$

$$14^2 + 4 \cdot 14 \cdot 5 + 8 \cdot 25 = 196 + 280 + 200 = 676 = 26^2.$$

2. Пусть $n = 4$. Имеем $m^2 + 16m + 128 - d_2^2 = 0$.

Решим это уравнение. $m = -8 \pm \sqrt{d_2^2 - 64}$.

Пусть $d_2^2 - 64 = t^2$ или $d_2^2 - t^2 = 64$.

Представим 64 в виде произведения двух множителей одинаковой четности.

Это: $52 \cdot 2; 16 \cdot 4$.

Рассмотрим оба случая и найдем d_2 и t .

1. $d_2 = \frac{32+2}{2} = 17, t = \frac{32-2}{2} = 15$. Отсюда $m = -8 + 15 = 7$.

Имеем $m = 7, n = 4$. Получаем систему

$$\begin{cases} 49^2 + 16 \cdot 49 \cdot 16 + (8 \cdot 16)^2 = 49^2 + 112^2 + 128^2 = 177^2 \\ 49 + 4 \cdot 7 \cdot 4 + 8 \cdot 16 = 49 + 112 + 128 = 17^2 \end{cases}$$

2. $d_2 = \frac{16+4}{2} = 10, t = \frac{16-4}{2} = 6$, тогда $m = -8 + 6 = -2$ (не натуральное).

Таким образом, решая уравнение $m^2 + 4mn + 8n^2 - d_2^2 = 0$ при произвольных натуральных значениях n , мы можем находить бесконечное множество таких чисел.

Рассмотрим систему (2) при других $R - 1$.

Пусть $R - 1 = 1$. Тогда из $(C_{m^2}^1 + 2(R - 1)C_{n^2}^1)^2$ получаем первое уравнение системы: $(m^2 + 2n^2)^2 = m^4 + 4m^2n^2 + (2n^2)^2 = d_1^2$.

Имеем систему
$$\begin{cases} m^4 + 4m^2n^2 + (2n^2)^2 = d_1^2 \\ m^2 + 2mn + 2n^2 = d_2^2 \end{cases} (3).$$

Из второго уравнения системы имеем: $m^2 + 2mn + 2n^2 - d_2^2 = 0$.

1. Пусть $n = 3$. Имеем $m^2 + 6m + 18 - d_2^2 = 0$.

$$m = -3 \pm \sqrt{9 - 18 + d_2^2} = -2 \pm \sqrt{d_2^2 - 9}.$$

Пусть $d_2^2 - 9 = t^2$ или $d_2^2 - t^2 = 9$.

Представим 9 в виде произведения двух множителей одинаковой четности.

Это: $9 \cdot 1$; $3 \cdot 3$ (для решения не подходит).

1. $d_2 = \frac{9+1}{2} = 5, t = \frac{9-1}{2} = 4, m = -3 + 4 = 1$. Имеем $m = 1, n = 3$.

Получаем систему
$$\begin{cases} 1^4 + 4 \cdot 1 \cdot 3^2 + (2 \cdot 3^2)^2 = 1 + 36 + 324 = 19^2 \\ 1 + 2 \cdot 1 \cdot 3 + 2 \cdot 9 = 1 + 6 + 18 = 5^2 \end{cases}$$

2. Пусть $n = 5$. Тогда имеем $m^2 + 10m + 50 - d_2^2 = 0$.

$$m = -5 \pm \sqrt{d_2^2 - 25}, d_2^2 - t^2 = 25.$$

Представим 25 в виде произведения двух множителей одинаковой четности.

Это: $25 \cdot 1$; $5 \cdot 5$ (для решения не подходит, так как $m > 0$).

$$d_2 = \frac{25+1}{2} = 13, t = \frac{25-1}{2} = 12, m = -5 + 12 = 7.$$

Получаем систему

$$\begin{cases} 49^2 + (2 \cdot 7 \cdot 5)^2 + 50^2 = 49^2 + 70^2 + 50^2 = 99^2 \\ 49 + 2 \cdot 7 \cdot 5 + 50 = 49 + 70 + 50 = 13^2 \end{cases}.$$

Ясно, что в зависимости от значения n , можем находить бесконечное множество решений данной системы.

Приведем несколько решений при $R - 1 = 9$.

Имеем систему
$$\begin{cases} m^4 + 36m^2n^2 + (18n^2)^2 = d_1^2 \\ m^2 + 6mn + 18n^2 = d_2^2 \end{cases} (4).$$

Возьмем $n = 2$. Тогда система принимает вид

$$\begin{cases} m^4 + 144m^2 + 72^2 = d_1^2 \\ m^2 + 12m + 72 = d_2^2 \end{cases}.$$

Решая второе уравнение системы, получаем: $m = -6 \pm \sqrt{d_2^2 - 36}, d_2^2 - 36 = t^2$ или $d_2^2 - t^2 = 36$.

Представим 36 в виде произведения двух множителей одинаковой четности.

Это: $18 \cdot 2$. Тогда $d_2 = \frac{18+2}{2} = 10, t = \frac{18-2}{2} = 8, m = -6 + 8 = 2$.

Получаем систему $\begin{cases} 4^2 + 36 \cdot 2^2 \cdot 2^2 + (18 \cdot 2^2)^2 = 76^2 \\ 2^2 + 6 \cdot 2 \cdot 2 + 18 \cdot 2^2 = 10^2 \end{cases}$

или $\begin{cases} 4^2 + 24^2 + 72^2 = 76^2 \\ 4 + 24 + 72 = 10^2 \end{cases}$.

Из приведенных примеров видно, что второе уравнение системы имеет вид

$m^2 + 2\sqrt{A}mn + 2An^2 = d_2^2$. Отсюда $m = -\sqrt{A}n + \sqrt{d_2^2 - An^2}, d_2^2 - t^2 = An^2$, и

$m = -\sqrt{A}n + t$, где $A = R - 1$ — точный квадрат.

Приведем алгоритм нахождения тройки чисел обладающим вышеуказанным свойством.

1. Берем два любых точных квадрата A и n^2 .
2. Находим их произведение.
3. Находим d_2 и t (см. примеры).
4. Находим $m; m = -\sqrt{A}n + t$.

Тогда $x = m^2, y = 2\sqrt{A}mn, z = 2An^2$.

Заключение: разработан общий алгоритм для решений систем уравнений вида

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = d_1^2 \\ x + y + z = d_2^2 \end{cases}$$

Список литературы:

1. Мамедяров Д.М. Неопределенные уравнения и их системы: Дербент. Типография — № 3, — 2013. — 261 с.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

MICROSOFT OFFICE PROJECT КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИКА-ПРОГРАММИСТА

Маковийчук Лилия Фриятулловна

*преподаватель кафедры информатики и методики преподавания,
филиала Тюменского государственного университета,*

РФ, г. Тобольск

E-mail: lilekvam@mail.ru

MICROSOFT OFFICE PROJECT AS THE MEANS OF SUPPORT PROJECT ACTIVITIES OF TECHNICIAN- PROGRAMMER

Makoviychuk Liliya

*teacher department of informatics and technique of teaching,
branch of the Tyumen state university,*

Russia, Tobolsk

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены профессиональные и общие компетенции техника-программиста, обосновано использование Microsoft Office Project как средства обеспечения проектной деятельности техника-программиста.

ABSTRACT

This article is devoted to the professional competencies of technician-programmer, proved using of Microsoft Office Project as the means of support project activity of technician-programmer.

Ключевые слова: проект; проектная деятельность; руководитель проекта; специальные профессиональные компетенции техника-программиста; Microsoft Office Project.

Keywords: project; the project activity; project manager; the special professional competences of technician-programmer; Microsoft Office Project.

В настоящее время осмысление будущих преобразований действительности с учетом природных и социальных законов на основе выбора и принятия решений лежит в основе деятельности человека, направленной на удовлетворение потребностей. Проектирование является важнейшим процессом, в ходе которого создается необходимый продукт. При этом разрабатывается четкий план по достижению цели и решению проблемы. Для решения задачи проектирования привлекаются множество компьютерных технологий.

Всё имеющееся на сегодняшний день многообразие информационных технологий, позволяющих осуществлять повседневную проектную деятельность наиболее эффективным образом, можно условно разделить на две категории:

1. Персональные информационные менеджеры (органайзеры);
2. Информационные менеджеры проектов (планировщики) [3].

Программный пакет Microsoft Office Project предназначен для управления проектами. Управление проектами заключается в составлении плана работ и отслеживании хода выполнения этапов этого плана.

Изучение требований федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности подготовки техников-программистов к результатам освоения профессионального модуля ПМ 04 Обеспечение проектной деятельности, показало необходимость использования программного обеспечения Microsoft Office Project для формирования профессиональных компетентностей (обеспечение содержания проектных операций, определение сроков и стоимости проектных операций, определение качества, ресурсов и рисков проектных операций) [4, с. 5].

Анализ возможностей программного обеспечения Microsoft Office Project позволяет заключить, что его использование для решения задач техника-программиста ориентировано на разработку планов, распределение ресурсов по задачам, отслеживание прогресса и анализ объемов работ проекта.

Проект — это создание уникального продукта. На разных этапах жизненного цикла проекта от руководителя требуется решать различные задачи. В своей основе, управление проектами это набор навыков и инструментов, которые помогают прогнозировать и управлять результатами усилий, которые предпринимаются в организации. Проекты отличаются от операционной деятельности, так как проект является временным усилием, предпринимаемым для создания уникального продукта, услуги, или достижения уникального результата.

Microsoft Office Project позволяет ответить на вопросы:

1. Какие работы должны быть выполнены, и в каком порядке, для создания конечных результатов проекта?
2. Когда должна быть выполнена каждая задача?
3. Кто будет выполнять эти задачи?
4. Что будет, если некоторые задачи не будут завершены в соответствии с планом?
5. Какие лучшие пути для обмена деталями проекта, с теми кто заинтересован в проекте?

Хорошее управление проектами не гарантирует успех каждого проекта, но плохое управление проектами обычно приводит к неудаче. Поэтому целесообразно включить программный пакет Microsoft Office Project для подготовки техников-программистов в профессиональном модуле ПМ 04 Обеспечение проектной деятельности.

В ходе освоения профессионального модуля будущий техник-программист должен:

- знать расписание проекта;
- знать стандарты качества проектных операций;
- знать критерии приемки проектных операций;
- знать стандарты документирования оценки качества;
- знать объемно-календарные сроки поставки ресурсов;
- знать методы определения ресурсных потребностей проекта;
- выполнять деятельность по проекту в пределах зоны ответственности;
- описывать свою деятельность в рамках проекта;
- сопоставлять цель своей деятельности с целью проекта;
- определять стоимость проектных операций в рамках своей деятельности;
- определять длительность операций на основании статистических данных;
- выполнять корректирующие действия по качеству проектных операций;

- определять ресурсные потребности проектных операций;
- определять и анализировать риски проектных операций;
- использовать методы сбора информации о рисках проектных операций;
- применять методы снижения рисков применительно к проектным операциям [4, с. 15].

Анализ программного продукта Microsoft Office Project показал, достижение следующих целей:

1. Отслеживание всей необходимой информации о затратах, длительности, затратах и требовании ресурсов.
2. Визуализация и представление планов проектов в стандартной, хорошо описанной форме.
3. Планирование задач и ресурсов последовательно и эффективно.
4. Обмен информацией о проекте с другими приложениями Microsoft Office System
5. Управление проектами с помощью программ, которые выглядят и используются, как и другие программные приложения.

Необходимо отметить, что Microsoft Office Project позволяет изучать влияние проблем изменения одной задачи на все связанные с ней задачи, и определять проблемы изменения длительности на все расписания проекта в целом. Этот инструмент планирования также позволяет рассматривать нерабочее время, такое как выходные дни и другие, для вычисления реальных дат начала и окончания задач.

Таким образом, с расширением круга пользователей систем проектного менеджмента происходит расширение методов и приемов их использования, поэтому программное обеспечение Microsoft Office Project позволит сформировать понимание сущности и социальной значимости профессии техника-программиста, сформировать навык использования информационно-коммуникационных технологии и понятие проектной деятельности в будущей профессиональной деятельности.

Список литературы:

1. Клименко Е.В. О проблемах внедрения информационно-коммуникационных технологий в образование/ Клименко Е.В. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2013. — № 9. — С. 44—45.
2. Куперштейн В.И. Microsoft Project 2013 в управлении проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 432 с.

3. Тарабанов Н.А. Особенности использования информационных технологий в проектной деятельности // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://huminf.tsu.ru/jurnal/vol4/tna_project/ (дата обращения: 02.11.2014).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 230701 Прикладная информатика (по отраслям): утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 21 июня 2010 г. № 643.М, 2010.

2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

МОДЕЛИРОВАНИЕ «РАЗЛАДКИ» ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ КОМОРБИДНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ В КАРДИОЛОГИИ

Бурмистрова Валентина Геннадьевна

*канд. физ.-мат. наук, доцент,
Ульяновский Государственный университет,
РФ, г. Ульяновск*

Мазурова Ольга Васильевна

*ассистент,
Ульяновский Государственный университет,
РФ, г. Ульяновск*

Сапожников Александр Нилович

*доцент, канд. мед. наук,
Ульяновский Государственный университет,
РФ, г. Ульяновск*

Серякова Анна Михайловна

*студент,
Ульяновский Государственный университет,
РФ, г. Ульяновск
E-mail: iceirle@rambler.ru*

Арутюнян Ншан Овикович

*студент,
Ульяновский Государственный университет,
РФ, г. Ульяновск*

SIMULATION "DISORDER" AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN COMORBID LESIONS IN CARDIOLOGY

Burmistrova Valentina

*candidate of Mathematical Science, associate professor, UISU,
Russia, Ulyanovsk*

Mazurova Olga

*assistant, UISU,
Russia, Ulyanovsk*

Sapozhnikov Alexandr

*candidate of Medical Science, associate professor, UISU,
Russia, Ulyanovsk*

Serjakova Anna

*student medical faculty, UISU,
Russia, Ulyanovsk*

Arutjunjan Nshan

*student medical faculty, UISU,
Russia, Ulyanovsk.*

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (НИР, проводимые в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ на 2013 г., 2014 г.) и РФФИ 13-01-9704213_поволжье.

АННОТАЦИЯ

Изучена проблема возникновения гастродуоденопатии больных с острой коронарной недостаточностью, как «разладки» парасимпатической нервной системы. Построена математическая модель на основе случайных процессов. В результате имитационного моделирования определено, что оптимальный момент компенсации наступает сразу после разладки.

ABSTRACT

The problem of the emergence gastroduodenopatii patients with acute coronary insufficiency, as a "disorder" of the parasympathetic nervous system. A mathematical model based on stochastic processes. As a result

of the simulation is determined that the optimum time compensation begins immediately after the change.

Ключевые слова: модель; разладка; коморбидность; вегетативная нервная система.

Keywords: model; a disorder; comorbidity; the autonomic nervous system.

На современном этапе развития медицина накопила достаточный опыт для того, чтобы рассматривать состояние сочетанного течения ИБС и той или иной патологии пищеварительной системы как единый процесс. Снижение показателей variability ритма сердца (ВРС) считается индикатором более тяжелого течения ИБС и фактором неблагоприятного прогноза [1, с. 32—34; 7, с. 20]. Возникновение у больных с инфарктом миокарда/ нестабильной стенокардией эрозивно-язвенных поражений желудка/12-перстной кишки наблюдается более чем у половины пациентов [2, с. 74—78; 4, с. 1135; 6, с. 273]. Гастродуоденопатии (ГДП) могут привести к желудочно-кишечному кровотечению и даже смерти больного. Ранее нами установлено, что у больных с сочетанной патологией (острая коронарная недостаточность и ГДП) имеется снижение как временных, так и спектральных параметров ВРС [2, с. 57—59]. По мнению Линник С.А. и соавт., определяющим фактором возникновения коморбидных поражений является понижение вагусной активности [1, с. 34]. Наиболее точно парасимпатическое влияние отражает спектральный анализ волновой изменчивости в диапазоне высоких частот — HF (0,15—0,40 Гц) [3, с. 18]. Цель исследования решение проблемы коморбидности с помощью построения математической модели гастродуоденопатии как адаптивной реакции у больных с острой коронарной недостаточностью на основе случайных процессов.

Материалы и методы

Всем пациентам проводились обследование и лечение согласно стандартам оказания медицинской помощи при остром инфаркте миокарда/нестабильной стенокардии. Исследования слизистой желудка и 12-перстной кишки производились эндоскопическим методом на цифровом цветном видеопроцессоре «Pentax ЕРК-1000, Япония» на 7±1 день пребывания больного в стационаре. Исследования variability сердечного ритма проводились на аппарате холтеровского мониторинга «Кардиотехника — 04-8(М)», «Инкарт», Россия на 3±1 день. В исследование включили 52 больных 41 мужчин, 11 женщин (средний возраст составил 55,8±7,9 лет)

с острым инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией, у которых при эндоскопическом обследовании обнаружены язвенно-эрозивные поражения желудка и/или 12-пк кишки — группа «ГДП+». Группу сравнения «ГДП-» составили 40 мужчин и 10 женщин (средний возраст $55,9 \pm 9,8$ лет) с острым инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией, у которых при эндоскопическом обследовании острой гастродуоденальной патологии не выявлено. Статистическая обработка материала проведена с помощью русифицированного пакета «Статистика 6.0». Для непрерывных величин рассчитывали средние величины (M), стандартные отклонения (SD). Статистически значимыми считали различия $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На основании собственных и литературных данных [5, с. 57—59; 3, с. 18] построены графики изменения у здорового человека среднего значения показателя HF в течение жизни дневного и ночного.

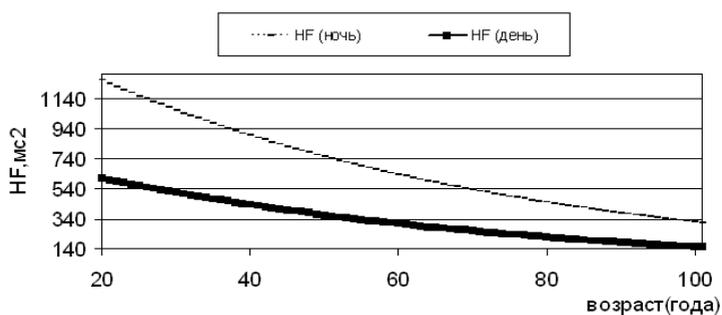


Рисунок 1. Изменение показателя HF у здорового человека на протяжении жизни

Предполагается, что в показатель HF меняется с периодичностью год, а в течении года каждые сутки не меняется, поэтому в модели рассматривается процесс изменение среднего показателя HF в течении суток каждый год. На рис. 2 для лучшей демонстрации приведены 5 лет (с 30 до 35).

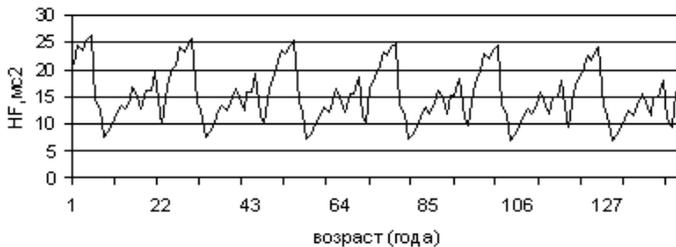


Рисунок 2. Изменения показателя HF (среднего) в течение жизни, относительно суток

В случае наступления острых патологических процессов происходит изменение показателей HF, обозначаемое как «разладка». В таблице 1. представлены показатели HF у больных с инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией в зависимости от появления эрозивно-язвенных поражений желудка/12-перстной кишки. Определено достоверное снижение вагусной активности в группе «ГДП+» во все время суток.

Таблица 1.

Волновая изменчивость сердечного ритма в диапазоне высоких частот больных с инфарктом миокарда/нестабильной стенокардией в зависимости от появления гастродуоденопатий по данным 24-часовой регистрации ЭКГ; (M±SD).

Показатель, время	«ГДП+», n=52	«ГДП-», n=50	p
HF, мс ² , 24 часа	129±120	285±244	0,00003
HF, мс ² , дневное	106±98	225±210	0,00015
HF, мс ² , ночное	169±151	397±385	0,0001

Момент изменения показателей HF в математической модели принимается за момент «разладки», а восстановление показателя компенсацией. Рассмотрим более подробно математическую модель, разработанную на основе случайных процессов.

Математическая и имитационная модели.

Пусть на стохастическом базисе с обычными условиями Деллашери [1] $(\Omega, F, \mathbf{F} = (F_t)_{t \geq 0}, \mathbf{P})$ задан некоторый непрерывный процесс $X = (X_t)_{t \geq 0}$ с разладками для винеровского

процесса, который описывает изменение показателя HF со временем.

В первом приближении процесс $X = (X_t)_{t \geq 0}$ записывается в виде:

$$X_t = -(\alpha_1 + \alpha_2 \cdot I(t \geq \theta))X_t dt + \sigma X_t dW_t, \quad (1)$$

где переменные α_1 , α_2 и σ являются константами из множества вещественных чисел, заранее известными и характеризуют угол наклона разрядки и размах случайности процесса. Переменная θ — момент разрядки, имеет экспоненциальное распределение с параметром λ , $W = (W_t)_{t \geq 0}$ — стандартный винеровский процесс. Предполагается, что величины θ и W независимы.

Наблюдаемым процессом модели является процесс $Y = (Y_t)_{t \geq 0}$, который определяется как:

$$Y_t = X_t - \beta \cdot \int_0^t I(s \geq \tau) ds, \quad Y_0 = 0, \quad (2)$$

где β — уровень компенсации ($\beta \in (0; \alpha]$).

Момент τ — является моментом компенсации и определяется как:

$$\tau = \inf(t : \pi_t > a),$$

где $a \in (0; 1)$. Процесс $\pi_t = P\{\theta \leq t | F_t^x\}$ определяется диффузионным уравнением:

$$d\pi_t = \lambda(1 - \pi_t)dt + \frac{\alpha}{\sigma^2} \cdot \pi_t(1 - \pi_t)(dX_t - \alpha\pi_t dt), \quad (3)$$

с $\pi_0 = 0$ (в соответствии с решением Ширяева А.Н. задачи о разладке).

Предполагается, что существует «плата» за «уровень» Y_t и «плата» за разладку:

$$\Phi(a) = EY_T + \gamma E \int_0^T I(s \geq \tau) ds \quad (4)$$

В данной работе рассматривается задача оптимизации:

$$E\Phi(a) \rightarrow \max_{a \in (0;1)} \quad (5)$$

Решение задач оптимизации осуществляется имитационным способом и позволяет принять решение о моменте компенсации, т. е. принять действия, которые позволят нормализовать уровень HF.

Момент T является константой и предполагается равным либо 10000, либо моментом остановки процесса.

Заключение

В результате имитационного моделирования, получили, что оптимальный момент компенсации наступает сразу после разладки. С учетом того обстоятельства, что изучаемая нами «разладка» — это острые эрозивно-язвенные поражения желудка/12-перстной кишки — наилучший результат от профилактической антисекреторной терапии может быть получен при немедленном начале ее использования. Неоправданно длительное «ожидание результатов эндоскопического исследования» может привести к тому состоянию, когда «разладка» станет необратимой, что в данном случае будет означать острое кровотечение.

Список литературы:

1. Линник С.А., Наурбиева Е.Н., Пономарева Е.П. Вариабельность сердечного ритма у пациентов с ишемической болезнью сердца, сочетанной с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки // Клиническая медицина. — 2006. — № 1. — С. 31—34.

2. Мазурова О.В., Сапожников А.Н., Разин В.А. Поражение сосудов сердца и эрозивно-язвенные поражения желудка у больных с сахарным диабетом при остром коронарном синдроме // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 9. — С. 74—78.
3. Майстаров А.И. Методы спектрального анализа квазипериодических низкочастотных неэквидистантно квантованных сигналов: Автореф. дис. канд. тех. наук. М., 2010. — 18 с.
4. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Галявич А.С. Факторы риска, определяющие развитие эрозивно-язвенных гастропатий, у больных с острым коронарным синдромом // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 9. — С. 1134—1138.
5. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Мазурова О.В. Модель появления гастродуоденитов у больных с острым коронарным синдромом по результатам временных и спектральных показателей ритмокардиограммы // *Материалы международной межвузовской конференции*. Самара. 2014. — С. 54—59.
6. Сапожников А.Н., Бурмистрова В.Г., Разин В.А. Феномен паракоагуляции и поражения желудка у больных с острым коронарным синдромом // *Саратовский научно-медицинский журнал*. — 2014. — № 2. — С. 271—276.
7. Явелов И.С. Вариабельность ритма сердца при сердечно-сосудистых заболеваниях: взгляд клинициста // *Сердце*. — 2006. — № 1. — С. 18—24.

МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Данг Нгок Хоанг Тхань

аспирант

Тульского государственного университета,

РФ, г. Тула

E-mail: myhoangthanh@yahoo.com

Фан Зуй Тунг

магистрант

Тульского государственного университета,

РФ, г. Тула

E-mail: tungphanduy@vinhuni.edu.vn

A METHOD TO REMOVE NOISE IN MEDICAL IMAGE

Dang Ngoc Hoang Thanh

*postgraduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

Phan Duy Tung

*graduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

АННОТАЦИЯ

В работе предложен метод для устранения шума на медицинских изображениях. Такой метод построен на основе модели ROF [3]. С помощью этого метода построен численный алгоритм для устранения шума на медицинских изображениях.

ABSTRACT

In this paper we propose the method to remove noise in medical image. This method based on ROF model. Finally, we give the numerical algorithm that can be applied to removing noise in medical image.

Ключевые слова: устранение шума; медицинское изображение; модель ROF; уравнение Эйлера-Лагранжа.

Keywords: noise removal; medical image; ROF model; equation Euler-Lagrange.

В обработке изображений задача устранения шума является основной и важной потому, что она является основой для повышения качества алгоритмов решения других задач, например, задачи распознавания, задачи обнаружения движения и т. д. Задача устранения шума также широко изучена в медицине. Шум в медицинских изображениях обычно является пуассоновским. Одно из важных свойств пуассоновского шума — зависимость от яркости каждого пикселя. Чем больше яркость, тем больше такого шума.

Устранение пуассоновского шума может быть выполнено многими техниками [2], например, вейвлет, преобразование Фурье, статистика Байеса и т. д. В этой статье мы используем вариационный подход, предлагаемый Л.И. Рудиным.

В пространстве \mathbb{R}^2 заданы ограниченная область Ω и набор $(x, y) \in \Omega$. Пусть $u: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, v: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, \eta: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ являются гладкими

функциями двух переменных. Задача устранения шума можно представить в виде:

$$v(x, y) = u(x, y) + \eta(x, y),$$

где: $u(x, y)$ — функция изображения без шума (восстановленное),
 $v(x, y)$ — функция реального изображения (с шумом),
 $\eta(x, y)$ — функция шума.

Идеей устранения шума на изображении, предлагаемым Рудиным, является искажение функции u , минимизирующей следующий функционал энергии [3]:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy, \quad (1)$$

где $\nabla u = (u_x, u_y)$, $u_x = \frac{\partial u}{\partial x}$, $u_y = \frac{\partial u}{\partial y}$.

Рассмотрим пуассоновский шум. Для такого типа шума яркость шума в каждой точке выполняет распределение Пуассона. Это значит, что для каждого события $v|u$:

$$p(v|u) = \frac{e^{-u} u^v}{v!}. \quad (2)$$

Мы считаем, что интенсивность зашумлённого изображения постоянна. Это значит, что:

$$- \int_{\Omega} \ln(p(v|u)) dx dy = const. \quad (3)$$

Согласно (2), имеем

$$- \ln(p(v|u)) = \ln(v!) + u - v \ln(u).$$

Поэтому (3) станет:

$$\int_{\Omega} (u - v \ln(u)) dx dy = const. \quad (4)$$

Задача (1) с условием (4) может быть представлена в виде задачи оптимизации без условий:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy + \alpha \int_{\Omega} (u - v \ln(u)) dx dy, \quad (5)$$

где α – ненулевой параметр.

Мы можем считать, что норма в (5) является нормой в пространстве L_2 . Это значит, что $\|\nabla u\| = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$. Поэтому (5) переписывается в виде:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \sqrt{u_x^2 + u_y^2} dx dy + \alpha \int_{\Omega} (u - v \ln(u)) dx dy, \quad (6)$$

Алгоритм решения

Для решения задачи (6) существует несколько методов. В этой статье мы используем уравнение Эйлера-Лагранжа [1]. Положим:

$$L(u, u_x, u_y) = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} + \alpha(u - v \ln(u)).$$

Тогда уравнение Эйлера-Лагранжа задачи (6) имеет вид:

$$\frac{\partial(L_{u_x})}{\partial x} + \frac{\partial(L_{u_y})}{\partial y} - L_u = 0,$$

где $L_u = \frac{\partial L}{\partial u}$, $L_{u_x} = \frac{\partial L}{\partial u_x}$, $L_{u_y} = \frac{\partial L}{\partial u_y}$. Поэтому мы получим следующее уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) - \alpha \left(1 - \frac{v}{u} \right) = 0,$$

Или

$$\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} - \alpha \left(1 - \frac{v}{u} \right) = 0. \quad (7)$$

Для дискретизации уравнения (7) мы используем метод градиентного спуска с шагом времени k . Выражение для нахождения u в шаге k имеет вид:

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} + \Delta t \left(\left(\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} \right)^{(k)} - \alpha \left(1 - \frac{v}{u^{(k)}} \right) \right). \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} (u_x^{(k)})_{ij} &= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - u_{i-1,j}^{(k)}}{2\Delta x}, (u_y^{(k)})_{ij} = \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - u_{i,j-1}^{(k)}}{2\Delta y}, (u_{xx}^{(k)})_{ij} \\ &= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i-1,j}^{(k)}}{(\Delta x)^2}, (u_{yy}^{(k)})_{ij} \\ &= \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i,j-1}^{(k)}}{(\Delta y)^2}, (u_{xy}^{(k)})_{ij} \\ &= \frac{u_{i+1,j+1}^{(k)} - u_{i+1,j-1}^{(k)} - u_{i-1,j+1}^{(k)} + u_{i-1,j-1}^{(k)}}{4\Delta x\Delta y}; i \\ &= 1, \dots, N_1, j = 1, \dots, N_2; k = 0, 1, \dots; \Delta x = \Delta y = 1; \Delta t \\ &= 0.2, \\ u_{0j}^{(k)} &= u_{1j}^{(k)}, u_{N_1+1,j}^{(k)} = u_{N_1,j}^{(k)}, u_{i0}^{(k)} = u_{i1}^{(k)}, u_{i,N_2+1}^{(k)} = u_{i,N_2}^{(k)}, \end{aligned}$$

N_1 — число точек изображения по горизонтали, N_2 — число точек изображения по вертикали.

При начальных условиях:

$$u_{ij}^0 = v_{ij}; i = 1, \dots, N_1; j = 1, \dots, N_2. \quad (9)$$

Алгоритм устранения шума

Шаг 0. Заданы $u_{ij}^0 = v_{ij}$ и значение α .

Шаг k.

- Вычислить $u^{(k+1)}$ по формуле (8).
- Проверить $|u^{(k+1)} - u^{(k)}| < \varepsilon$.
- Если условие выполнено, стоп. При обратном случае, перейти на шаг $k + 1$.

Экспериментальные результаты

В эксперименте мы используем изображение черепа человека и добавляем пуассоновский шум. Для оценки качества изображения после восстановления, мы используем критерий PSNR (peak signal-to-noise ratio, пиковое отношение сигнала к шуму):

$$PSNR = 10 \cdot \lg \left(\frac{NL^2}{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (u_{ij} - v_{ij})^2} \right),$$

где: $N = N_1 \times N_2$ — размер изображения,

L — интенсивность яркости, например, для восьмибитового серого изображения $L = 2^8 - 1 = 255$.

Чем больше PSNR, тем лучше качество изображения. Функция PSNR не ограничена.

Значение PSNR восстановленного изображения больше значения PSNR зашумленного изображения. Это значит, что наш метод повышает качество изображения.

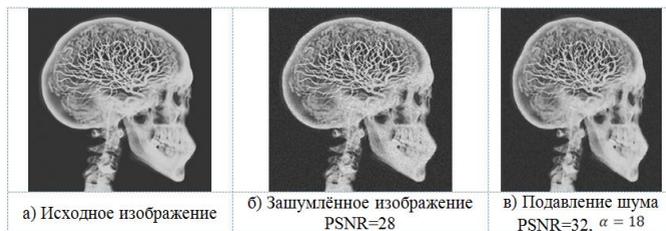


Рисунок 1. Устранение шума на изображении черепа человека

Заключение

В этой работе предлагается метод устранения шума в медицинских изображениях. Предлагаемый метод построен с помощью модели ROF. Результат устранения шума (значение PSNR) зависит от параметра α и свойств каждого изображения. Чем больше значение яркости точек изображения, тем больше пуассоновского шума (т. е. пуассоновский шум в светлых областях изображения больше, чем в темных). Поэтому, качество восстановленного изображения ухудшается.

Список литературы:

1. Gill P.E., Murray W. Numerical methods for constrained optimization. Academic Press Inc., 1974. — 283 p.
2. Rodrigues I., Sanches J., Bioucas-Dias J. Denoising of medical images corrupted by Poisson noise // Image processing ICIP. — 2008. — P. 1756—1759.
3. Rudin L.I., Osher S., Fatemi E. Nonlinear total variation based noise removal algorithms // Physica D. — 1992. — Vol. 60. — P. 259—268.

МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА MR-ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Данг Нгок Хоанг Тхань

*аспирант, Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула
E-mail: myhoangthanh@yahoo.com*

Фан Зуй Тунг

*магистрант, Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула
E-mail: tungphanduy@vinhuni.edu.vn*

A METHOD TO REMOVE NOISE IN MR-IMAGE

Dang Ngoc Hoang Thanh

*postgraduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

Phan Duy Tung

*graduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

АННОТАЦИЯ

В работе предложен метод для устранения шума на MR-изображениях [2; 3]. MRI-техника (magnetic resonance imaging) [2; 3] используется для диагностики болезни с помощью изображений в медицине. Такой метод построен на основе модели ROF [4].

ABSTRACT

In this paper we propose the method to remove noise in MR-image. MRI is technique for disease diagnostics by imaging. This method based on ROF model.

Ключевые слова: устранение шума; MR-изображение; модель ROF; уравнение Эйлера-Лагранжа.

Keywords: noise removal; MRI-image; ROF model; equation Euler-Lagrange.

В медицине диагностика болезни с помощью изображений достигла больших результатов. В том числе двумя самыми важными техниками являются рентгеновские снимки и MR-снимки. Для рентгеновской техники изображение обычно содержит пуассоновский шум, а для MRI-техники изображение содержит шум Райса (Rice, Rician) [3]. Устранение шума для повышения качества изображений в этих случаях необходимо.

Устранение шума Райса может быть выполнено другими техниками [2; 3], например, вейвлет, статистика Байеса и т. д. В этой статье мы используем вариационный подход, предлагаемый Л.И. Рудиным.

В пространстве \mathbb{R}^2 заданы ограниченная область Ω и набор $(x, y) \in \Omega$. Пусть $u: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, v: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, \eta: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ являются гладкими функциями двух переменных. Задача устранения шума можно представить в виде:

$$v(x, y) = u(x, y) + \eta(x, y),$$

где: $u(x, y)$ — функция идеального изображения,
 $v(x, y)$ — функция зашумлённого изображения,
 $\eta(x, y)$ — функция шума.

Идеей устранения шума на изображении, предлагаемым Рудиным, является нахождение функции u , выполняющей следующее условие [4]:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy, \quad (1)$$

где $\nabla u = (u_x, u_y), u_x = \frac{\partial u}{\partial x}, u_y = \frac{\partial u}{\partial y}$.

Рассмотрим шум Райса. Для такого типа шума, яркость шума в каждой точке выполняет распределение Райса. Т. е. для каждого события $v|u$:

$$p(v|u) = \frac{v}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2}\right) I_0\left(\frac{vu}{\sigma^2}\right), \quad (2)$$

где: σ — стандартная девиация гауссовского шума в вещественном изображении или мнимом изображении,

I_ν — модифицированные функции Бесселя первого рода:

$$I_\nu(z) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(\nu z) e^{z \cos(t)} dt; \nu = 0, \pm 1, \pm 2, \dots; z, u, t \in \mathbb{R}.$$

Мы считаем, что интенсивность зашумлённого изображения постоянна. Т. е.:

$$-\int_{\Omega} \ln(p(v|u)) dx dy = const. \quad (3)$$

Согласно (2), имеем

$$-\ln(p(v|u)) = -\ln\left(\frac{v}{\sigma^2}\right) + \frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2} - \ln\left(I_0\left(\frac{vu}{\sigma^2}\right)\right).$$

Поэтому из (3) получим:

$$\int_{\Omega} \left(\frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2} - \ln\left(I_0\left(\frac{vu}{\sigma^2}\right)\right) \right) dx dy = const. \quad (4)$$

Задача (1) с условием (4) может быть представлена в виде следующей задачи:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy + \alpha \int_{\Omega} \left(\frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2} - \ln\left(I_0\left(\frac{vu}{\sigma^2}\right)\right) \right) dx dy, \quad (5)$$

где α – ненулевой параметр.

Мы можем считать, что норма в (5) является нормой в пространстве L_2 . Это значит, что $\|\nabla u\| = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$. Поэтому (5) переписывается в виде:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \sqrt{u_x^2 + u_y^2} dx dy + \alpha \int_{\Omega} \left(\frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2} - \ln\left(I_0\left(\frac{vu}{\sigma^2}\right)\right) \right) dx dy, \quad (6)$$

Алгоритм решения

Для решения задачи (6) мы используем уравнение Эйлера-Лагранжа [1]. Положим:

$$L(u, u_x, u_y) = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} + \alpha \left(\frac{v^2 + u^2}{2\sigma^2} - \ln \left(I_0 \left(\frac{vu}{\sigma^2} \right) \right) \right).$$

Тогда уравнение Эйлера-Лагранжа задачи (6) имеет вид:

$$\frac{\partial(L_{u_x})}{\partial x} + \frac{\partial(L_{u_y})}{\partial y} - L_u = 0,$$

где $L_u = \frac{\partial L}{\partial u}$, $L_{u_x} = \frac{\partial L}{\partial u_x}$, $L_{u_y} = \frac{\partial L}{\partial u_y}$. Поэтому мы получим следующее уравнение:

$$\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{\alpha}{\sigma^2} \left(u - v \frac{I_1 \left(\frac{vu}{\sigma^2} \right)}{I_0 \left(\frac{vu}{\sigma^2} \right)} \right) = 0, \quad (7)$$

Для решения уравнения (7) мы используем метод градиентного спуска с шагом времени k . Выражение для нахождения u в шаге k имеет вид:

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} + \Delta t \left(\left(\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} \right)^{(k)} - \frac{\alpha}{\sigma^2} \left(u - v \frac{I_1 \left(\frac{vu^{(k)}}{\sigma^2} \right)}{I_0 \left(\frac{vu^{(k)}}{\sigma^2} \right)} \right) \right). \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned}
(u_x^{(k)})_{ij} &= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - u_{i-1,j}^{(k)}}{2\Delta x}, (u_y^{(k)})_{ij} = \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - u_{i,j-1}^{(k)}}{2\Delta y}, (u_{xx}^{(k)})_{ij} \\
&= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i-1,j}^{(k)}}{(\Delta x)^2}, (u_{yy}^{(k)})_{ij} \\
&= \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i,j-1}^{(k)}}{(\Delta y)^2}, (u_{xy}^{(k)})_{ij} \\
&= \frac{u_{i+1,j+1}^{(k)} - u_{i+1,j-1}^{(k)} - u_{i-1,j+1}^{(k)} + u_{i-1,j-1}^{(k)}}{4\Delta x\Delta y}; i \\
&= 1, \dots, N_1, j = 1, \dots, N_2; k = 0, 1, \dots; \Delta x = \Delta y = 1; \Delta t \\
&= 0.2, \\
u_{0j}^{(k)} &= u_{1j}^{(k)}, u_{N_1+1,j}^{(k)} = u_{N_1,j}^{(k)}, u_{i0}^{(k)} = u_{i1}^{(k)}, u_{i,N_2+1}^{(k)} = u_{i,N_2}^{(k)},
\end{aligned}$$

N_1 — число точек изображения по горизонтали, N_2 — число точек изображения по вертикали.

При начальных условиях:

$$u_{ij}^0 = v_{ij}; i = 1, \dots, N_1; j = 1, \dots, N_2. \quad (9)$$

Алгоритм устранения шума

Шаг 0. Заданы $u_{ij}^0 = v_{ij}$ и значение α .

Шаг k.

- Вычислить $u^{(k+1)}$ по формуле (8).
- Проверить $|u^{(k+1)} - u^{(k)}| < \varepsilon$.
- Если условие выполнено, стоп. При обратном случае, перейти на шаг $k + 1$.

Экспериментальные результаты

В эксперименте мы используем изображение черепа человека и добавляем шум Райса с параметром $\sigma = 10$. Для оценки качества изображения после восстановления мы используем критерий PSNR (peak signal-to-noise ratio, пиковое отношение сигнала к шуму):

$$PSNR = 10 \cdot \lg \left(\frac{NL^2}{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (u_{ij} - v_{ij})^2} \right),$$

где: $N = N_1 \times N_2$ — размер изображения,

L — интенсивность яркости, например, для восьмибитового серого изображения $L = 2^8 - 1 = 255$.

Чем больше PSNR, тем лучше качество изображения. Функция PSNR не ограничена.

Значение PSNR восстановленного изображения больше, чем значение PSNR зашумленного изображения. Это значит, что наш метод повышает качество изображения.

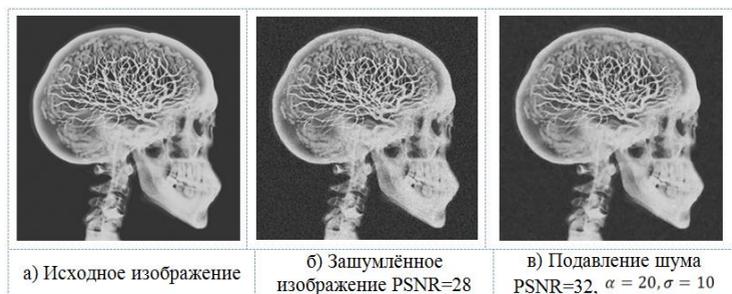


Рисунок 1. Устранение шума на изображении черепа человека

Заключение

В этой работе предлагается метод устранения шума в MR-изображениях. Предлагаемый метод построен с помощью модели ROF. Результат устранения шума (значение PSNR) зависит от выбора параметров α, σ и свойств каждого изображения. Чем больше значение яркости точек изображения, тем больше шума Райса (т. е. шум Райса в светлых областях изображения больше, чем в темных). Поэтому качество восстановленного изображения ухудшается.

Список литературы:

1. Gill P.E., Murray W. Numerical methods for constrained optimization Academic Press Inc., 1974. — 283 p.
2. Pierrick C., Jose V.M, Elias G. et al. Robust Rician noise estimation for MR Image // Medical image analysis. — 2010. — Vol. 14. — Is. 4 — P. 483—493.
3. Robert D.N. Wavelet-based Rician noise removal for Magnetic resonance imaging // Image processing. — 2002. — Vol. 8. — Is. 10. — P. 1408—1419.
4. Rudin L.I., Osher S., Fatemi E. Nonlinear total variation based noise removal algorithms // Physica D. — 1992. — Vol. 60. — P. 259—268.

ВЫБОР НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИБЫЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Макаров Станислав Евгеньевич

*студент 3 курса, СФ УГНТУ,
РФ, г. Салават
E-mail: ue54@yandex.ru*

Сорокин Игорь Валерьевич

*студент 3 курса, СФ УГНТУ,
РФ, г. Салават
E-mail: back-in-the-game@yandex.ru*

Родионов Артем Сергеевич

*ст. преподаватель кафедры общенаучных дисциплин, СФ УГНТУ,
РФ, г. Салават
E-mail: artrodionov@mail.ru*

CHOICE OF NEURAL NETWORK FOR PREDICTION OF PROFIT ORGANIZATIONS

Makarov Stanislav

*3rd year student of the SF UGNTU,
Russia, Salavat*

Sorokin Igor

*3rd year student of the SF UGNTU,
Russia, Salavat*

Rodionov Artem

*senior Lecturer of scientific disciplines chair SF UGNTU,
Russia, Salavat*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается выбор нейронной сети для прогнозирования прибыли предприятия по ряду критериев. Разработан специальный алгоритм выбора нейронной сети. Для осуществления

этого выбора разработана программа, которая на основе производственной модели ранжирует нейронные сети в порядке предпочтения.

ABSTRACT

This article discusses the selection of the neural network to predict the profits of the enterprise on a number of criteria. Was developed specific selection algorithm neural network. To accomplish this, select the program was developed, which based on the production model ranks the neural networks in order of preference.

Ключевые слова: нейронная сеть; прибыль; сети Ворда; Элмана; Хопфилда; Кохонена; Джордона; Хемминга; самообучаемость; производственные правила; алгоритм.

Keywords: neural network; profit; net Ward; Elman; Hopfield; Kohonen; Jordon; Hamming; self-learning; production rules; algorithm.

Сегодня нейронные сети имеют широкое применение в различных областях, таких как промышленность, банковское дело и страхование, образование, военное дело, медицина, информационная безопасность и т. д. Таким образом, специалисты этих областей сталкиваются с проблемой выбора нейронной сети, наиболее способствующей выполнению спектра задач, поставленных перед ними. Данная экспертная система позволит специалисту бухгалтерского или финансового отдела предприятия выбрать нейронную сеть на основании тех критериев, которые он отметит.

В ходе исследования нейронных сетей была разработана и реализована программа выбора нейронной сети для прогнозирования прибыли предприятия по определенным критериям:

- глубокий анализ поступления денежных средств;
- интеграция данных;
- коэффициент Левереджа;
- коэффициент качественной ликвидности;
- глубокий анализ рентабельности;
- самообучаемость.

Каждая нейронная сеть экспертной системы эффективна в выполнении определенного списка задач. В соответствии с этим построены производственные правила, которые производят ранжирование нейронных сетей в порядке предпочтения. При построении производственных правил отобраны наиболее используемые на сегодняшний день нейронные сети [2, с. 12], [1, с. 15].

Программный продукт создан с использованием среды разработки Embarcadero XE.

Стартовое окно программы представлено на рисунке 1.

Form1

Выбор нейронной сети для прогнозирования прибыли предприятия

Отметьте наиболее важные пункты:

Глубокий анализ поступления денежных средств

Интеграция данных

Коэффициент качественной ликвидности

Глубокий анализ рентабельности

Самообучаемость

Коэффициент Левереджа

РЕЗУЛЬТАТ

Рисунок 1. Стартовое окно

Пользователь в процессе выбора нейронной сети отмечает пункты, которые посчитает наиболее важными. Отбор предпочтительной нейронной сети производится в соответствии с производционными правилами:

Если отмечен пункт «Глубокий анализ поступления денежных средств», то переменные сетей Хопфилда, Джордана увеличиваются на 1.

Если отмечен пункт «Глубокий анализ рентабельности», то переменные сетей Элмана, Ворда, Кохонена увеличиваются на 1.

Если отмечен пункт «Интеграция данных», то переменная сети Элмана, Хэмминга увеличивается на 1.

Если отмечен пункт «Самообучаемость», то переменная сети Кохонена увеличивается на 1.

Если отмечен пункт «Коэффициент Левереджа», то переменные сетей Ворда, Джордана, Хэмминга увеличиваются на 1.

Если отмечен пункт «Коэффициент качественной ликвидности», то переменные сетей Хопфилда, Джордана увеличиваются на 1.

После прохождения пользователем опроса значения всех переменных складываются и подсчитывается процент каждой переменной от суммы. Эти проценты и будут являться коэффи-

циентами уверенности, которая система представит в окне результата, которое представлено на рисунке 2.

Результат	
Сеть Элмана	20 %
Сеть Джордана	20 %
Сеть Хопфилда	30 %
Сеть Кохонена	10 %
Сеть Ворда	10 %
Сеть Хэмминга	10 %

Выход

Рисунок 2. Результат

Вывод: на сегодняшний день нейронные сети становятся все более востребованными и актуальными, а значит стоит проблема выбора нейронной сети. В ходе работы была создана программа для выбора нейронной сети для прогнозирования прибыли предприятия по экономическим критериям. Были составлены продукционные правила, разработан алгоритм ранжирования нейронных сетей в порядке предпочтения согласно критериям, которые будут указаны пользователем. Таким образом, разработанная программа позволит сократить время при выборе нейронной сети для прогнозирования прибыли предприятия и в целом облегчить этот выбор.

Список литературы:

1. Горденко Д.В., Горденко Н.В. Нейронная сеть Хэмминга для преобразования модулярного кода в позиционный // Исследования в области естественных наук. — 2013. — № 11. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20918909>.
2. Манжула В.Г., Федяшов Д.С. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 4. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=15594769>.

2.3. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ЦЕНТРАЛЬНОГО УЗЛА В ОДНОРАНГОВОЙ СЕТИ СО СЛОЖНОЙ СЛУЧАЙНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

Власова Анна Михайловна

*студент Владимирского государственного университета
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир
E-mail: lost_anita@mail.ru*

Голованов Андрей Евгеньевич

*студент Владимирского государственного университета
имени А.Г. Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир
E-mail: amanemys@gmail.com*

Монахов Юрий Михайлович

*канд. техн. наук,
доцент кафедры информатики и защиты информации
Владимирского государственного университета
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
РФ, г. Владимир
E-mail: unklefck@gmail.com*

CENTRAL NODE SELECTION ALGORITHM IN AN AD HOC NETWORK WITH COMPLEX RANDOM TOPOLOGY

Anna Vlasova

*student, Vladimir State University,
Russia, Vladimir*

Andrey Golovanov

*student, Vladimir State University,
Russia, Vladimir*

Yuri Monakhov

*PhD, Associate professor of Informatics and IT Security dept.,
Vladimir State University,
Russia, Vladimir*

АННОТАЦИЯ

Цель исследования — разработать способ поиска главного узла, который с низкой степенью вероятности приведет к выбору в качестве центра принятия решения атакованного и/или захваченного злоумышленником узла.

В процессе работы мы разработали алгоритм для поиска центра принятия решений (главного узла сети) — консенсусный алгоритм поиска главного узла, основанный на рекомендациях. Путем моделирования данного алгоритма мы планируем исследовать его сходимость в условиях атак и децентрализованности самого процесса голосования.

ABSTRACT

The aim of the research is to devise a way of central node selection which will show low probability of selecting a byzantine node as a decision-making center.

During our research we have developed selection algorithm for electing the node that will perform the decision-making — consensual recommendation-based central node selection algorithm. By implementing these algorithms in an agent-based model we are planning to research their convergence under the influence of attacks and decentralization of the voting processes.

Ключевые слова: сложные сети; случайная топология; кластеризация сети; оценка уровня доверия; голосование; выбор главного узла; алгоритм принятия решения; моделирование.

Keywords: complex networks; random topology; network clustering; evaluation of trust; election; main node selection; decision-making algorithm; modeling.

В настоящее время широко развиваются и распространяются сети со сложной топологией, а в связи с ними существует и продолжает расширяться спектр атак на данный вид сетей. Защита таких сетей является актуальной проблемой, так как узлы в таких сетях, как правило, имеют небольшую вычислительную мощность и располагаются в незащищенных местах, а доступ к ним может осуществляться по беспроводным каналам. Нарушение работы главного узла сети (центра принятия решений) приводит к наиболее масштабным последствиям и имеет критическое значение. В связи с этим встает вопрос об оптимальном алгоритме выбора главного узла из группы идентичных, а анализ различных источников показал, что в настоящее время существует много научных наработок в области обеспечения на должном уровне безопасного функционирования сложных сетей и предложения для них специфичных алгоритмов в условиях атак и вторжений. Данные проблемы рассматриваются в статьях [1; 2; 3; 4].

Исходя из вышесказанного, цель исследования определена как разработка способа поиска главного узла в сети, который с низкой степенью вероятности приведет к выбору в качестве центра принятия решения атакованного и/или захваченного злоумышленником узла.

В соответствии с целью мы определили объект и предмет исследования. Предметом исследования является процесс голосования в одноранговой сети, направленный на выбор главного узла из числа подобных узлов в условиях атак или уязвимостей, а объектом исследования являются одноранговые сети со сложной случайной топологией.

Прежде чем подробно описать сам алгоритм, необходимо пару слов сказать о самой модели сети. Мы рассматриваем статичную сеть, в которой присутствуют области повышенной связности, так называемые клики. Под кликой будем подразумевать подграфы, вероятность наличия связей между двумя соседними вершинами в которых близка к единице.

В данной работе мы учитываем, что захваченный злоумышленником узел будет проявлять различного рода злонамеренную активность и в процессе голосования: будь то срыв или задержка процесса голосования, распространения ложной информации о себе

и/или о соседних узлах, поэтому для процесса голосования принципиальное значение имеет место расположения голосующего узла.

Мы выделили три возможных варианта расположения узла в сети: в клике (рис. 1), на краю клики (рис. 2) и между двумя или более кликами (рис. 3). Узел, расположенный между несколькими кликами условно будем называть мостом.

Механизм определения типа каждого узла сети предлагаем основывать на вычислении кластерного коэффициента — показателя взаимосвязанности соседей узла и на вычислении собственной центральности узла, которая позволит определить степень «важности» узла, т. е. количество соседей узла и связей у его соседей.

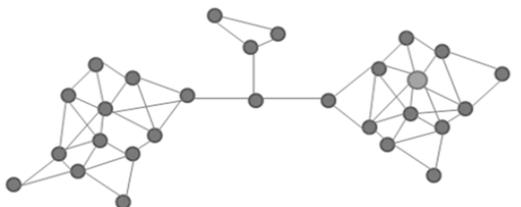


Рисунок 1. Атакованный узел в клике



Рисунок 2. Атакованный узел на краю клики

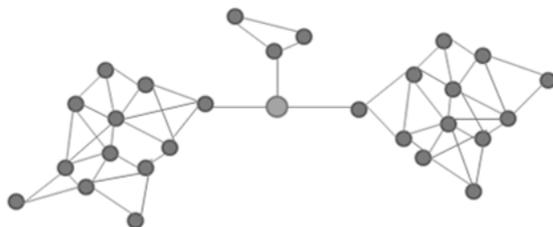


Рисунок 3. Атакованный узел представляет собой место соединения нескольких клик

Отношение реального количества ребер, которые соединяют ближайших соседей данного узла к максимально возможному называется коэффициентом кластерности узла. Такое определение дает Watts и Strogatz в работе [5]. Формула для расчета кластерного коэффициента может быть представлена следующим образом:

$$C(i) = \frac{2 * m}{k * (k - 1)}, \quad (1)$$

где: k — число ребер, выходящий из узла i ;

m — число ребер, между соседними узлами узла i .

Определение собственной центральности необходимо также и для того, чтобы можно было дать приблизительную оценку времени на голосование и передачу рекомендаций каждым узлом.

Поскольку каждый из узлов в сети знает топологию только в рамках своей локальности, поэтому и центральность будем вычислять для каждого узла только с учетом его соседних узлов и их непосредственных соседей. Известная формула 2 дает нам следующее соотношение: умножение матрицы на собственный вектор даёт коллинеарный вектор — тот же вектор, умноженный на некоторое скалярное значение, называемое собственным числом матрицы.

$$Ax = \lambda x \quad (2),$$

где: A — матрица смежности узла с его соседями и соседями соседей;

x — собственный вектор матрицы;

λ — собственное значение матрицы;

Из 2 получаем формулу 3 для собственного центрального значения узла:

$$x_k = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1, i \neq k}^n x_i a_i \quad (3)$$

А теперь перейдем непосредственно к консенсусному рекомендательному алгоритму поиска главного узла. Изначально каждый узел в сети должен самостоятельно рассчитать свой кластерный коэффициент и такой параметр как собственная центральность узла.

Перед запуском самого процесса голосования каждый узел в сети получает информацию о «локальности», т. е. информацию о соседях и соседях своих соседей, содержащую значение их кластерного коэффициента и собственной центральности. После происходит обработка полученных сведений каждым узлом, в результате которой

узел получает приближенную оценку топологии области вокруг него и экзистенциально принимает решение на основе величин кластерных коэффициентов о своем месторасположении (определяет свой тип).

На следующем этапе алгоритма непосредственно инициируем процесс голосования: все узлы широковещательно рассылают всем своим соседям информации о себе (вектор характеристик: уровень доверия к узлу, количество ресурсов и пр.) как о кандидате на выдвижение на роль главного узла в сети. В данной работе мы не заостряем внимание на перечислении точного перечня используемых характеристик.

Далее в зависимости от собственной центральности узла ему выделяется определенное время на обработку сведений о кандидатах из числа соседних узлов, которые хранятся на узле в виде очереди с приоритетом. Каждый узел формирует собственный голос за наилучшего кандидата по всему вектору полученных характеристик. Кластерный коэффициент и величину собственной центральности узла необходимо также учитывать, дабы избежать нелегитимного завышения своих характеристик каким-то из узлов, т. е. мы должны учитывать к какому из трех типов узлов относит себя наш сосед и к какому типу на основе кластерных коэффициентов его соседей относим мы его.

Стоит отметить, что узел, являющийся мостом, не обрабатывает списки кандидатов, а лишь передает рекомендации от соседей к соседям, для того, чтобы отследить загруженность моста и определить запускает ли данный узел механизм фальсификации голосования.

По истечению выделенного промежутка времени каждому узлу необходимо удалить всех кандидатов из очереди, за исключением лидирующего кандидата, находящего соответственно в начале очереди, а также отправить всем своим соседям информацию об этом кандидате, дабы не давать возможности злоумышленнику задерживать процесс голосования сколь угодно долго, т. о. на всех узла происходит асинхронная передача рекомендации выбранного кандидата своим соседям.

Как только на узел поступают новые рекомендации от соседей, он снова заносит их в свою очередь с приоритетом, и снова ему выделяется лимит времени на обработку этих данных. Причем узел учитывает лишь характеристики кандидатов, а не количество отданных за них голосов (количество полученных рекомендаций). И в результате новой итерации из списка удаляются все кандидаты, кроме лидера, который снова рекомендуется своим соседям.

Сбор, обработку и передачу рекомендаций повторяют до тех пор, пока не будет достигнут консенсус в рамках локальности, т. е. не будет обновляться список кандидатов на каждом узле в течение длительного

времени. Необходимое количество таких итераций может быть определено в ходе эксперимента поставленного на модели, сходимость данного процесса очевидно будет зависеть от размеров клика и размера самой сети. Вышеописанный алгоритм представлен в нотации UML в виде диаграммы деятельности на рисунке 4.

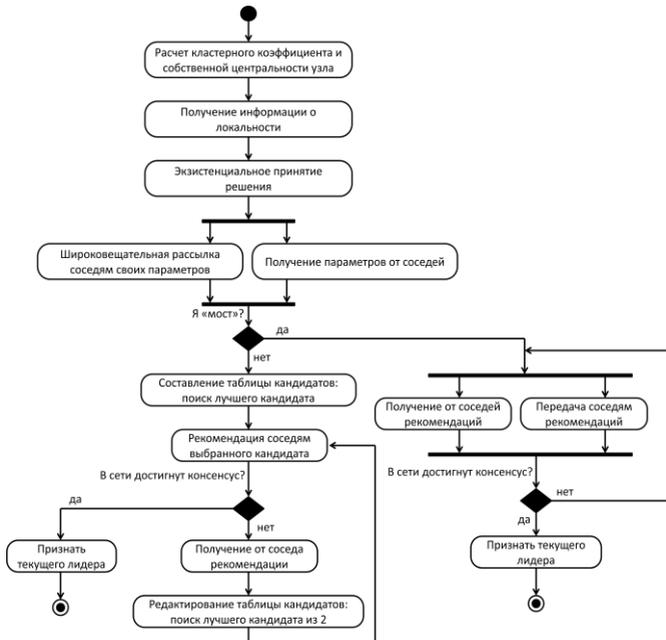


Рисунок 4. Консенсусный рекомендательный алгоритм поиска главного узла

На сегодняшний день в качестве результатов проведения данного научного исследования на тему: «Алгоритм выбора центрального узла в одноранговой сети со сложной случайной топологией» выступает разработанный нами алгоритма голосования для поиска центра принятия решений — «Консенсусный алгоритм поиска главного узла, основанный на рекомендациях».

Тестирование работы данного алгоритма на модели позволит выявить необходимое количество туров голосования и окончательного принятия решения по выбору главного узла, а также это даст возможность определить достигается ли сходимость данного процесса на случайном графе. В связи с этим первостепенными направления

нашего дальнейшего исследования считаем: разработку модели сложной сети и моделирование процесса голосования, в последствии ее тестирование на случайном графе с достаточно большим количеством узлов и обработку результатов эмуляции процессов голосования.

Список литературы:

1. Кривошеев М.О., Ю.Н. Логвинов Протокол консенсуса в асинхронных сетях с неисправностями // Инженерный вестник. — 2013. — № 4. [Электронный ресурс] — Свободный доступ. — URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2154> (дата обращения 14.07.14).
2. Ньюман М. Зарождающаяся наука о сетях // Лекция 2009. [Электронный ресурс] — Свободный доступ. — URL: <http://www.empatika.com/blog/santa-fe-newman-emerging-network-science> (дата обращения 19.07.14).
3. Прогулова Т.Б. Топология и устойчивость локально-мировых сетей // Журнал Международного университета природы, общества и человека. — 2009. — № 4. [Электронный ресурс] — Свободный доступ. — URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=2369> (дата обращения 21.07.14).
4. Maurer A., S. Tixeuil, X. Défago Reliable Communication in a Dynamic Network in the Presence of Byzantine Faults // Cornell University Library. — 2014. — версия 2. [Электронный ресурс] — Свободный доступ. — URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2154> (дата обращения 20.07.14).
5. Watts D.J., Strogatz S.H. Collective dynamics of “small-world” networks. // Nature. — 1998. — Vol. 393. — pp. 440—442.

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ДИРЕКТОРА НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА В ЯЧЕЙКЕ С КОМПЛАНАРНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Богатырев Борис Дмитриевич

магистр

Южно-Уральского Государственного университета,

РФ, г. Челябинск

E-mail: bogatyrevbd@yandex.ru

Клебанов Игорь Иосифович

доцент

Челябинского государственного педагогического университета,

доцент Южно-Уральского Государственного университета,

РФ, г. Челябинск

E-mail: klebanov.igor2010@yandex.ru

Подгорнов Федор Валерьевич

доцент Южно-Уральского Государственного университета,

РФ, г. Челябинск

E-mail: fedorpod@yahoo.de

Иванов Сергей Александрович

старший преподаватель

Челябинского государственного педагогического университета,

старший преподаватель Южно-Уральского Государственного

университета,

РФ, г. Челябинск

E-mail: ivanovlord@ya.ru

MATHEMATICAL MODELLING OF SPATIAL DISTRIBUTION OF THE NEMATIC DIRECTOR FIELD IN THE CELL WITH IN-PLANE ELECTRODES

Bogatyrev Boris

*undergraduate of the South-Ural State university,
Russia, Chelyabinsk*

Klebanov Igor

*associate professor of Chelyabinsk State Pedagogical University,
associate professor of South-Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

Podgornov Fedor

*associate professor of South-Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

Ivanov Sergey

*associate professor of Chelyabinsk State Pedagogical University,
associate professor of South-Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается ячейка с компланарными электродами, заполненная нематическим жидким кристаллом. Получено точное аналитическое выражение для распределения электрического поля в ячейке. В одноконстантном приближении континуальной теории методом Ритца приближенно рассчитано распределение поля директора нематика в ячейке. Расчеты проведены для случаев планарных граничных условий и положительной диэлектрической анизотропии. Произведено сравнение теоретических результатов с экспериментальными. Установлено хорошее качественное соответствие теоретических и экспериментальных результатов.

ABSTRACT

The cell with in-plane electrodes filled with a nematic liquid crystal (NLC) is considered. Rigorous analytical expression for the spatial distribution of electric field across a cell is retrieved. In one-constant approximation of the continual theory the method of Rietz allows evaluating distribution of the director field of the NLC in a cell. Calculations are implemented for planar alignments of NLC and positive dielectric

anisotropy. It was demonstrated that theoretical and experimental results are in good accordance.

Ключевые слова: жидкий кристалл; нематик; компланарные электроды; поле директора; математическая модель; метод Ритца.

Keywords: liquid crystal; nematic; in-plane electrodes; director field; mathematical model; Rietz method.

Жидкие кристаллы представляют собой мезофазное состояние между твердыми кристаллами и изотропной жидкостью, и имеют как свойства жидкой среды (вязкость), так и кристаллической (анизотропия свойств). Жидкие кристаллы проявляют свои уникальные свойства в узком диапазоне температур между кристаллической твердой и изотропной жидкой фазами.

При охлаждении изотропной жидкости образуется не кристаллическая фаза, а фаза *нематика*, в которой молекулы уже имеется ориентационная упорядоченность, но еще отсутствует позиционная. Молекулы все еще могут перемещаться по объему жидкого кристалла, а вязкость сдвига мало отличается от значения в жидкой фазе. Однако главная ось молекул ЖК имеет приоритетное макроскопическое положение. В данной работе рассматривается жидкий кристалл в фазе нематика.

Среднее макроскопическое направление осей молекул \vec{n} в виде единичного вектора называют *директором* ЖК. Поле директора ЖК и его изменение под действием внешних условий, в частности — границ ячейки и электрического поля, является основным вопросом при рассмотрении свойств жидкого кристалла.

В ЖК возможна эластичная деформация трех типов (рис. 1): (a) *splay* — директор поворачивается в направлении радиальной оси $\vec{\rho}$, (b) *twist* — директор поворачивается в направлении азимутальной оси $\vec{\phi}$ вдоль оси $\vec{\rho}$, и (c) *bend* — директор также смещается в направлении азимутальной оси $\vec{\phi}$, но изменения происходят вдоль оси \vec{z} [1].

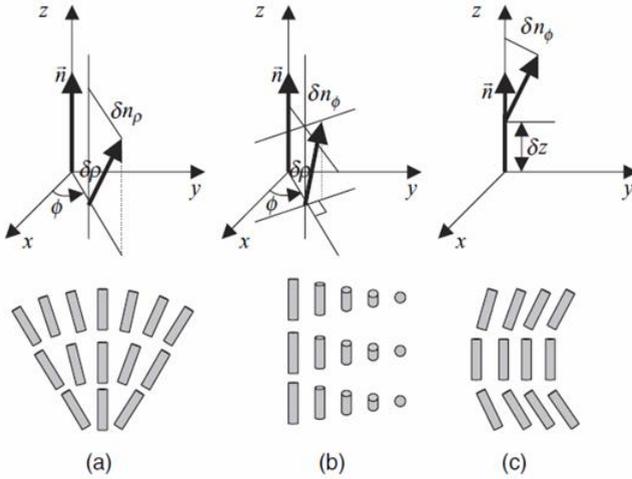


Рисунок 1. Три возможных типа деформации директора ЖК:
(a) splay, (b) twist, (c) bend

Плотность энергии упругой деформации рассчитывается как

$$f_{\text{elastic}} = \frac{1}{2} K_{11} (\nabla \cdot \vec{n})^2 + \frac{1}{2} K_{22} (\vec{n} \cdot \nabla \times \vec{n})^2 + \frac{1}{2} K_{33} (\vec{n} \times \nabla \times \vec{n})^2$$

Плотность электрической энергии равна

$$f_{\text{electric}} = -\frac{1}{2} \varepsilon_0 \chi_{\perp} E^2 - \frac{1}{2} \varepsilon_0 \Delta \varepsilon (\vec{E} \cdot \vec{n})^2$$

Когда электрическое поле слабое, $\Delta \varepsilon$ можно считать константой, независимой от значения напряженности поля. Первый член выражения не зависит от направления поля директора по отношению к полю, а потому при расчете им можно пренебречь. Таким образом, для расчетов можно упростить выражение для плотности энергии до

$$f_{\text{electric}} = -\frac{1}{2} \varepsilon_0 \Delta \varepsilon (\vec{E} \cdot \vec{n})^2$$

Обе составляющие плотности свободной энергии зависят от взаимного расположения электрического поля и поля директора жидкого кристалла. При этом в равновесных условиях поле директора

будет ориентировано так, чтобы минимизировать полную энергию жидкого кристалла, находящегося в ячейке.

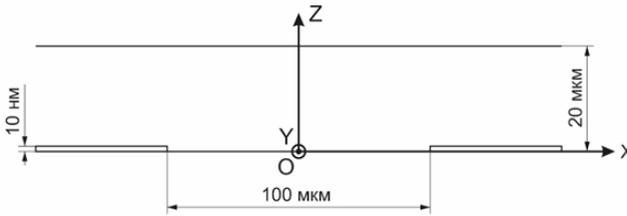


Рисунок 2. Чертеж ячейки с компланарными электродами в плоскости OXZ

Следовательно, функция распределения поля директора $\vec{n}(x, y, z)$ будет такова, чтобы интеграл плотности свободной энергии ЖК был минимален. Исходя из этого, можно найти распределение поля директора.

В рамках данной работы рассматривается ячейка с компланарными электродами (рис. 2). Электроды в такой ячейке располагаются в одной плоскости, напыленные на подложку в виде двух параллельных прямоугольников с фиксированным расстоянием между краями электродов. Для расчетов взята ячейка со следующими параметрами: толщина ячейки $h = 20 \text{ мкм}$, расстояние между электродами $2a = 100 \text{ мкм}$, толщина напыленных электродов d не более 10 нм, что позволяет нам пренебречь ими при расчете и считать идеально плоскими [2; 3].

Расчет электрического поля в ячейке проводится на основе решения задачи Дирихле для полуплоскости. Так как нам известно распределение потенциала на границе полуплоскости ($z = 0$), а в остальном объеме оно удовлетворяет уравнению Лапласа $\Delta\varphi = 0$, мы можем воспользоваться известным решением:

$$\varphi(x, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(t) \frac{z dt}{z^2 + (t-x)^2} \quad (4)$$

где

$$\varphi(t) = \begin{cases} -\varphi_0, & -\infty < t \leq -a \\ \frac{\varphi_0}{a} x, & -a < t < a \\ \varphi_0, & a \leq t < +\infty \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \varphi(x, z) &= I_1 + I_2 + I_3 = \\ &= \frac{\varphi_0}{\pi} \left(\left(1 + \frac{x}{a}\right) \operatorname{arctg} \left(\frac{a+x}{z}\right) - \left(1 - \frac{x}{a}\right) \operatorname{arctg} \left(\frac{a-x}{z}\right) + \frac{y}{2a} \ln \left(\frac{z^2 + (a-x)^2}{z^2 + (a+x)^2}\right) \right) \end{aligned} \quad (6)$$

Составляющие вектора электрического поля есть производные от потенциала по соответствующим координатам:

$$\begin{aligned} E_x &= -\frac{\partial \varphi}{\partial x} = -\frac{\varphi_0}{\pi a} \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{a-x}{z}\right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{a+x}{z}\right) \right) \\ E_z &= -\frac{\partial \varphi}{\partial z} = -\frac{\varphi_0}{2\pi a} \ln \left(\frac{z^2 + (a-x)^2}{z^2 + (a+x)^2}\right) \end{aligned}$$

Плотность энергии в жидком кристалле складывается из двух составляющих — упругой и электрической. С учетом одноконстантного приближения ($K_{11} = K_{22} = K_{33}$), представления вектора \vec{n} в виде $\cos(\theta) \cdot \vec{i} + \sin(\theta) \cdot \vec{j}$ и того, что в жидком кристалле отсутствуют деформации типа twist, выражение для плотности энергии принимает следующий вид:

$$f = \frac{k}{2} (\theta_x^2 + \theta_z^2) - \frac{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon}{2} (E_x \cos(\theta) + E_z \sin(\theta))^2$$

Тогда общая энергия жидкого кристалла в ячейке

$$F = \int_{-a}^a dx \int_0^h dy \left(\frac{k}{2} (\theta_x^2 + \theta_z^2) - \frac{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon}{2} (E_x \cos(\theta) + E_z \sin(\theta))^2 \right)$$

Минимизации полной энергии ячейки приводит к уравнению Эйлера-Лагранжа для равновесного распределения поля директора. Но, так как компоненты электрического поля являются сложными функциями координат, данное уравнение не решается аналитически. Численный расчет также является сложной задачей в силу нелинейности уравнения равновесия.

Поэтому в настоящей работе найдено приближенное выражение для распределения поля директора методом Рунта.

Предварительно сделаем подстановку:

$$\theta(x, z) = 2 \operatorname{arctg}(\psi(x, z)).$$

Тогда выражение для плотности энергии примет следующий вид:

$$f = \frac{4k}{(1+\psi^2)^2} (\psi_x^2 + \psi_z^2) + \frac{\varepsilon_0 \Delta \varepsilon \varphi^2}{a^2 \pi^2 (1+\psi^2)} (E_x \cdot (1 - \psi^2) + 2E_z \psi)^2 \quad (11)$$

Примем нулевые граничные условия:

$$\psi(x = -1, y) = \psi(x = 1, y) = \psi(x, y = 0) = \psi(x, y = 0.4) = 0 \quad (12)$$

И будем искать приближенное решение в виде

$$\psi(x, y) = \sum_{i=1}^2 C_i \cdot \psi_0(x, y)^i \quad (13)$$

Функция ψ_0 выбирается так, чтобы удовлетворять тем же граничным условиям:

$$\psi_0 = (x^2 - 1) \cdot y \cdot (y - 0.4)$$

После подстановки (11) и (13) в (10) получим функцию, зависящую только от коэффициентов C_1 и C_2 . При низких значениях прикладываемого потенциала данная функция имеет один локальный минимум в начале координат ($C_1 = C_2 = 0$), что соответствует неискаженной картине поля с $\theta(x, z) = 0$. Однако при увеличении напряжения выше 7,5 В картина начинает меняться — в начале координат наблюдается появление максимума, а симметрично относительно него возникают два глобальных минимума ($C_{11} = -C_{12}, C_{21} = -C_{22}$), соответствующие новому устойчивому состоянию жидкого кристалла. Это соответствует известному в физике жидких кристаллов эффекту перехода Фредерикса.

Так как функция $F(C_1, C_2)$ в явном виде сложна для аналитического исследования, зависимость от коэффициентов полинома получена численно для каждого значения напряжения в отдельности. Затем, с помощью метода наискорейшего спуска были найдены координаты одного из двух глобальных минимумов. Координаты представлены в таблице ниже:

Таблица 1.

Напряжение, В	C_1	C_2
7,5	1,2	16,7
10	11,85	99,1
20	36,8	-302,1
30	56,1	-789,5

Подставим найденные полиномиальные коэффициенты в уравнение и проведем обратную замену, чтобы получить распределение поля директора.

Полученные в рамках моделирования результаты (рис. 3) качественно совпадают с экспериментальными результатами, полученными при изучении ячеек с компланарными электродами. Проверка соответствия теоретического распределения поля директора проводится на основе оценки диэлектрофоретической силы, действующей на микрочастицу диаметром 2 мкм вблизи от края электрода на расстоянии 15 мкм от плоскости электродов.

$$F_{DEP} = 2\pi\epsilon_{LC}\epsilon_0 r^3 Re[K]\nabla E^2 = 2 \cdot 10^{-12} \text{ H} \quad (15)$$

что совпадает по порядку с приведенными в статье [2] величинами.

Полученное напряжение перехода ЖК из неискаженного состояния в искаженное соответствует напряжению перехода Фредерикса, полученному экспериментально для сходных условий ($U_{F\text{ теор}} = 7.5 \text{ В}$, $U_{F\text{ эксп}} = 5..10 \text{ В}$) [3].

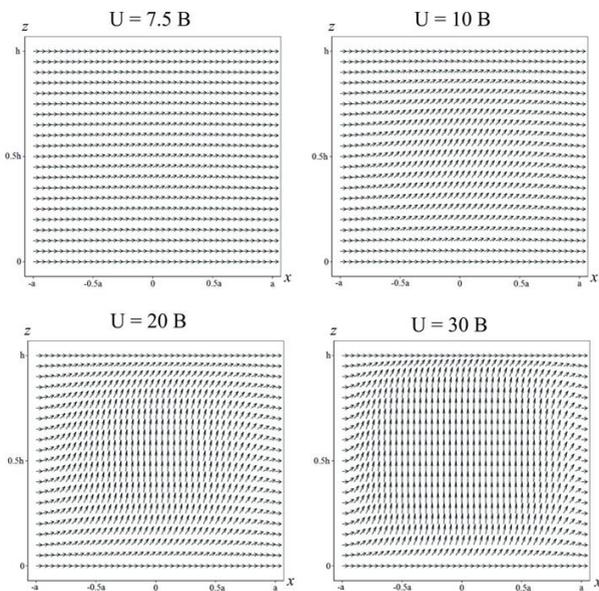


Рисунок 3. Результаты расчета пространственного распределения поля директора в зависимости от напряжения на электродах

Однако данная теоретическая модель может быть применима только в диапазоне напряжений до 30 В. При превышении данной разности потенциалов на электродах теоретическая зависимость искажается и приводит к результатам, противоречащим экспериментальным данным. Скорее всего, причина этого — малое количество слагаемых в (13). Увеличение количества слагаемых требует разработки более сложной программы поиска глобальных минимумов энергии нематика, что является предметом дальнейшей работы.

Список литературы:

1. Yang, Deng-Ke. *Fundamentals of Liquid Crystal Devices* / Deng-Ke Yang, Shin-Tson Wu – John Wiley & Sons Ltd, 2006 — 397 с.
2. Measurements of the electrokinetic forces on dielectric microparticles in nematic liquid crystals using optical trapping / А.В. Рыжкова, Ф.В. Подгорнов, А. Gaebler, R. Jakoby, W. Haase // *J. Appl. Phys.* 113, 244902 (2013).
3. Nonlinear electrophoretic motion of dielectric microparticles in nematic liquid crystals / А.В. Рыжкова, Ф.В. Подгорнов, W. Haase // *Applied Physics Letters* 96, 151901 (2010).

3.2. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

ТРАНСЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОФИЛЯ СТАБИЛИЗАТОРА ПРИ ОТКЛОНЕНИИ РУЛЯ ВЫСОТЫ

Бабарыкин Константин Валентинович

*канд. физ.-мат. наук, инженер,
Санкт-Петербургский государственный университет,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: konst20@mail.ru*

TRANSONIC FLOW PAST A STABILIZER AIRFOIL WITH A DEFLECTED ELEVATOR

Babarykin Konstantin

*candidate of Science, engineer,
Saint-Petersburg State University,
Russia, Saint-Petersburg*

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-08-00288)

Исследования проведены с использованием вычислительных ресурсов Ресурсного Центра «Вычислительный центр СПбГУ» (<http://cc.spbu.ru>)

АННОТАЦИЯ

Проведено численное исследование трансзвукового обтекания профиля горизонтального стабилизатора. В расчетах использовалась вычислительная программа Ansys-14 Fluent. Осуществлены расчеты для чисел Маха набегающего потока, больших 0,8. Исследовано влияние отклонения руля высоты на подъемную силу профиля. Показано аномально резкое уменьшение коэффициента подъемной силы при сравнительно небольшом отклонении руля высоты для числа Маха 0,83.

ABSTRACT

A numerical investigation of transonic flow past a horizontal stabilizer airfoil is carried out. The well-known solver Ansys-14 Fluent is used. Computations for freestream Mach numbers greater than 0,8 are fulfilled. An influence of the elevator deflection on lift force is studied. An abnormally abrupt drop of the lift coefficient with a relatively small deflection of the elevator for the freestream Mach number of 0,83 is shown.

Ключевые слова: транзвуковое течение; профиль; коэффициент подъемной силы; руль высоты.

Keywords: transonic flow; airfoil; lift coefficient; elevator.

Введение. Постановка задачи.

В настоящей работе рассматривается транзвуковое обтекание профиля горизонтального стабилизатора. Длина профиля равна 1 м, максимальная толщина составляет 8,7 % от длины хорды, длина руля высоты равна 37 % длины хорды. Форма профиля представлена на рис. 1.

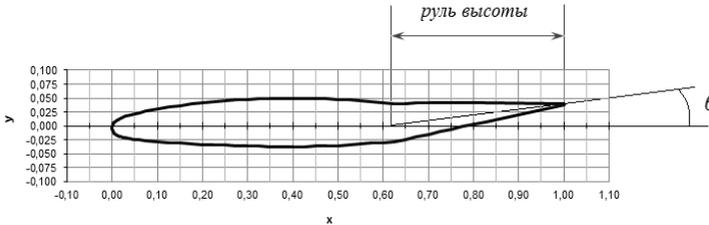


Рисунок 1. Профиль стабилизатора с отклонением руля высоты 5°

На этом рисунке x , y — отнесенные к длине хорды координаты, θ — угол отклонения руля высоты. Форма задается выражениями

$$y(x) = y_{\text{lths}}(x) \text{ при } x \leq 0,63$$
$$y(x) = y_{\text{lths}}(x) + (x - 0,63) \operatorname{tg} \theta \text{ при } 0,63 \leq x \leq 1,$$

где $y_{\text{lths}}(x)$ соответствует известному профилю стабилизатора LTHS.

Целью настоящей работы является изучение картины течения около профиля и его характеристик при числах Маха набегающего потока $M_\infty > 0,8$, когда может наблюдаться формирование нескольких сверхзвуковых зон на поверхности профиля. Их слияние или расщеп-

ление при небольших изменениях условий обтекания может приводить к резкому изменению коэффициента подъемной силы C_L . Ранее в [1—3] изучалось обтекание аэродинамического профиля Whitcomb при отклонении элерона от нейтрального положения. Было обнаружено, что при определенных условиях имеют место резкие изменения C_L при малом изменении геометрии. Рассматриваемый в настоящей работе профиль стабилизатора также имеет управляющий элемент в виде руля высоты, что обуславливает возникновение аналогичных явлений при его отклонении от нейтрального положения.

Проводились расчеты обтекания профиля равномерным, со слабой турбулентностью, потоком, известной программой ANSYS Fluent 14. Параметры набегающего потока соответствуют условиям атмосферы на высоте 10 км: давление $p_\infty = 26434$ Па, температура $T_\infty = 223,15$ К, использовалась модель турбулентности SST $k-\omega$ [4], достаточно хорошо описывающая течение как в пограничном слое, так и в области свободного потока.

Расчетная область представляет собой круг с радиусом 99 длин хорды. Сетка сгущена в небольшой области около профиля и разрежена в направлении внешних границ области (рис. 2).

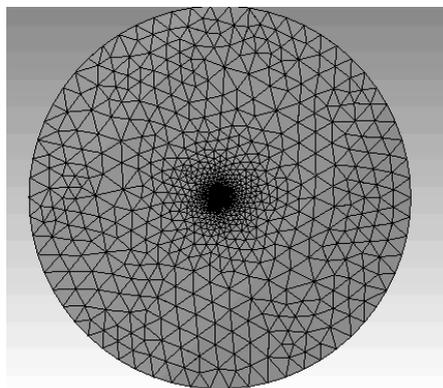


Рисунок 2. Схема расчетной области

Удаленность внешней границы позволяет ставить на ней стандартное для Fluent граничное условие дальнего поля. Такой способ построения сетки обеспечивает достаточную точность решения, и с другой стороны, позволяет минимизировать влияние внешних границ. Немаловажно и то, что в этом случае количество элементов

получается не слишком большим (в данном случае около 200 тыс.), что дает возможность избежать больших вычислительных затрат.

Результаты расчетов. Анализ поведения C_L при отклонении руля высоты.

Для исследования влияния отклонения руля высоты проведена серия расчетов для значений $\theta = 0; 1; 1,5; 2; 3; 4^\circ$ при фиксированном числе Маха набегающего потока $M_\infty = 0,83$, нулевом и отрицательном ($\alpha = -0,4^\circ$) углах атаки. Результаты расчетов показывают (рис. 3), что имеет место резкое изменение подъемной силы при сравнительно малом изменении θ .

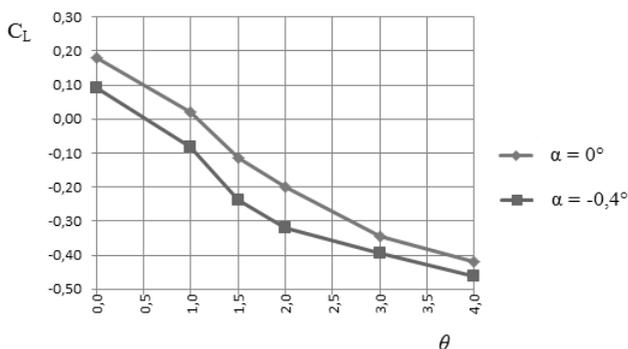


Рисунок 3. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла отклонения руля высоты

Изменения коэффициента подъемной силы обусловлены изменением картины обтекания профиля. Рассмотрим ее эволюцию, наблюдающуюся при нулевом угле атаки вследствие увеличения θ . На рис. 4а—4г приведены результаты расчета для различных значений θ . Особенностью данного профиля является наличие на нижней стороне довольно протяженного участка с небольшой кривизной, что может приводить к формированию нескольких сверхзвуковых зон. Как можно видеть из рис. 4а, уже в случае «чистого» профиля наблюдается зарождение двух зон — одна сразу у носика профиля, другая в средней его части. При постепенном подъеме руля высоты этот процесс усиливается. Наблюдается довольно быстрый рост размеров этих зон (рис. 4б и 4в), затем происходит их слияние в одну (рис. 4г). Это приводит к уменьшению аэродинамической силы,

действующей на нижнюю поверхность. Такая бифуркация течения происходит и на отрицательном угле атаки, но в силу более интенсивного роста сверхзвуковых зон заметно раньше, при $\theta = 1,5^\circ$.

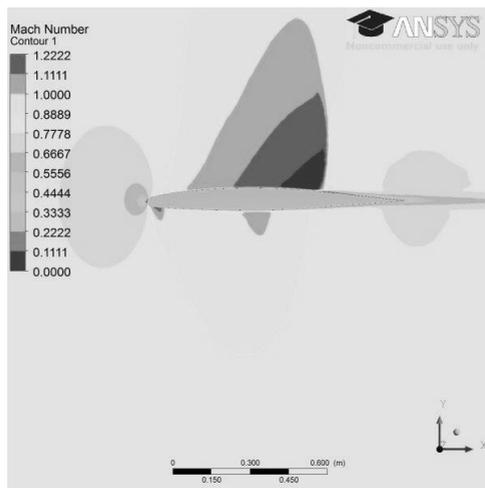


Рисунок 4а. Поля числа Маха, $\theta = 0^\circ$.

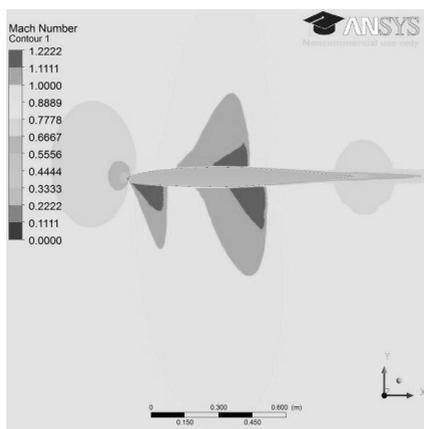


Рисунок 4б. Поля числа Маха, $\theta = 1,5^\circ$.

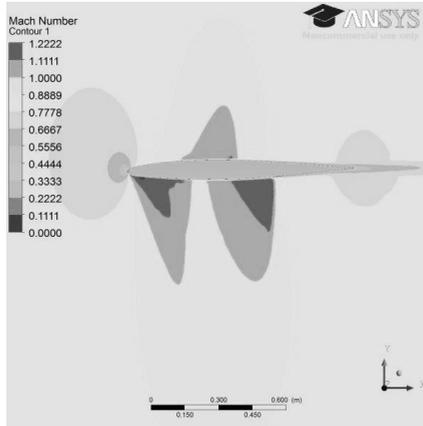


Рисунок 4в. Поля числа Маха, $\theta = 2^\circ$.

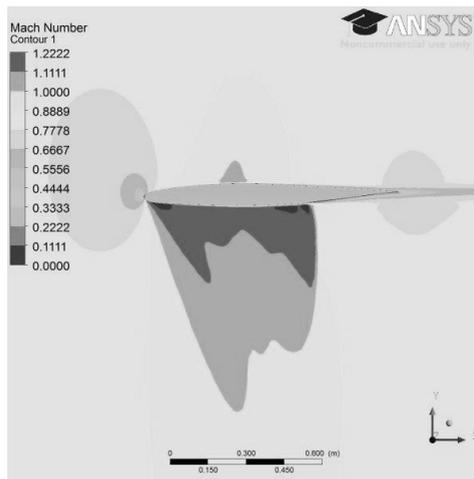


Рисунок 4г. Поля числа Маха, $\theta = 3^\circ$.

На верхней части профиля, напротив, наблюдается резкое уменьшение размеров местной сверхзвуковой зоны, вызванное торможением потока газа перед поднятым рулем (более подробно этот процесс рассмотрен в [1] на примере профиля с элероном). Таким образом, увеличивается сила, действующая на верхнюю поверхность профиля, и одновременно уменьшается сила, действующая на нижнюю

поверхность. Этим и объясняется существенное падение коэффициента подъемной силы.

Заключение

Осуществлено численное исследование трансзвукового обтекания профиля стабилизатора программой Fluent с использованием модели турбулентности SST $k-\omega$. Проведен ряд расчетов на различных углах атаки при отклонении руля высоты, получены зависимости коэффициента подъемной силы C_L от угла отклонения. Для нулевого угла атаки при числе Маха набегающего потока $M_\infty = 0,83$ изучено имеющее место существенное изменение C_L при сравнительно небольшом изменении геометрии профиля.

Список литературы:

1. Бабарыкин К.В. Особенности трансзвукового обтекания аэродинамического профиля при отклонении элерона / Естественные и математические науки в современном мире/ Сб. ст. по материалам XIII междунар. науч.-практ. конф. № 12 (12). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — С. 51—58.
2. Kuzmin A., Ryabinin A. Airfoils admitting anomalous behavior of lift coefficient in descending transonic flight // The Seventh Intern. Conference on Comput. Fluid Dynamics. — 2012 — 7 p. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.iccfd.org/iccfd7/assets/pdf/papers/ICCFD7-4301_paper.pdf (дата обращения 29.10.2014).
3. Kuzmin A. Transonic flow past a Whitcomb airfoil with a deflected aileron // International Journal of Aeronautical and Space Sciences — 2013, — Vol. 14, — № 3. — pp. 210—214.
4. Menter F.R. Review of the Shear-Stress Transport turbulence model experience from an industrial perspective // Intern. J. Comput. Fluid Dynamics, — 2009, — vol. 23, — Issue 4. — pp. 305—316.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Степанов Кирилл Александрович
аспирант Национального исследовательского
Томского государственного университета,
РФ, г. Томск
E-mail: kirill.stepanov.90@mail.ru

OPTIMIZATION OF SPACESHIP'S RE-ENTRY TRAJECTORY

Stepanov Kirill
postgraduate student
of National Research Tomsk State University,
Russia, Tomsk

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается решение задачи оптимизации траектории входа в атмосферу Земли по величине суммарного конвективного теплового потока в точке торможения затупленного тела при помощи генетических алгоритмов. Изучено влияние максимально допустимой перегрузки и эффективной площади поперечного сечения космического аппарата на величину теплового потока на оптимальной траектории.

ABSTRACT

In this paper the problem of optimization of the re-entry trajectory into the Earth atmosphere on summary value of the convective heat flux at the stagnation point of a blunt body by using genetic algorithms is considered. The influence of maximum overload and the effective cross-sectional area of space vehicle on the value of the heat flux on the optimal trajectory is examined.

Ключевые слова: оптимизация; траектория спуска; генетический алгоритм.

Keywords: optimization; re-entry trajectory; genetic algorithm.

Спуск космического аппарата (КА) на поверхность Земли является важнейшим этапом полета, так как при его успешной

реализации сохраняются жизнь и здоровье членов экипажа, доставляются на Землю результаты исследований и экспериментов. Спускаемые аппараты подвергаются интенсивному радиационному и конвективному нагреву. Одним из эффективных путей снижения тепловых потоков к телу является выбор оптимальной траектории спуска аппарата.

Задача оптимизации в проведенном исследовании формулировалась следующим образом [1]: в пространстве непрерывных функций $V(t)$ и $H(t)$, где $0 \leq t \leq t_1$, найти пару функций $V(t)$ и $H(t)$ таких, чтобы достигался минимум функционала:

$$Q(V, H, t_1) = \min \int_0^{t_1} q(H(t), V(t), R^*, k, k_{\omega i}, \dots) dt \quad (1)$$

$$q(H(t), V(t), R^*, k, k_{\omega i}, \dots) = 0,5\rho V^3 X_q(H(t), V(t), R^*, k, k_{\omega i}, \dots) \quad (2).$$

при заданных ограничениях на максимальное ускорение и температуру поверхности тела:

$$|\dot{V}(t)| < ag, T_{\omega} < T_{\omega}^{max} \quad (3)$$

В качестве условий на границе тела для уравнения энергии используется балансовое соотношение для определения равновесной температуры.

И дополнительные условия в граничных точках:

$$V(0)=V_0, H(0)=H_0, V(t_1)=V^*, H(t_1)=H^*, t_1 \leq t_{max} \quad (4).$$

Здесь время входа t_1 фиксировано или меняется в диапазоне от 0 до максимального времени входа t_{max} и может быть оптимизируемым параметром.

Необходимым является дополнительное ограничение на ускорение

$$|\dot{V}| \leq \frac{s^* \rho V^2}{M} \quad (5).$$

В качестве исходной газодинамической модели для определения теплового потока к поверхности тела использовались уравнения тонкого (гиперзвукового) вязкого ударного слоя (ТВУС) с учетом химической неравновесности и многокомпонентного характера диффузии [2].

В качестве метода оптимизации использовался вещественный генетический алгоритм с плавающей точкой [4; 5] и следующие

генетические операторы: турнирная селекция, арифметический кроссовер, неравномерная мутация [5] и элитизм.

Представленные результаты получены для идеально-каталитической поверхности в окрестности затупления для характерного размера $R^* = 0,5$ м при следующих значениях определяющих параметров: эффективной площади сечения $S^*/M = 1.0 - 6.0 * 10^{-3}$ м²/кг, коэффициента максимальной допустимой перегрузки $a = 2,0 - 5,0$, ограничения на максимальную температуру $T_w^{max} = 1500; 2500$ К, отношения главных кривизн $k = 0.1; 1.0$, начальной скорости $V_0 = 7.8$ км/с, конечной скорости $V^* = 2.3$ км/с, начальной высоты $H_0 = 100$ км, конечной высоты $H^* = 50$ км и времени спуска $t^* = 15; 30$ мин.

Серия запусков однокритериальной оптимизации была начата с изучения влияния параметра максимально допустимой перегрузки на решение при эффективной площади сечения $2.5 * 10^{-1}$ м², времени спуска $t=30$ мин и максимальной температуре $T=1500$ К.

Было получено, что тепловой поток на оптимальной траектории не изменяется с увеличением параметра максимально допустимой перегрузки и равен 0,719 для отношения кривизн $k=0,1$ и 0,934 для $k=1,0$ (тепловой поток представлен в относительных единицах). Изменение значения теплового потока начинается при максимальной перегрузке меньше 2 g. Следовательно, на оптимальной траектории максимальная перегрузка не превышает 2,0 g.

Затем было проверено влияние параметра максимально допустимой перегрузки на решение при эффективной площади сечения $1.5 * 10^{-1}$ м².

Полученные результаты совершенно аналогичны результатам при эффективной площади сечения $2.5 * 10^{-1}$ м². Тепловой поток равен 0,857 для отношения кривизн $k=0,1$ и 1,317 для $k=1,0$. Как видно при уменьшении площади эффективного сечения происходит увеличение сопротивления.

Но влияние максимально допустимой перегрузки возросло. Максимальная перегрузка на оптимальной траектории не превышает 2,5 g.

На следующей серии запусков было изучено влияние параметра максимально допустимой перегрузки на решение при эффективной площади сечения $2.5 * 10^{-1}$ м², времени спуска $t=15$ мин и максимальной температуре $T=1500$ К.

Таблица 1.

Отношение кривизны $k=0,1$

Максимальная допустимая перегрузка	Минимальный тепловой поток
2,0	0,901360E+00
2,5	0,904067E+00
3,0	0,904354E+00
3,5	0,903407E+00
4,0	0,907498E+00
4,5	0,904537E+00
5,0	0,904537E+00
6,0	0,904537E+00

При общей тенденции к стабилизации оптимального решения наблюдаются несколько незначительных колебаний минимального теплового потока (различия порядка 1—2 %).

Как видно из представленных результатов, параметр максимально допустимой перегрузки практически не влияет на решение.

В ходе четвертой серии запусков было изучено влияние эффективной площади сечения на оптимальное решение при параметре максимально допустимой перегрузки $a_g = 3.0$ и максимальной температуре $T=2500$ K.

В результате отчетливо наблюдается тенденция, при которой с увеличением эффективной площади сечения интегральный тепловой поток на оптимальной траектории уменьшается.

Полученные результаты проиллюстрированы графиком на рис. 1.

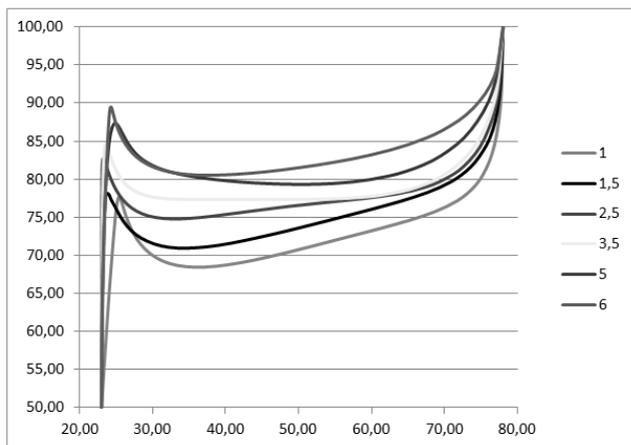


Рисунок 1. Траектории спуска в координатах «высота-скорость» для различных значений эффективной площади сечения при $k=0.1$

Для представленных на рис. 1 траекторий характерно наличие локального максимума высоты, обусловленного стремлением оптимальной траектории (решения) при минимальных скоростях в область с низкими плотностями [3]. Причем при больших эффективных площадях сечения оптимальная траектория проходит в более высоких слоях атмосферы.

Для сферических тел интегральный тепловой поток также уменьшается с ростом эффективной площади сечения, причем для малых площадей он значительно выше, чем для тел с отношением главных кривизн $k=0,1$, а для больших площадей практически совпадает.

Полученные в результате серии запусков алгоритма оптимизации траектории представлены на рис. 2. Отчетливо видна дифференциация траекторий: при малых эффективных площадях сечения траектория соответствует плавному спуску, при увеличении эффективной площади сечения наблюдается подъем в верхние слои атмосферы на скорости 23—25 км/с, причем, чем больше площадь сечения, тем подъем более выражен.

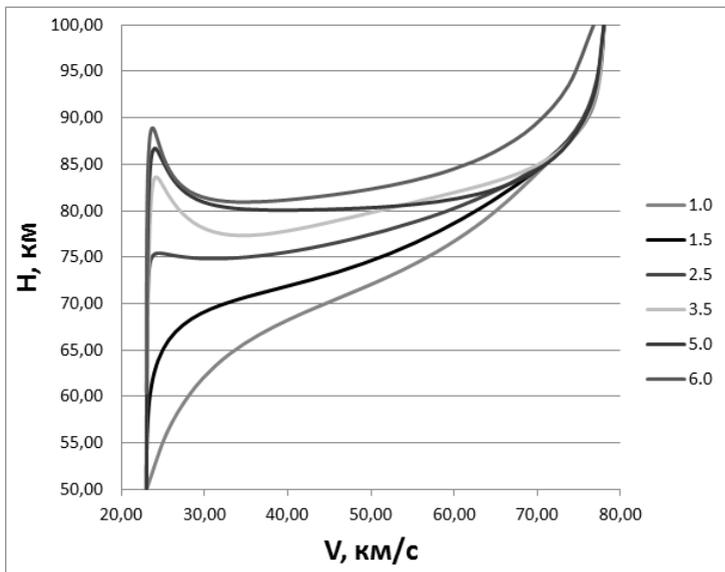


Рисунок 2. Траектории спуска в координатах «высота-скорость» для различных значений эффективной площади сечения при $k=1.0$

Таким образом, влияние между интегральным тепловым потоком и максимально допустимой перегрузкой оказалось пренебрежимо малым. При исследовании обнаружилась следующая зависимость: при увеличении эффективной площади сечения интегральный тепловой поток на оптимальной траектории уменьшается, и оптимальные траектории проходят в более высоких слоях атмосферы. Полученные графики зависимости теплового потока от эффективной площади сечения могут рассматриваться как участки фронта Парето.

Список литературы:

1. Андриевский В.В. Динамика спуска космических аппаратов на Землю. / В.В. Андриевский М.: Машиностроение, 1970. — 173 с.
2. Казаков В.Ю. Оптимизация по интегральному тепловому потоку траектории входа в атмосферу Земли затупленного тела / В.Ю. Казаков, С.В. Пейгин, С.В. Тимченко Прикладная механика и техническая физика, — 2000. — Т. 41. — № 4. — С. 112—123.

3. Степанов К.А. Преимущества генетических алгоритмов для оптимизации траектории вхождения в атмосферу // Труды Томского государственного университета. Т. 282. Серия физико-математическая: Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики: Материалы II Всероссийской молодежной научной конференции, посвященной 50-летию физико-технического факультета Томского государственного университета. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2012. — С. 316—318.
4. Herrera F., Lozano M., Sanchez A.M. Hybrid Crossover Operators for Real-Coded Genetic Algorithms: An Experimental Study *Soft Comput.* 9(4) : 280-298 (2005).
5. Herrera F., Lozano M., Verdegay J.L. Tackling real-coded Genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis *Artificial Intelligence Review*, — Vol. 12, — № 4, — 1998. — P. 265—319
6. Michalewicz Z. *Genetic algorithms + data structures = evolution programs*. N.Y.: Springer-Verlag, 1992.

3.3. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

АНИЗОТРОПИЯ ПРОДОЛЬНОГО МАГНЕТОСОПРОТИВЛЕНИЯ В КРЕМНИИ P-ТИПА ВДОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ОСЕЙ

Таймуратова Лидия Унгарбаевна

*канд. физ.- мат. наук, кафедра физика-математика,
доцент Каспийского государственного университета
технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова,
Республика Казахстан, г. Актау
E-mail: taimuratova@mail.ru*

Алимбаева Акмарал

*магистрант кафедра физика-математика,
Каспийского государственного университета
технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова,
Республика Казахстан, г. Актау*

ANISOTROPY OF THE LONGITUDINAL MAGNETORESISTANCE IN P-TYPE SILICON ALONG DIFFERENT CRISTALLOGRAPHIC AXES

Taimuratova Lidiya

*candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor, Caspian state technology
and engineering university by Sh. Esenov,
Republic of Kazakhstan, Aktau*

Alimbaeva Akmaral

*undergraduate,
Caspian state technology and engineering university by Sh. Esenov,
Republic of Kazakhstan, Aktau*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены исследования на образцах кремния, легированных бором. Во всех исследуемых кристаллах кремния нам удалось наблюдать, кроме насыщения, и отрицательное магнетосопротивление. Отрицательное магнетосопротивление особенно отчетливо выражено, вдоль оси $J \parallel H \parallel [110]$. Этот результат хорошо согласуется с литературными данными. Гальваномагнитные явления в кремнии p-типа для разных кристаллографических направлений отличаются от аналогичных явлений в германии p-типа.

ABSTRACT

The paper discusses research on silicon samples doped with boron. In all the investigated crystals of silicon, we managed to observe, except saturation, and negative magnetoresistance. Negative magnetoresistance especially clearly expressed, along the axis $J \parallel H \parallel [110]$. This result is in good agreement with literature data. Galvanomagnetic effects in p-type silicon for different crystallographic directions differ from similar phenomena in p-type germanium.

Ключевые слова: магнетосопротивление; кремний; кристаллографические оси.

Keywords: magnetoresistance; silicon; crystallographic axis.

Исследования проводились на образцах кремния, легированных бором с удельными сопротивлениями $\rho_{300K} = 2200 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, $\rho_{300K} = 300 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, $\rho_{300K} = 70 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, $\rho_{300K} = 40 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, $\rho_{300K} = 10 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ в магнитных полях напряженностью до 360 кЭ в интервале температур 120—230 °С. Исследуемые образцы были

изготовлены в виде прямоугольной пластинки с размерами $\frac{\ell}{d} > 9$

(где ℓ, d — длина и ширина образца). Ориентировку образцов вдоль кристаллографических осей [111], [110], [001] осей [111], [110], [001] осуществляли с помощью рентгеновской аппаратуры ДРОН-3. Образцы были снабжены токовыми и потенциальными контактами, токовые контакты покрывали всю торцевую поверхность образца, а потенциальные контакты были точечными. Ток и магнитное поле были направлены вдоль осей [111], [110], [001], то есть когда $J \parallel H \parallel [111]$, $J \parallel H \parallel [110]$, $J \parallel H \parallel [001]$.

Отметим, что наблюдается полное насыщение магнетосопротивления в области сильных магнитных полей (свыше 100 кЭ)

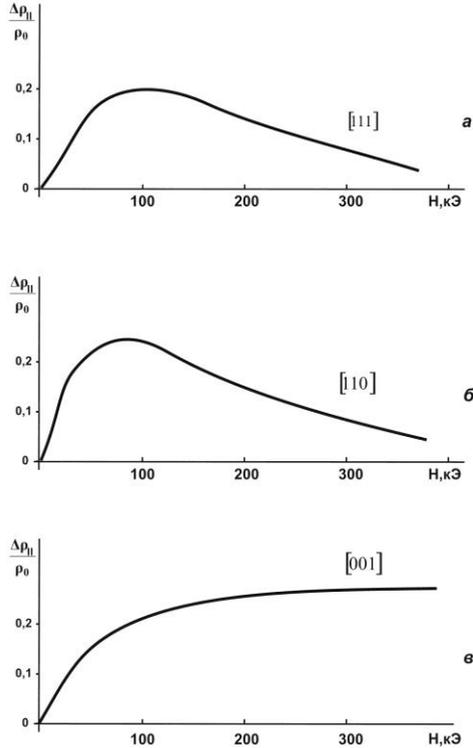
во всех кристаллографических направлениях (рисунки 1—3) при $T=77,4$ К. Кроме того, наблюдается анизотропия продольного магнетосопротивления вдоль всех трех кристаллографических осей в кремнии р-типа. Причем, анизотропия участка насыщения

продольного магнетосопротивления на зависимости $\frac{\Delta\rho_{11}(H)}{\rho}$ наименее выражена для образцов кремнии р-типа с удельным сопротивлением $\rho_{300K} = 700 \text{ Ом} \cdot \text{см}$.

Согласно классической теории в сильных магнитных полях магнетосопротивление должно насыщаться. Действительно, когда подвижность носителей (μ) в полупроводнике связана с напряженностью магнитного поля (H) и скорость света – (c) выражением вида:

$$\mu \frac{H}{c} \approx 4$$

наблюдается полное насыщение продольного магнетосопротивления (в случаях $J \parallel H \parallel [111]$, $J \parallel H \parallel [110]$, $J \parallel H \parallel [001]$ независимо от температуры, кристаллографического направления и концентрации носителей тока).

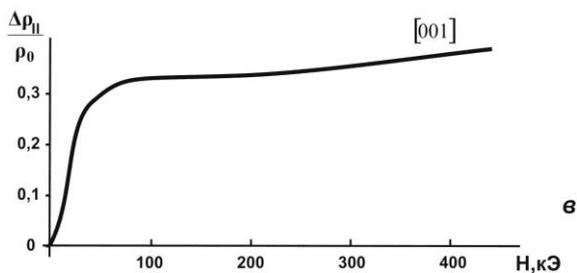
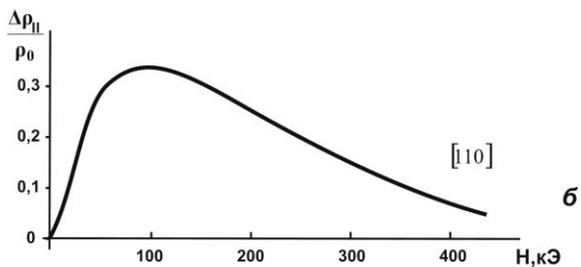
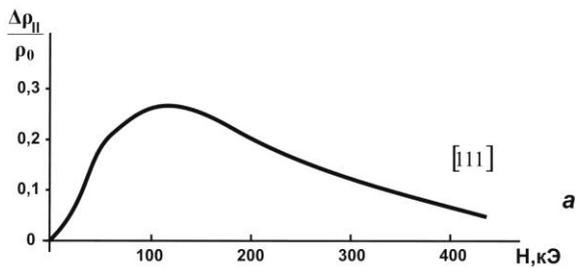


$$\rho_{300K} = 700 \text{ Ом} \cdot \text{см} \quad T = 77,4 \text{ K}$$

Рисунок 1. Зависимость магнетосопротивления от напряженности магнитного поля кремния р-типа

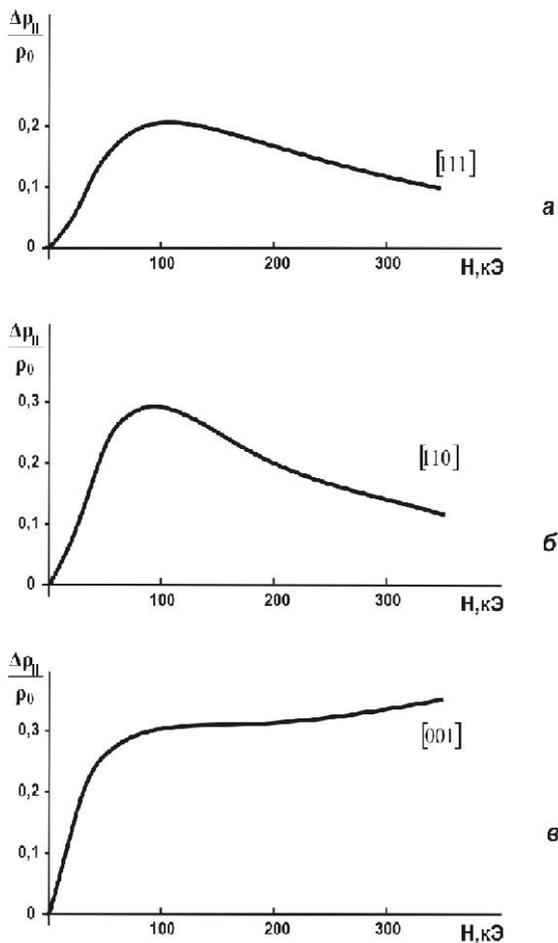
Отрицательное магнетосопротивление наблюдается во всех кристаллах с концентрацией носителей тока меньше 10^{15} см^{-3} и в температурном интервале ниже 200 К. На рисунках 1 и 2 представлены результаты эксперимента, полученные измерением продольного магнетосопротивления на кристаллах кремния р-типа, легированных бором, с удельными сопротивлениями $\rho_{300K} = 700 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ и $\rho_{300K} = 22000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, соответственно.

Как видим, отрицательное магнетосопротивление ярко выражено в обоих образцах, в случае когда концентрация носителей тока мала и велика.



$$\rho_{300K} = 2200 \text{ Ом} \cdot \text{см}, \quad T = 77,4 \text{ K}.$$

Рисунок 2. Зависимость магнетосопротивления от напряженности магнитного поля кремния р-типа



$$\rho_{300K} = 300 \text{ Ом} \cdot \text{см}, \quad T = 77,4 \text{ K}$$

Рисунок 3 Зависимость магнетосопротивления от напряженности магнитного поля кремния р-типа

Отрицательное магнетосопротивление особенно отчетливо выражено, вдоль оси $J \parallel H \parallel [110]$. Этот результат хорошо согласуется с литературными данными, т.е. именно в направлении $[110]$ отклонение от сферического закона дисперсии становится существенным даже при энергиях в несколько мили электрон-вольт. А при больших

энергиях изоэнергетическая поверхность подзоны тяжелых дырок в данном направлении вспучивается.

Во всех исследуемых кристаллах кремния (рисунки 1—3) нам удалось наблюдать кроме насыщения и отрицательное магнетосопротивление в случаях, когда выполняется условие $J \parallel H \parallel [111]$ и $J \parallel H \parallel [110]$, обусловленное не параболичностью валентной зоны [1], но не наблюдается в случае $J \parallel H \parallel [001]$.

Вследствие не параболичности подзоны тяжелых дырок эффективная масса электропроводности возрастает с температурой, так как в результате увеличения средней тепловой энергии дырки занимают те уровни в подзоне, где не параболичность больше. Некоторые авторы предположили, что не параболичность зоны может привести к появлению отрицательного дифференциального сопротивления. Однако, это явление в кремнии р-типа не наблюдалось до наших работ. Экспериментальные результаты, полученные нами на кристаллах кремния р-типа измерением продольного магнетосопротивления по кристаллографическим направлениям [111], [110] и [001] показали, что анизотропия магнетосопротивления свидетельствует в пользу не параболического закона дисперсии в подзоне тяжелых дырок.

Как видно из рисунков 1—3 в сильных магнитных полях магнетосопротивление насыщается. Полное насыщение магнетосопротивления наблюдалось и на более низкоомных кристаллах кремния р - типа. Однако, в отличие от низкоомных, на высокоомных кристаллах наблюдается некоторый спад магнетосопротивления после насыщения для кристаллографических направлений [110] и [111], тогда как для направления [001] такой спад отсутствует, а наоборот наблюдается некоторый подъем.

Очевидно, такое поведение магнетосопротивления является характерной особенностью данного кристаллографического направления [001]. Например, продольное магнетосопротивление германия р-типа не насыщается в направлении [001]. Такие результаты на кремнии р-типа нами опубликованы еще раньше, чем в [2]. Поэтому результаты работы [3] являются как бы подтверждением наших экспериментальных исследований [2].

Гальваномагнитные явления в кремнии р-типа для разных кристаллографических направлений отличаются от аналогичных явлений в германии р-типа. Это объясняется тем, что энергия отщепленной валентной подзоны в кремнии составляет всего 0,04 эВ (в германии — 0,28 эВ), что и приводит к не параболическому закону дисперсии в подзонах тяжелых и легких дырок. Не параболичность

в направлении [110] становится существенной при энергиях в несколько миди электрон-вольт, а при больших энергиях изоэнергетическая поверхность подзоны тяжелых дырок в данном направлении вспучивается [1].

Список литературы:

1. Бахадырханов М.К., Сатаров О.Э., Илиев Х.М., Аюпов К.С., Туэрди Умайер. Отрицательное магнетосопротивление в кремнии, легированном бором, марганцем, стимулированное электрическим полем и светом. // ФТП. — 2005. — Т. 39. — В. 7. — С. 823—825.
2. Оразгулыев Б., Таймуратова Л.У. Влияние одноосного давления на продольное магнетосопротивление кремния р-типа // Доклады НАН РК. г. Алматы. — 2007 г. — № 6. — С. 28—35.
3. Цидильковский И.М. Электроны и дырки в полупроводниках. М.:«Наука», 1972. — 640 с.

СЕКЦИЯ 4.

БИОЛОГИЯ

4.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ КАК ИНДУКТОРОВ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Сивцова Алла Марсовна

*канд. биол. наук, доцент
филиала Тюменского государственного университета,
РФ, г. Тобольск
E-mail: allunya@yandex.ru*

Карасёв Сергей Георгиевич

*канд. биол. наук, доцент
филиала Тюменского государственного университета,
РФ, г. Тобольск
E-mail: sergeyk1024@yandex.ru*

Аминова Айнинур Ризаитдиновна

*канд. с.-х. наук, доцент
филиала Тюменского государственного университета,
РФ, г. Тобольск
E-mail: allunya@yandex.ru*

APPLICATION OF BIOREGULATORS AS INDUCERS OF STRESS TOLERANCE IN POTATO PRODUCTION

Alla Sivtsova

*candidate of biological sciences, associate professor
of Tyumen state University,
Russia, Tobolsk*

Sergey Karasev

*candidate of biological sciences, associate professor
of Tyumen state University,
Russia, Tobolsk*

Ayninur Aminova

*candidate of agricultural sciences associate professor
of Tyumen state University,
Russia, Tobolsk*

АННОТАЦИЯ

В таёжной зоне Тюменской области климатические условия не стабильны, что сказывается на росте и урожайности картофеля. Циркон способен усиливать адаптацию растений к неблагоприятным факторам. Применение Циркона на разных фенологических фазах обработки картофеля повышает урожайность, снижает заболеваемость картофеля. Показано, что в условиях снижения гидротермического коэффициента препарат действует как индуктор стрессоустойчивости.

ABSTRACT

In the taiga zone of the Tyumen Region environmental conditions are not stable having an impact on growth and potato yield productivity. Zircon is able to intensify adaptation of plants to adverse factors. The use of zircon raises yield productivity and reduces potato morbidity during different phenological stages. It is shown that under conditions of hydrothermal index lowering the agent acts as the inductor of stress resistance.

Ключевые слова: Циркон; стрессоустойчивость; картофель; Фитофтороз.

Keywords: zircon; stress resistance; potato; foot rot.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов и, прежде всего от погодных условий. В последние годы во многих регионах России из-за не стабильности агроклиматических

условий наблюдается снижение урожайности ряда сельскохозяйственных культур.

Применение фиторегуляторов как элементов технологии позволяет регулировать физиологические процессы растительного организма [6]. Современные регуляторы роста обладают широким спектром действия, могут целенаправленно индуцировать усиление устойчивости и, как следствие, повышать продуктивность растений. К числу таких биорегуляторов относится препарат Циркон, действующее вещество которого представлено гидроксикоричными кислотами. Согласно имеющимся в литературе данным [2], фенольные соединения, входящие в состав Циркона, проявляют свойства стрессовых метаболитов и участвуют в адаптации растений к неблагоприятным условиям среды. Циркон в растениях выполняет функции регулятора роста [5], стимулирует возникновение защитных гистогенных реакций пораженной ткани, снижает повреждающее действие инфекции [3], усиливает развитие листового аппарата, повышает товарность плодов и урожайность [4].

Целью работы явилось изучение действия Циркона на разных фенологических фазах обработки в условиях таёжной зоны.

Опыт осуществлялся на агробиостанции филиала Тюменского государственного университета в период с 2009 по 2011 гг. Агробиостанция расположена в Тобольском районе Тюменской области, в таёжной зоне. Климат характеризуется как умеренно теплый, хорошо увлажненный. Сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 1700—1800 $^{\circ}\text{C}$. Гидротермический коэффициент равен 1,3—1,4. Средняя многолетняя годовая сумма осадков составляет 465—470 мм, а за период с устойчивой средней суточной температурой воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ осадков выпадает 250—255 мм. Сумма осадков и гидротермический коэффициент характеризуют достаточную влагообеспеченность сельскохозяйственных растений в период их активной вегетации. Однако следует отметить, что в последние годы климат в регионе изменился. Период вегетации (июнь-август) стал более теплым и менее дождливым, а гидротермический коэффициент понизился [1]. Наблюдения за климатическими условиям показали, что в период вегетации гидротермический коэффициент значительно отличался от среднемноголетних значений (0,96 против 1,44). Особенно низкая влагообеспеченность была в июле (19,7 мм), тогда как среднемноголетние значения составляют 75 мм.

В качестве объекта исследования был выбран раннеспелый картофель сорта Жуковский ранний. Картофель высаживали по схеме

70×25 см. Размер делянок — 5 м², повторность трехкратная. Предшественник — яровая пшеница. При проведении опытов соблюдали общепринятую технологию выращивания. Почва участка — дерново-слабоподзолистая, окультуренная. Глубина пахотного слоя 25—30 см. Гранулометрический состав — глинистый, кислотность почвы рН=5,5 (слабокислая). Содержание элементов питания определялось по методикам [7]. Почва участка содержит нитратного азота 19,5—28,2 мг/кг (среднее), подвижного фосфора — 415 мг/кг (повышенное), обменного калия — 430 мг/кг (повышенное), органического вещества — 3,6 % (низкое). Сумма поглощенных оснований — средняя.

Опыт включал 4 варианта: предпосевная обработка клубней раствором Циркона, опрыскивание растений Цирконом в фазу всходов, опрыскивание растений препаратом в фазу бутонизации. Контрольные растения опрыскивали водой.

Как показали исследования, предпосадочная обработка клубней препаратом оказалась более эффективной — прибавка к урожаю составила 29,9 % по сравнению с контролем. Препарат стимулировал пробуждение покоящихся почек, в результате чего увеличилось число ростков на клубне. Обработка Цирконом вызвала активизацию ростовых процессов в клубне в начале развития растений, ускорила появление всходов, наступление последующих фаз, увеличила число стеблей в кусте в 1,2 раза. Опрыскивание растений препаратом в фазу всходов, также стимулировало их более активный рост и развитие, что отразилось на ростовых процессах и урожайности (прибавка составила 25,9 % относительно контроля). Наименьший эффект наблюдался при опрыскивании растений в фазу бутонизации — урожайность была выше контроля на 17,9 %. На наш взгляд, это связано с тем, что в фазу бутонизации подходило к завершению формирование стеблей в кусте и, частично, развитие надземной вегетативной массы растения, поэтому физиологическое проявление действия биорегулятора проявилась не в полном объеме.

Наиболее распространенной болезнью картофеля по югу Тюменской области является Фитофтороз. При этом поражаются различные сорта картофеля по листьям практически ежегодно, а клубни инфицируются только в годы с интенсивным увлажнением. Как отмечалось выше, Циркон способен тормозить развитие грибных и бактериальных заболеваний растений. Наши исследования показали, что в контрольном варианте заболеваемость Фитофторозом составила 35 %, а в вариантах с Цирконом ограничилась до 10—20 % в зависимости от сроков обработки.

Таким образом, проведенные исследования показали, что препарат в зависимости от сроков обработки усиливает рост вегетативной массы, увеличивает количество и массу клубней у растений и снижает поражение их Фитофторой. Очевидно, что Циркон активизирует адаптационные возможности растительного организма, проявляет опосредованную антиинфекционную активность.

Список литературы:

1. Аминова А.Р. Урожайность и качественные характеристики сортов картофеля в условиях Северного Зауралья: Автореф. дис. канд. с/х наук. Тюмень, 2006. — 17 с.
2. Вакулин К.Н. Мобилизация биологически адаптивного потенциала некоторых лекарственных культур при комплексном применении регуляторов роста и пестицидов: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2008. — 27 с.
3. Малеванная Н.Н. Препарат циркон — иммуномодулятор нового типа // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции. М., 2004. — С. 17—20.
4. Полякова Е.В. Элементы биологизированной технологии возделывания томата в условиях дельты Волги: Автореф. дис. канд. с/х наук. — Астрахань, 2009. — 21 с.
5. Прусакова Л.Д., Чижикова С.И. Применение брассиностероидов в экстремальных условиях //Агрохимия. — 2005. — № 7. — С. 87—94.
6. Сивцова А.М. Роль фитогормонов в реакции растений на уровень минерального питания: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1993. — 23 с.
7. Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. — 512 с.

4.2. БИОХИМИЯ

РОЛЬ ЭНДОГЕННОЙ ФОСФОЛИПАЗЫ Д В ПРЕВРАЩЕНИЯХ ФОСФОЛИПИДОВ ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Абдуллаева Муборак Махмусовна

*канд. биол. наук, профессор кафедры биохимии,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.*

Игамназаров Равшан Патхиллаевич

*канд. биол. наук, доцент кафедры биохимии,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.*

Рахмонова Нодира Бахромовна

*магистр кафедры биохимии, Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: nodira.rahmonova.92@mail.ru*

THE ROLE OF ENDOGENETIC PHOSPHOLIPASE D IN PHOSPHOLIPIDE TRANSFORMATION IN THE PROCESS OF CORN SEED SPROUTING

Muborak Abdullaeva

*candidate of Biological Sciences, Professor
of Biochemistry Chair, National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Ravshan Igamnazarov

*candidate of Biological Sciences, Associate professor
of Biochemistry Chair, National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Nadira Rahmonova

*master of Biochemistry Chair, National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В работе исследовалась роль эндогенной фосфолипазы Д в превращениях фосфолипидов при прорастании семян пшеницы и их динамика. Результаты исследования показали, что основными фосфолипидами пшеницы являются фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилинозит, фосфатидная кислота. Индивидуальные фосфолипиды семян при прорастании под влиянием собственной фосфолипазы Д изменяются разнонаправлено.

ABSTRACT

In the article the role of endogenetic phospholipase D in phospholipide transformation in the process of corn seed sprouting and its dynamics is under analysis. Research results show that basic corn phospholipids are phosphatidylcholine, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidylinositols and phosphatidic acid. Individual seed phospholipids change differently directed in the process of sprouting under the influence of own phospholipase D.

Ключевые слова: фосфолипиды; фосфолипаза Д.

Keywords: phospholipids; phospholipase D.

Фосфолипиды (ФЛ) играют важную роль в различных биохимических процессах, например, в фосфорном обмене. Количественное и качественное исследования ФЛ в периоды прорастания семян позволяют судить о роли этих соединений в развитии растения. Для некоторых растений (хлопчатник, морковь, капуста, соя, арахис) фосфолипидный состав и его функция в общем фосфорном обмене изучены детально [1, с. 28; 2, с. 4; 3, с. 5], другие, например, пшеница, в этом отношении практически не исследованы.

Целью нашей работы было изучение динамики основных фосфолипидов семян пшеницы при прорастании. Особое внимание в связи с недавними публикациями о ее каталитической и регуляторной ролях в этих процессах [4, с. 419—422; 5, с. 109—110] было уделено фосфолипазе Д. В период проращивания семян, в течение 9 дней (по нечетным дням) отбирали пробы с целью определения методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [1, с. 29] структуры и количества фосфолипидов.

В результате исследований было установлено, что основными фосфолипидами пшеницы являются фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилинозит и фосфатидная кислота. Отмечены и структурные изменения в фосфолипидах. Результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Содержание основных фосфолипидов в семенах пшеницы
в период прорастания**

Дни прорастания	Фосфолипиды, %			
	ФИ	ФХ	ФЭА	ФК
1	38,8±1,09	21,8±0,56	38,8±1,1	1,8±0,05
3	41,3±1,1	23,7±0,62	32,2±1,09	3,4±0,1
5	48,4±1,35	18,7±0,5	28,1±0,6	4,6±0,12
7	51,5±1,33	16,6±0,4	24,2±0,6	7,5±0,2
9	54,4±1,42	11,7±0,3	21,2±0,58	13,2±0,3

Примечание: ФЛ — фосфолипиды; ФИ — фосфатидилинозит; ФХ — фосфотидилхолин; ФЭА — фосфотидилэтаноламин; ФК — фосфатидная кислота

Как показано в табл. 1, содержание фосфатидилинозита с 1 по 9 дни прорастания семян увеличивается, фосфатидилхолина — в первые дни увеличивается, достигая максимума на 3-й день и в дальнейшем — снижается. Содержание фосфатидилэтанолamina снижалось с первого дня прорастания, а фосфатидной кислоты — продукта гидролитического действия фосфолипазы Д — увеличивалось, достигая наивысшего значения (в 8 раз больше, чем в 1-й) на 9-й день. Следовательно, в период прорастания семян пшеницы количественное содержание фосфолипидов изменяется, т.к. в этот период протекают реакции гидролиза и обмена фосфолипидов.

Известно, что наряду с гидролитической, фосфолипаза Д — обладает и трансалкилирующей функцией [2, с. 5—6; 4, с. 423—424; 6, с. 500]; последняя достаточно подробно изучена на примере хлопчатника [1, с. 29; 2, с. 7; 3, с. 8], а для пшеницы работы такого плана не проводились. Мы исследовали влияние эндогенной фосфолипазы Д семян пшеницы на содержание основных фосфолипидов в процессе прорастания. Полученные результаты суммированы в таблице 2.

Таблица 2.

**Влияние эндогенной фосфолипазы Д на динамику фосфолипидов
в семенах пшеницы при прорастании**

Время Прорастания, сутки	ВРЕМЯ инкубации мин.	Фосфолипиды %			
		ФИ	ФХ	ФЭА	ФК
1	0	38,80±1,097	21,5±0,5	38,4±1,09	1,8±0,01
	15	39,9±1,1	19,4±0,4	26,3±0,6	1,9±0,01
	60	49,6±1,4	18,7±0,4	16,6±0,4	2,4±0,05
	120	12,4±0,2	3,7±0,01	5,4±0,14	5,9±0,17
3	0	41,3±1,1	23,7±0,5	32,8±1,1	3,4±0,01
	15	49,1±1,4	17,7±0,4	26,5±0,6	15,3±0,3
	60	52,7±1,6	12,3±0,5	23,3±0,5	21,4±0,5
	120	23,8±0,5	4,7±0,11	16,9±0,4	28,8±0,6
5	0	48,4±1,4	18,4±0,4	28,1±0,6	4,6±0,1
	15	49,1±1,4	16,1±0,3	15,2±0,3	13,9±0,2
	60	56,0±1,8	14,7±0,3	12,2±0,2	20,1±0,4
	120	25,4±0,6	6,5±0,17	7,9±0,21	28,9±0,6
7	0	51,4±1,6	16,1±0,3	24,8±0,6	7,5±0,1
	15	54,8±1,7	13,2±0,3	21,9±0,4	10,5±0,1
	60	55,7±1,6	12,1±0,3	12,9±0,3	18,6±0,4
	120	27,4±0,6	8,2±0,2	8,8±0,21	19,9±0,3
9	0	54,9±1,7	11,5±0,1	21,4±0,4	13,±0,2
	15	56,6±1,8	10,3±0,1	19,6±0,4	16,0±0,3
	60	59,9±1,8	8,8±0,2	16,7±0,4	18,8±0,4
	120	33,3±1,0	6,1±0,2	13,9±0,52	24,8±0,5

Примечание: ФЛ — фосфолипиды; ФИ — фосфатидилинозит; ФХ — фосфотидилхолин; ФЭА — фосфотидилэтанолламин; ФК — фосфатидная кислота

Индивидуальные фосфолипиды семян при прорастании под влиянием собственной фосфолипазы Д изменяются разнонаправленно (табл. 2). Так, количество ФИ к 60 мин инкубации увеличивается в 1,2 раза, а к 120 — уменьшается. В дни прорастания семян (табл. 1) содержание этого компонента увеличивается. В отличие от него концентрация фосфатидилхолина и с увеличением сроков прорастания и инкубации уменьшаются; аналогична и динамика в эти сроки фосфатидилэтанолламина. По мере увеличения дней прорастания наблюдали увеличение содержания фосфатидилинозита, тогда как фосфатидилхолин увеличивался количественно на 3-й день и в последующие дни — снижался (в 2 раза по сравнению с 1-вым

днем). Что касается продукта гидролиза — фосфатидной кислоты, то содержание этого фосфолипида возрастает как с увеличением дней прорастания, так и с увеличением времени инкубации.

Изменение содержания отдельных фосфолипидов в сторону их уменьшения или увеличения, свидетельствует о происходящих обменных реакциях в этих соединениях. Возрастание содержания фосфатидной кислоты свидетельствует о том, что фосфолипиды семян подвергаются гидролизу. Именно эти реакции протекают при участии фосфолипазы Д.

Исходя из изложенного, можно сделать следующий вывод, что в процессе прорастания семян и их развития содержание фосфолипидов изменяется, подвергаясь гидролитическим изменениям под влиянием фосфолипазы Д.

Список литературы:

1. Абдуллаева М.М. Влияние оксигумата на обмен фосфолипидов сои и арахиса при прорастании семян // Аграрная наука. — 2002. — № 6. — С. 28—30.
2. Абдуллаева М.М., Валиханов М.Н., Рахимов М.М. Изменение фосфолипидного состава семян хлопчатника при прорастании // Узбекский биол. журнал. — 1988. — № 3. — С. 4—7.
3. Абдуллаева М.М., Умарова М.М., Муллажонова М.М. Фосфолипиды хлопчатника в развитии растений // Вестник ТашГУ. — 1999. — № 2. — С. 3—8.
4. Chapman K.D. Phospholipase activity during plant growth and development and in response to environmental stress // Trends in Plant Sci. — 1998. — V. 3, — № 11. — P. 419—426.
5. Wang X. Multiple forms of phospholipase D in plants the gene family, catalytic and regulatory properties, and cellular functions.// Prog. Lipid. Res. — 2000. — № 39. — P. 109—149.
6. Wang X. Phospholipases // Lipid Metabolism in Plants. 1998. — PP. 499—520.

ТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ МЕДУЗЫ *GONIONEMUS VERTENS*

Синцова Оксана Владимировна

аспирант,
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Владивосток
E-mail: sintsova0@mail.ru

Козловский Сергей Антонович

студент, Дальневосточный Федеральный Университет,
РФ, г. Владивосток
E-mail: sergeimerx@gmail.ru

Пислягин Евгений Александрович

канд. биол. наук, мл. науч. сотр лаборатории биоиспытаний
и механизма действия биологически активных веществ,
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Владивосток
E-mail: pyslyagin@hotmail.com

Агафонова Ирина Григорьевна

канд. биол. наук, ст. науч. сотр лаборатории биоиспытаний
и механизма действия биологически активных веществ,
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Владивосток
E-mail: grigorievna@mail.ru

Монастырная Маргарита Михайловна

д-р хим. наук, в.н.с. лаборатории химии пептидов,
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Владивосток
E-mail: rita1950@mail.ru

Козловская Эмма Павловна

*д-р хим. наук, профессор,
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Владивосток
E-mail: kozempa@mail.ru*

TESTING OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE JELLYFISH *GONIONEMUS VERTENS* EXTRACTS

Oksana Sintsova

*PhD Student of G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Russia, Vladivostok*

Sergei Kozlovskiy

*student, Far Eastern Federal University,
Russia, Vladivostok*

Pislyagin Evgeny

*PhD, junior researcher
of Laboratory of Bioassays and Mechanism of action of Biologically Active
Substances, G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Russia, Vladivostok*

Agafonova Irina

*PhD, senior researcher,
of Laboratory of Bioassays and Mechanism of action of Biologically Active
Substances, G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Russia, Vladivostok*

Margarita Monastyrnaya

*doctor of Chemistry, leading research worker
of the laboratory of Peptide Chemistry, G.B. Elyakov Pacific Institute
of Bioorganic Chemistry, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Russia, Vladivostok*

Emma Kozlovskaya

*Doctor of Chemistry, Professor,
G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Russia, Vladivostok*

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-25-00037) и комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» 42П.

АННОТАЦИЯ

Для выявления фармакологического потенциала соединений, продуцируемых распространенной в прибрежных водах Японского моря ядовитой медузой *Gonionemus vertens*, приготовлены и протестированы водный, водно-этанольный и этанольный экстракты цельного организма. Показано, что медуза *G. vertens* является источником инсектотоксинов, метастатических и иммуностимулирующих соединений.

ABSTRACT

To identify potential pharmacological compounds produced by the widespread in the coastal waters of the Japan Sea poisonous jellyfish *G. vertens*, 3 extracts from whole body (water, water-ethanol and ethanol) was prepared and tested. It is shown that the jellyfish *G. vertens* is source of insectotoxins, metastatic and immunostimulatory compounds.

Ключевые слова: медуза; *Gonionemus vertens*; инсектотоксины; биологически активные вещества.

Keywords: jellyfish; *Gonionemus vertens*; insectotoxins; biologically active compounds.

Медузы относятся к типу Стрекающие, животных этого типа отличает наличие специализированных жалящих клеток — нематоцитов, содержащих в себе ядовитый секрет и предназначенных для его доставки. Известно, что медузы являются богатым источником биологически активных соединений, проявляющих цитолитическую, цитотоксическую, ферментативную активность, обладающих кардио- и нейротоксичностью [5; 7—9; 13; 19—23]. Однако содержащиеся в нем полипептиды недостаточно полно охарактеризованы: аминокислотные последовательности установлены лишь для единичных токсинов, более того, ничего не известно о строении кодирующих их

генов [11; 12]. Помимо ядовитых полипептидов в медузах обнаружены другие белковые компоненты, которые используют при лечении некоторых заболеваний или же в научных исследованиях. Так, например, из медузы *Aequorea victoria*, обитающей в Тихом океане, Атлантике и Средиземном море, выделен зеленый флуоресцентный белок (GFP), служащий важным маркером при идентификации экспрессии генов в клетке, а также применяющийся в молекулярной биологии [18]. Крупная медуза Желтого и Восточно-Китайского морей *Nemopilema nomurai* является источником гликопротеина из семейства муцинов, который рассматривают в качестве потенциального фармакологического агента для лечения остеоартритов [14; 16]. Показано, что гидролизованный коллаген медуз проявляет положительные фармакологические эффекты, такие как ингибирование активности ангиотензинпревращающего фермента [24] и подавление артериальной гипертензии [25]. Имеются данные о том, что сам по себе коллаген медуз обладает иммуностимулирующей активностью [15].

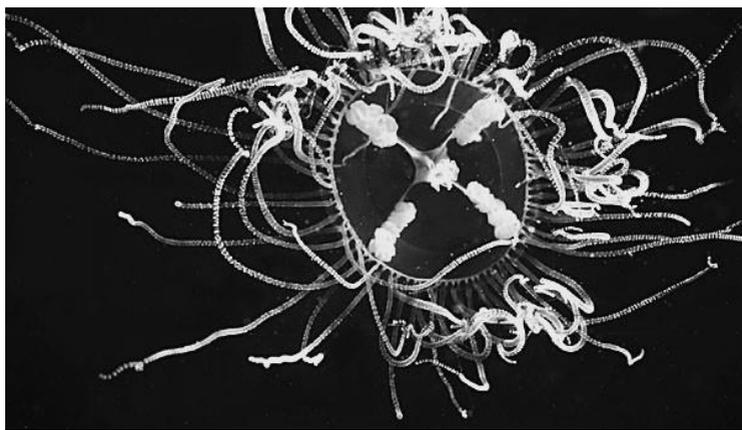


Рисунок 1. Медуза *Gonionemus vertens* [17]

Объектом нашего исследования является ядовитая гидромедуза *Gonionemus vertens*, так называемый «крестовик», обитающая в прибрежных водах северной части Тихого океана (от Китая до Калифорнии) [2, с. 43]. Размер колокола этой медузы достигает 25 мм в диаметре, по его краю расположено около 80 щупалец, содержащих ядовитый секрет. Медуза *G. vertens* обитает на небольших глубинах, во время полового размножения она близко подходит к берегу и представляет опасность для контактирующих с ней купаю-

щихся. Клиническая картина поражения «крестовиком» характеризуется резкой болью и сыпью в местах «ожога», наблюдается выраженное падение тонуса мышц конечностей, агония распространяется также и на дыхательную мускулатуру. По мере развития отравления у некоторых развивается временная слепота, глухота, помрачение сознания. Со стороны сердечно-сосудистой системы отмечается тахикардия и незначительное повышение артериального давления [1, с. 38—39]. Такие множественные токсические эффекты могут указывать на большое количество биологически активных веществ в составе яда данной медузы, которые, несомненно, представляют значительный интерес для исследования.

Для поиска белковых компонентов, продуцируемых *G. vertens*, использовали свежельвовленных цельных животных, из которых готовили водные, водно-этанольные и этанольные экстракты. Образцы животных были собраны во время I полевой экспедиции на Морской экспериментальной станции ТИБОХ ДВО РАН. Концентрацию белка в экстрактах определяли методом Лоури. Наличие в них соединений, обладающих биологической активностью, устанавливали с использованием следующих моделей: личинки мясной мухи *Caliphora sp.* — для обнаружения инсектотоксинов, спленциты мыши *Mus musculus* — острой токсичности, прибрежные крабы *Paralithodes sp.* — нейротоксичности, эритроциты мыши *M. musculus* — гемолитической, макрофаги мыши *M. musculus* — метастатической и яйцеклетки морского ежа *Strongylocentrotys intermedius* — эмбриотоксической активности. Для определения антибактериальной активности экстрактов медузы использовали пять видов бактерий: *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*. Трипсинингибирующую активность экстрактов определяли с помощью синтетического субстрата, *n*-нитроанилида *N*-бензоил-*D*, *L*-аргинина.

Поиск селективных инсектицидов биологического происхождения всегда актуален, и медузы могут быть источником таких соединений. В последние годы появились генетические данные, свидетельствующие в пользу более тесного родства насекомых и ракообразных [3; 4]. Так как морские беспозвоночные контактируют с ракообразными, то в них могут присутствовать соединения, проявляющие инсектотоксичность. Исследование токсичности на прибрежных крабах показало, что токсичны как водный, так и этанольный экстракты медузы, однако они различаются по характеру действия. Водный экстракт оказывает на организм-мишень мгновенное паралитическое действие, сопровождающееся судорогами, после чего в течение полутора часов краб

остается неподвижным, но по истечении этого времени начинает подавать признаки жизни. Данный экстракт активен как в концентрации 625 мкг/мл, так и при ее десятикратном снижении. Действие этанольного экстракта медузы начинает проявляться спустя 8 минут после его введения, первоначально потерей подвижности краба и последующей смертью. По отношению к личинкам мясной мухи наблюдается аналогичное действие: мгновенный паралич личинки и ее возвращение к нормальному состоянию спустя несколько часов при введении водного экстракта медузы в тех же концентрациях, и смерть при введении этанольного экстракта.

Тестирование водного, водно-этанольного и этанольного экстрактов медузы на наличие острой токсичности (на спленоцитах), эмбриотоксичности гемолитической, антимикробной, и трипсинингибирующей активности показало отрицательные результаты.

Однако интересными оказались результаты исследования изменения адгезии макрофагов. Согласно литературным [6] и полученным нами данным водный экстракт медузы может проявлять метастатическое действие, так как не является токсичным по отношению к клеткам крови, и изменение адгезии макрофагов не вызвано их гибелью. Водно-этанольный экстракт медузы обладает противоположным действием, он увеличивает адгезию макрофагов почти в два раза. Такой эффект указывает на возможность наличия иммуностимулирующего действия этого экстракта, что не удивительно, так как в литературных источниках имеются данные об иммуностимулирующем действии коллагена медуз [15].

Таблица 1.

Результаты тестирования биологической активности экстрактов медузы *G. vertens*.

Экстракт	[Белок], мкг/мл	Нейротоксичность, крабы	Токсичность, опарыши	Гемолитическая активность, эритроциты мыши	Острая токсичность, спленоциты	Адгезия макрофагов, %	Эмбриотоксичность, яйцеклетки и ежа
Водный	625	+	+	-	-	46,5	-
Водно-этанольный	620	-	-	-	-	174,1	-
Этанольный	628	+	+	-	-	131	-

В результате проделанной работы показано, что медуза *G. vertens* является источником метастатических и иммуностимулирующих соединений, а также инсекто- и нейротоксинов. Планируется идентифицировать природу этих соединений, установить структуру и механизм действия с целью дальнейшего создания на их основе цитопротекторов.

Список литературы:

1. Орлов Б.Н., Гелашвили Д.Б. Зоотоксикология (ядовитые животные и их яды): учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Биология». М.: Высш. шк., 1985. — 280 с.
2. Явнов С.В. Атлас кишечнорастных дальневосточных морей России под ред. В.И. Чучукало. Владивосток: Русский Остров, 2010. — 168 с.
3. Baurain D., Brinkmann H., Philippe H. Lack of resolution in the animal phylogeny: closely spaced cladogeneses or undetected systematic errors? // Mol. Biol. Evol. — 2007. — V. 24 (1), — P. 6—9.
4. Boore J.L., Lavrov D.V., Brown W.M. Gene translocation links insects and crustaceans // Nature. — 1998. — V. 392. — P. 667—668.
5. Burnett J.W., Calton G.J. Venomous pelagic coelenterates — chemistry, toxicology, immunology and treatment of their stings // Toxicon. — 1987. — V. 25. — P. 581—602.
6. Glinisky G.V. Anti-adhesion cancer therapy // Cancer and metastasis reviews. — 1998. — V. 17. — P. 177—185.
7. Helmholtz H. Selective toxin-lipid membrane interactions of natural, haemolytic scyphozoan toxins analyzed by surface plasmon resonance // Biochim. Biophys. Acta Biomembr. — 2010. — V. 1798. — P. 1944—1952.

8. Helmholz H., Johnston B.D., Ruhnau C., Prange A. Gill cell toxicity of northern boreal scyphomedusae *Cyanea capillata* and *Aurelia aurita* measured by an in vitro cell assay // *Hydrobiologia*. — 2010. — V. 645. — P. 223—234.
9. Helmholz H., Ruhnau C., Schütt C., Prange A. Comparative study on the cell toxicity and enzymatic activity of two northern scyphozoan species *Cyanea capillata* (L.) and *Cyanea lamarckii* (Peron & Leslieur) // *Toxicon*. — 2007. — V. 50. — P. 53—64.
10. Lassen S., Helmholz H., Ruhnau C., Prange A. A novel proteinaceous cytotoxin from the northern Scyphozoa *Cyanea capillata* (L.) with structural homology to cubozoan haemolysins // *Toxicon*. — 2011. — V. 57. — P. 721—729.
11. Lassen S., Wiebring A., Helmholz H., Ruhnau C., Prange A. Isolation of a Nav channel blocking polypeptide from *Cyanea capillata* medusae – A neurotoxin contained in fishing tentacle isorhizas // *Toxicon*. — 2012. — V. 59. — P. 610—616.
12. Long K.O., Burnett J.W. Isolation, characterization, and comparison of hemolytic peptides in nematocyst venoms of two species of jellyfish (*Chrysaora quinquecirrha* and *Cyanea capillata*) // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1989. — V. 94B. — P. 641—646.
13. Masuda A., Baba T., Dohmae N., Yamamura M., Wada H., Ushida K. Mucin (Qni mucin), a glycoprotein from jellyfish, and determination of its main chain structure // *J. Nat. Prod.* — 2007. — V. 70. — P. 1089—1092.
14. Morishige H., Sugahara T., Nishimoto S., Muranaka A., Ohno F., Shiraishi R., Doi M. Immunostimulatory effects of collagen from jellyfish in vivo // *Cytotechnology*. — 2011. — V. 63. — P. 481—492.
15. Ohta N., Sato M., Ushida K., Kokubo M., Baba T., Taniguchi K., Urai M., Kihira K., Mochida J. Jellyfish mucin may have potential disease-modifying effects on osteoarthritis // *BMC Biotechnol.* 2009. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.biomedcentral.com/sci-hub.org/1472-6750/9/98/> (дата обращения 15.10.2014).
16. Schuchert P. World Hydrozoa database. 2014. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.marinespecies.org/hydrozoa> (дата обращения 2.11.2014).
17. Shimomura O. Structure of the chromophore of *Aequorea* green fluorescent protein // *FEBS Lett.* — 1979. — V. 104. — P. 220—222.
18. Walker M.J.A. Cardiac actions of a toxin-containing material from jellyfish, *Cyanea capillata* // *Toxicon*. — 1977. — V. 15. — P. 15—27.
19. Walker M.J.A. Pharmacological and biochemical properties of a toxin containing material from jellyfish, *Cyanea capillata* // *Toxicon*. — 1977. — V. 15. — P. 3—14.
20. Walker M.J.A., Martinez T.T., Godin D.V. Investigations into cardiotoxicity of a toxin from nematocysts of jellyfish, *Cyanea capillata* // *Toxicon*. — 1977. — V. 15. — P. 339—346.

21. Xiao L., Liu G.S., Wang Q.Q., He Q., Liu S.H., Li Y., Zhang J., Zhang L.M. The lethality of tentacle-only extract from jellyfish *Cyanea capillata* is primarily attributed to cardiotoxicity in anaesthetized SD rats // *Toxicol.* — 2010. — V. 55. — P. 838—845.
22. Xiao L., Zhang J., Wang Q.Q., He Q.A., Liu S.H., Li Y., Zhang L.M. In vitro and in vivo haemolytic studies of tentacle-only extract from jellyfish *Cyanea capillata* // *Toxicol.* — 2010. — V. 24. — P. 1203—1207.
23. Zhuang Y., Sun L., Li B. Production of the angiotensin-converting enzyme (ACE)-inhibitory peptide from hydrolysates of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) collagen // *Food Bioprocess Technol.* — 2010. — V. 5. — P. 1622—1629.
24. Zhuang Y., Sun L., Zhang Y., Liu G. Antihypertensive effect of long-term oral administration of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) collagen peptides on renovascular hypertension // *Mar. Drugs.* — 2012. — V. 10. — P. 417—426.

4.3. БОТАНИКА

ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОКА РАСТЕНИЯ *ELODEA CANADENSIS* MICHX. В ТЕСТАХ С *DAPHNIA PULEX*

Анискина Мария Валерьевна

*канд. биол. наук, доцент кафедры экологии
Сыктывкарского государственного университета,
РФ, г. Сыктывкар
E-mail: m_aniskina@rambler.ru*

Вагонов Кирилл Андреевич

*педагог дополнительного образования
Коми Республиканского Эко-Биологического центра,
РФ, г. Сыктывкар*

THE EVALUATION OF ECOTOXICOLOGICAL PROPERTIES OF *ELODEA CANADENSIS* MICHX. SAP IN TESTED ON *DAPHNIA PULEX*

Maria Aniskina

*candidate of Science, Associate Professor,
Department of Ecology of Syktyvkar State University,
Russia, Syktyvkar*

Kirill Vagonov

*teacher of additional education,
Komi Republican Eco-Biological Center,
Russia, Syktyvkar*

АННОТАЦИЯ

Исследование посвящено изучению экотоксикологических свойств сока *Elodea canadensis* Michx. В качестве модельного организма была выбрана *Daphnia pulex*. В ходе исследования было обнаружено,

что сок *Elodea canadensis* оказывает токсическое действие на *Daphnia pulex*.

ABSTRACT

Study investigates the ecotoxicological properties of *Elodea canadensis* sap. *Daphnia pulex* Michx. has been chosen as a model organism. It was found that *Elodea canadensis* sap has a toxic effect on *Daphnia pulex*.

Ключевые слова: Экоотоксикология; элодея канадская; *Daphnia pulex*.

Keywords: Ecotoxicology; *Elodea canadensis* Michx; *Daphnia pulex*.

Elodea canadensis Michx. (элодея канадская) принадлежит к семейству Водокрасовых, и является одним из наиболее распространенных плюрезоональных водных растений, распространение которого прослеживается далеко за пределами естественного ареала. Растение неприхотливое и легко приспосабливается к различным условиям среды, являясь крайне мощным конкурентом в условиях водоемов умеренных широт [3]. Водоемы, имеющие практическую значимость для человека, так же подвержены разрастанию *E.canadensis*, что затрудняет проведение водно-мелиоративных работ, может являться причиной заморов рыбы, в том числе и промысловой. Во многих источниках литературы автором Золотницким Н.Ф. и многими другими, указывается на токсичность сока *E.canadensis*, без подтверждения данного факта, а именно то, что растение способно замедлять рост рыб и оказывать летальное действие на молодь, прячущуюся в зарослях [1; 2]. Учитывая проблему многих рыбоводных хозяйств при проведении водно-мелиоративных работ, куда непосредственно входит выкос растительности, возможно попадание различных концентраций сока растения *E.canadensis* в водную среду тем самым спровоцировав токсическое действие на обитающие там организмы. Для подтверждения или опровержения токсичности сока растения *E.canadensis* нами было проведено исследование, выявляющее экотоксикологические свойства сока *E.canadensis* на водные организмы.

Целью данной работы было изучение воздействия разных концентраций сока *Elodea canadensis* Michx. на модельный организм *Daphnia pulex*.

Daphnia pulex — вид ракообразных семейства дафнид. Тело *D. pulex* овальной формы, зеленого, желтого или красного цвета и мало

прозрачное [4]. Самки длиной от 3 до 4 мм, самцы — от 1 до 1,5 мм. Для самцов характерны длинные антенны и выделяющиеся крючки на первой паре ног. В голове имеется один крупный фасеточный глаз. *D. pulex* распространена в Европе, Америке и Австралии. Вид обитает в прудах и в прибрежной зоне больших водоёмов.

Модельный организм *D. pulex* был выбран в связи с его доступностью, легкостью в содержании и разведении. *D. pulex* была отловлена в стоячем водоеме озерного типа. Тем самым исходная культура легко была получена из природного водоёма. Оптимальная температура выращивания в лабораторных условиях 15—20 °С, реакция среды нейтральная рН 6,8—8, содержание кислорода — не менее 4—6 мг/л, окисляемость 14,8—26,2 мг О₂/л. В лабораторных условиях поддержание культуры *D. pulex* производилось на дрожжах, вносимых ежедневно в количестве 15—20 г на кубический метр культуры (15—20 мг/л).

Для дальнейшего проведения работы были выбраны 3 концентрации сока *E. canadensis* — 9 %, 23 %, 33 %. Концентрация сока получали путем вытяжки сока из растений и его смешивания в определенных пропорциях с водой. Повторность опыта с каждой концентрацией составляла 10 раз. В каждую пробу помещалось 20 особей *D. pulex* (т.е. в опытах с каждой концентрацией было задействовано 200 *D. pulex*). В чашку Петри помещалась полученная среда с определенной ранее концентрацией сока. После в среду выпускались модельные объекты. Производился подсчет времени смерти половины контрольной группы, т. е. 10 особей *D. pulex*, тем самым для каждой концентрации выявлялось LD₅₀.

По окончанию эксперимента нами был проведен анализ полученных данных, по результатам которых было вычислено среднее время смерти организмов половины контрольной группы (LD₅₀) в каждой среде с определенной концентрацией (рис. 1). Для концентрации 9 % LD₅₀ составило 32 минуты, для 23 % — 23 минуты, для 33 % — 15 минут. Отличия между контрольным вариантом и вариантами различных концентраций статистически достоверны по t-критерию Стьюдента ($P_0 \leq 0,05$).

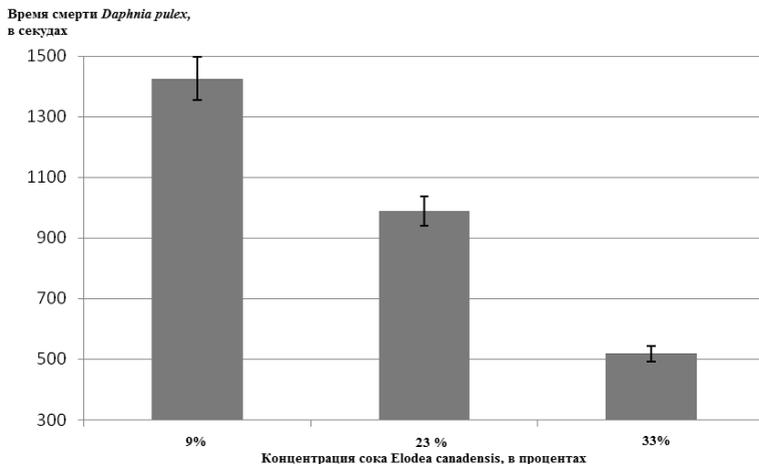


Рисунок 1. Зависимость времени смерти (LD50) *D. pulex* от концентрации сока *E. canadensis*

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать вывод, что сок *E. canadensis* имеет высокую токсичность для *D. pulex*, которая явно выражена через прямую зависимость между концентрацией сока и смертностью.

Список литературы:

1. Вагонов К.А. Оценка экотоксикологических свойств сока элодеи канадской в тестах на инфузории-туфельке // Научное издание. XIX Всероссийская молодежная научная конференция. Актуальные проблемы биологии и экологии, 2012. — 186—187 с.
2. Золотницкий Н.Ф. Аквариум любителя: М.: Terra, 1993. — 784 с.
3. Цвелев Н.Н. Семейство водокрасовые (Hydrocharitaceae). Жизнь растений: М.: Просвещение. 1982. — С. 17—24.
4. Peters P.H., De Bernardi R. *Daphnia* // Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 1987. — 502 с.

4.4. ЗООЛОГИЯ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Жуманов Муратбай Арепбаевич

*канд. биол. наук, ректор
Каракалпакского государственного университета имени Бердаха,
Узбекистан, г. Нукус
E-mail: m_jumanov@karsu.uz*

THE CONTEMPORARY STATE OF BIODIVERSITY OF MAMMALS OF DIFFERENT ECOSYSTEMS OF SOUTHERN ARAL SEA BASIN

Jumanov Muratbay

*candidate of Biological Sciences, Rector of Berdakh
Karakalpak State University,
Uzbekistan, Nukus*

АННОТАЦИЯ

Работа содержит результаты мониторинговых исследований эволюции и современного состояния биоразнообразия млекопитающих различных экосистем Южного Приаралья. На основе анализа имеющихся данных показана возможность сохранения биоразнообразия путем создания охраняемых природных территорий, проведения систематических работ, направленных на охрану существующих биоразнообразий от различных факторов.

ABSTRACT

The work consists of the results of monitoring researches of the evolution and contemporary state of biodiversity of mammals of different ecosystems of Southern Aral Sea basin. On the basis of the analysis of available data there is possibility of biodiversity conservation by creating protected natural territories carrying out the systematic works directed to the conservation of the existing biodiversities from different factors.

Ключевые слова: Южное Приаралье; экосистема; биоразнообразие; млекопитающие.

Keywords: Southern Aral Sea basin; ecosystem; biodiversity; mammals.

Значительная часть Южного Приаралья расположена на территории Республики Узбекистан, где придается большое значение изучению биоразнообразия и в 1995 году Республика была присоединена к МН конвенции «О биологическом разнообразии». Для выполнения взятых международных обязательств в 1998 году в Узбекистане была принята Национальная стратегия и план действий по сохранению биологического разнообразия, предусматривающий целый комплекс мер, направленных на поддержание существующего биоразнообразия и создание охраняемых природных территорий.

Конец XX века ознаменовался наступлением эпохи глобального экологического кризиса, связанный с быстрым ростом численности населения Земного шара, ростом потребления энергии и природных ресурсов, особенно воды, глобализацией экономики, социальным неравенством, загрязнением окружающей среды. Дальнейшее развитие такого кризиса приводит к углублению противоречий между возрастающими потребностями населения Земли и сокращающимися природными ресурсами. «Покорение природы», демографический рост, хозяйственная деятельность, не выверенная в экологическом аспекте, изменили характер взаимодействия человека и биосферы, создали глобальную экологическую проблему. Под воздействием научно-технического прогресса происходит непрерывное всевозрастающее сокращение биоразнообразия, опустынивание, ухудшение качества поверхностных вод суши, исчезновение с лица Земли целых экосистем, рост концентрации углекислого газа в атмосфере, истощение озонового слоя и т. д. Скорость техноэволюции происходит значительно выше, чем скорость биоэволюции. Если за 200 лет с 1600 г. по 1800 г. с лица Земли с помощью человека исчезло 33 вида и подвида млекопитающих, а с 1800 г. по 1900 г. еще столько же и так по нарастающей до наших дней исчезают многочисленные формы живой жизни. На форуме «Зеленых», состоявшемся 17 ноября 2004 г. в Бангкоке (Таиланд), прозвучал прогноз на ближайшие 50 лет, по которому на исчезновение обречены 12 тыс. видов животных и растений, что составляет более 30,0% существующих сегодня видов флоры и фауны Земли (www.spb.ru). В этой глобальной проблеме Южное Приаралье занимает особое место в первую очередь в связи усыханием Аральского моря. Поэтому мировое сообщество признало

необходимым переход к устойчивому развитию, основанному на сохранении окружающей среды и биологического разнообразия на принципах удовлетворения жизненных потребностей нынешнего поколения с условием сохранения подобных возможностей для будущего поколения.

Учитывая возросший интерес к изучению биоразнообразия в течение нескольких лет нами велись мониторинговые исследования за изменением видового состава и распределением млекопитающих в экосистемах пустыни Кызылкумов, Плато Устюрт, в дельте Амударьи и агроландшафтах в период Аральского экологического кризиса.

Экологический кризис, который стал заметным с 1960 г, связан с усыханием Аральского моря и затронул всю природную экосистему Южного Приаралья. Такая ситуация привела к деградации окружающей среды, нарушению равновесия живой природы, трансформации ландшафтов, изменению климата, эрозии почвы, опустыниванию, сокращению ареалов и численности некоторых видов наземных позвоночных животных, ухудшению их местообитания, нарушению многолетней динамики численности, фенологии и плодовитости размножения, а также к ослаблению генофонда, снижению плодовитости, сокращению биоразнообразия млекопитающих в экосистемах Пустыни Кызылкумов, Плато Устюрт, агроландшафтов и лесов дельты Амударьи.

Особое внимание обращает на себя ослабление уязвимого состояния биоразнообразия млекопитающих в разных экосистемах Южного Приаралья. (таблица 1.)

Таблица 1.

Современное состояние биоразнообразия млекопитающих в различных регионах Республики Каракалпакстан

№	Название вида	Кызылкумы	Устюрт	Агроландшафт с оазисом
1	Еж ушастый (<i>Erinaceus auritus</i> G. 1770)	++	++	++
2	Еж длинноиглый (<i>Hemiochinus hypomelas</i> Br. 1886)	+	+	-
3	Малая белозубка (<i>Crocidura suaveolens</i> , 1811)	-	-	+
4	Пегий пугорак (<i>Diplomesodon pulchellum</i> L., 1823)	+	+	-
5	Большой подковонос (<i>Rhinolophus ferrumquinum</i> S., 1774)	+	+	+

№	Название вида	Кызылкумы	Устюрт	Агроландшафт с оазисом
6	Бухарский подковонос (Rh.bocharicus K.et Akimov, 1917)	+	-	+
7	Усатая ночница (Myotis mystaemus K., 1819)	+	+	+
8	Длиннопалая ночница (M.saraccinii B., 1837)	-	-	+
9	Серый ушан (Plecotus auritus L., 1758)	-	+	+
10	Гигантская вечерница (Nuxtalus lasiopterus schreber, 1780)	-	+	-
11	Рыжая вечерница (N.noctula S., 1774)	-	-	+
12	Нетопырь карлик (Vespertilio pipistrellus S., 1774)	+	+	+++
13	Средиземноморский нетопырь V. Kubbi D. Kuhli N 1817	-	-	+
14	Кожановидный нетопырь (P. Savii B., 1837)	-	+	+
15	Поздний кожан (V. Serotinus S., 1774)	+	+	+++
16	Кожан Огнева (Eptesicus bottae (Ognevi) Bobrinskyi, 1918)	+	-	++
17	Двухцветный кожан (V.murinus L., 1758)	+	+	+
18	Заяц-Толай (Lepus tolai P., 1778)	+++	+++	+++
19	Тонкопалый суслик (Spermophilopsis leptodactylus L., 1823)	++	-	+
20	Малый суслик (Citellus pygmaeus P., 1778)	-	++	-
21	Желтый суслик (C. fulvus L., 1823)	++	++	++
22	Индийский дикобраз (Hystrix indica Kerr, 1792)	-	+	-
23	Нутрия (Myocastor coypus M., 1782)	-	-	+
24	Большой тушканчик (Allactaga jaculus P., 1792)	-	++	-

№	Название вида	Кызылкумы	Устюрт	Агроландшафт с оазисом
25	Малый тушканчик (A. elator L., 1825)	++	+++	+
26	Тушканчик Северцова (A.Zsvertzovi V. 1925)	++	++	+
27	Тушканчик Бобринского (A.bobrinskii Kolesnikov, 1937)	+	-	+
28	Тушканчик Прыгун (A.saltator E.)	+	+	-
29	Тарбаганчик или земляной зайчик (Allactagulus pumilio Herr, 1792)	+	++	+
30	Толстохвостый приаральский тушканчик (Pugeretmus platyurus, 1803)	+	+	-
31	Карликовый тушканчик Гептнера (Salpingotus heptneri Vurebi Smir, 1969)	+	-	-
32	Гребнепалый тушканчик (Paradipus ctenodactylus V., 1929)	+	-	-
33	Мохноногий тушканчик (Dipus sagitta P., 1773)	++	-	+
34	Емуранчик (Scirtopoda telum L., 1823)	-	+	-
35	Туркменский тушканчик (jaculus turkmenicus Vinograd et Bondar, 1949)	+	-	-
36	Тушканчик Лихтенштейна (Eremodipus Lichtenstein, 1927)	++	-	-
37	Серый Хомячок (Cricetulus migratorius P., 1773)	+	+	+
38	Слепушонка обыкновенная (Ellobius talpinus P.)	+	++	+
39	Ондатра (Ondatra zibeticha L, 1766)	-	-	+
40	Закаспийская полевка (Microtus transcaspicus Satunin)	-	-	++
41	Гребенщикова песчанка (Meriones tamariscinus P., 1773)	+	+	+++

№	Название вида	Кызылкумы	Устюрт	Агроландшафт с оазисом
42	Краснохв. песчанка (<i>M. erythrourus</i> G., 1823)	+	++	+
43	Полуден. песчанка (<i>M. Meridianus</i> P., 1773)	+++	+	++
44	Большая песчанка (<i>Rhombomys opimus</i> L., 1823)	+++	+++	-
45	Домовая мышь (<i>Mus musculus</i> L., 1758)	+	+	+++
46	Пластинчатозубая крыса (<i>Nesokia indica</i> Gray, 1830)	-	-	+++
47	Шакал (<i>Canis aureus</i> L., 1758)	+	-	+++
48	Волк (<i>Canis lupus</i> L., 1758)	++	++	++
49	Корсак (<i>Vulpes corsac</i> L., 1758)	++	++	+
50	Лисица караганка (<i>Vulpes vulpes</i> L., 1758)	+++	+++	+++
51	Степной хорек (<i>Mustella evermanni</i> L., 1827)	+	++	++
52	Ласка (<i>M. nivalis</i> L., 1766)	++	++	++
53	Горностай (<i>M. eriminea</i> , Linn., 1758)	-	+	-
54	Перевязка (<i>Vormela peregusna</i> G., 1770)	++	++	++
55	Медоед (<i>Mellivora indica</i> K., 1776)	-	+	-
56	Барсук (<i>Meles meles</i> L., 1758)	-	-	+++
57	Кошка камышовая (<i>Felis chaus</i> G., 1776)	-	-	++
58	Кошка степная (<i>F. lybica</i> F., 1780)	++	++	+
59	Кот барханный (<i>F. margarita</i> L., 1858)	++	+	-
60	Манул (<i>F. Manul</i> P., 1776)	+	+	+
61	Каракал (<i>F. caracal</i> S., 1776)	-	+	-
62	Тигр Туранский (<i>Panthera tigris ssp. virgata</i> , 1815)	-	-	+
63	Гепард (<i>Acinonix jubatus</i> S., 1776)	+	+	-
64	Дикий кабан (<i>Sus scorfa</i> L., 1758)	+	-	+++
65	Бухарский олень (<i>Cervus elaphus bactrianus</i> L., 1900)	-	-	+

№	Название вида	Кызылкумы	Устюрт	Агроландшафт с оазисом
66	Устюртский баран (<i>Ovis vignal arkal Eversmann, 1850</i>)	+	-	+
67	Кызылкумский баран (<i>O. ommon Severtzovi Nasonov, 1914</i>)	+	-	-
68	Сайгак (<i>Saiga tatarika L., 1758</i>)	+	+++	-
69	Джейран (<i>Gazella subgutturosa G., 1780</i>)	++	++	+
70	Кулан (<i>Equus hemionus P., 1775</i>)	-	+	-
		46	46	47
		(65,7%)	(65,7%)	(68,1%)

Примечание:

Многочисленный +++	4 (8,7 %)	4 (8,7 %)	8 (17,1 %)
Средний ++	16 (34,8 %)	16 (34,8 %)	12 (~ 25,5 %)
Редкий +	26 (56,5 %)	25 (56,5 %)	27 (57,4 %)

Сравнительный анализ фаунистического комплекса млекопитающих трех экосистем показывает сходный состав видового биоразнообразия между ними. В экосистеме Кызылума из 70 видов млекопитающих, распространенных на всей территории Республики Каракалпакстан, встречаются 46 видов (65,7 %), на плато Устюрт 46 видов (65,7 %), в Агроландшафте с оазисом более 47 видов (68,1 %). Среди них количество многочисленных видов в Кызылумах и на плато Устюрт насчитывает по 4 вида составляющих соответственно: 8,7 % и 8,7 %, в дельте с Агроландшафтом 8 видов (17,1 %). Количество видов средней численности в Кызылумах и на плато Устюрт находится с в пределах 16 видов, что соответствует 34,8 % и 34,8 %, в дельте с Агроландшафтом 12 (25,5 %). Количество малочисленных и редких видов составляет в Кызылумах 26 видов (56,5 %), на плато Устюрт 26 видов (56,5 %), в дельте с Агроландшафтом 27 видов (57,4 %). Приведенные материалы свидетельствует о малом количестве многочисленных и широко распространенных видов почти во всех экосистемах. Малочисленные и редкие виды преобладают и составляют более 50,0 % на всех экосистемах, что говорит о уязвимом состоянии биоразнообразия млекопитающих Южного Приаралья.

В настоящее время территория Устюрта подвергается наиболее сильному антропогенному воздействию особенно техногенному приведшему к деградации и уязвимому состоянию биоразнообразия.

За короткий исторический период здесь исчезли такие виды млекопитающих как азиатский гепард (*Acinonyx jubatis*) и кулан (*Equus hemionus*). На грани исчезновения находятся каракал (*Felis caracal*), джейран (*Gazella subgutturosa*), устюртский баран (*Ovis vignei arkal*) и сайгак (*Saiga tatarica*). К угрожаемым видам, внесенным в красную книгу Узбекистана (2006) и Красные списки МСОП, относятся длинноиглый еж (*Hemiochinus hypomelas*), медоед (*Mellivora capensis*), корсак (*Vulpes corsac*), каракал, джейран, Устюртский баран и сайгак, манул (*Felis manul*), дикобраз индийский (*Hystrix indica kerr.*), кошка степная (*F.lybica*) кот барханный (*F.margarita*) и т. д.

Кызылкумы сильно освоены в результате отгонного животноводства, строительства рельсовых и автомобильных дорог, сооружения крупного Южно-Каракалпакского Магистрального коллектора с доставкой промывных вод в Аральское море и скважин через каждые 20—30 км. Из этой экосистемы исчезли каракал, еж длинноиглый, манул, кошка степная, карликовый тушканчик гелтнера, баран Северцова, гепард. На грани исчезновения находятся редкие виды, как тушканчики Бобринского, туркменский и Лихтенштейна, корсак, джейран и сайгак, степная кошка, некоторые из которых внесены в Красную книгу Узбекистана.

Дельта Амударьи и Агроландшафт тоже сильно подвержены антропогенному фактору. В результате сокращения стоков вод Амударьи высыхает дельта, происходит деградация природы этой экосистемы. Погибли тростниковые заросли на огромной площади (более 500 тыс. га), сокращаются площади местообитаний многих гидрофильных и мезофильных видов млекопитающих. Более 60 лет тому назад исчез из этой экосистемы тигр туранский, манул, каракал, бухарский олень. На грани исчезновения или стал очень редким кабан дикий, камышовая кошка, малая белозубка, ондатра, нутрия, закаспийская полевка, степной хорек.

Основной угрозой для биоразнообразия на всех экосистемах является сокращение и дробление местообитаний и снижение их продуктивности, которые находятся под контролем изменения климатических условий в различные периоды и годы.

СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИБИРСКОЙ СТЕРЛЯДИ НА ТОБОЛЬСКО-УВАТСКОМ УЧАСТКЕ РЕКИ ИРТЫШ

Третьякова Татьяна Владиленовна

*канд. биол. наук, доцент кафедры биологии,
экологии и методики преподавания естествознания, филиал
«Тюменского государственного университета», в городе Тобольске,
РФ, г. Тобольск
E- mail: Tretyakowa_tw@mail.ru*

SEASONAL DISTRIBUTION OF THE SIBERIAN STERLET ON TOBOLSK-UVAT AREA OF THE IRTYSH RIVER

Tatiana Tretiyakova

*cand. of Biol. Sci., Assistant Professor ,
Department of biology, ecology and methods of teaching natural science
Branch of the Tyumenskiy State University in Tobolsk,
Russia, Tobolsk*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены материалы по тобольско-увацкому стаду сибирской стерляди, обитающей на участке реки Иртыша от 716 до 306 км от устья. Анализируется результативность ее лова на путях миграций, которые совершаются в течение годового биологического цикла. Выявлены особенности распределения стерляди на участке реки Тобольского и Уватского районов. По динамике вылова молоди и взрослых рыб на разных участках обосновывается необходимость жестких мер охраны подвида.

ABSTRACT

The article presents materials on the Tobolsk-outcome flock of Siberian sterlet, living on the river Irtysh from 716 to 306 km from the mouth. Analyzed the effectiveness of her gear on the migration routes that take place during the annual biological cycle. Peculiarities of distribution of sterlet on the river Tobol and the Uvat area. On the dynamics of the catch of juvenile and adult fish in different parts of the necessity of strict measures of protection of the subspecies.

Ключевые слова: река; стерлядь; миграции; лов.

Keywords: river; starlet; migration; fishing.

Река Иртыш, протекающая по Уватскому и Тобольскому районам Тюменской области является местом обитания сибирской стерляди. Экология этого подвида стерляди, относящегося к тобольско-уватскому стаду, изучалась нами в течении 1991—2004 гг. на участке реки Иртыша от 716 до 306 км от устья. В задачу исследования входило определение миграционных путей стерляди. Лов стерляди велся плавными сетями (ячей 35 мм, длина 75 м, высота стени 3—4 м, длина плава 1000 м), ставными сетями на пойменных участках, закидными неводами на стрелевых песках Уватского района. Обработку рыбы проводили на свежельвловленном материале по методике И.Ф. Правдина [2]. Согласно правилам рыболовства в Обь — Иртышском бассейне, утвержденным Приказом Министерства рыбного хозяйства СССР № 79 от 24.02.1969 статьей 24, определены минимальные размеры стерляди, допускаемой к вылову. «Мерной» (взрослой) считаются особи 31 см промысловой длины, более мелкая стерлядь относится к категории «молодь».

Годовой биологический цикл стерляди складывается из 4-х периодов: зимовки, весенней миграции к местам нереста, летнего нагула, осенней миграции к местам зимовки [1; 4]. В русло Иртыша на зимовку скатывается рыба из ее притоков: Тобола, Носки, Туртаса, Алымки, Демьянки. В Иртыше зимует около 80—85 % всех обитающих рыб, отлавливаемых в пределах Тобольского, Уватского, Ханты-Мансийского, Октябрьского, Березовского районов. Наиболее крупной ямой является Горнослинкинская (530—537 км) Уватского района глубиной 15 м с суводями до 50 м. Лов рыбы на яме проводился ставными сетями с высотой стени 6—8 м. Основу уловов составляют язь, лещ, нельма, молодь осетра, налим, судак, щука, карась, плотва, окунь. Стерлядь отлавливается с декабря до середины января и единично в феврале. В 1993—1994 гг. ее уловы достигали за один просмотр 14—25 экз. на провяз, в последующем резко сократились (табл.1).

Таблица 1.

Зимние уловы стерляди на Горнослинкинской яме, р. Иртыш, ставная сеть (ячея 55—60 мм)

Горнослинкино, 1999 г.		Горнослинкино, 2000 г.	
Промысловая длина, см	% в уловах	Промысловая длина, см	% в уловах
15—25	33,52	17—21	37,8
26—30	39,49	25—29	21,6
31—35	19,03	30—33	29,8
36—40	4,83	34—37	10,8
Всего, экз.	35		37
Средняя масса, г	145		150
Молодь, %	73		59,4

В 2001 г. был введен полный запрет на лов рыбы в Горнослинкинской яме, в том числе, и контрольный.

Весной во время вскрытия льда на реке стерлядь поднимается с зимовальных ям. Начинается ее массовый ход к местам нереста и нагула. Стерлядь нерестует на фарватере реки на глубине 6—10 м, с учетом весеннего паводка Иртыша. В период нереста половозрелые особи распространяются от п. Новосельцево до п. Сузгуна и выше г. Тобольска. Уловы стерляди в мае — начале июня являются наиболее результативными по сравнению с другими месяцами. После ледохода стерлядь обнаруживается раньше других участков в устье Тобола (песок Медянковский). Начало миграции стерляди из Иртыша в Тобол не связано с какими-то определенными датами, а зависит от температурных условий [3]. Наблюдается в конце апреля — первой декаде мая при температуре воды 1,7—2,0 °С. Общая продолжительность хода 15—18 дней, наиболее интенсивная — 5—8 дней при температуре воды 4—7 °С. В Уватском районе ледоход на Иртыше проходит на несколько дней позднее Тобольского. На этом участке стерлядь отлавливается на песках Нижние Аремзяны, Панушково, где 3—5 дней интенсивно питается. Затем она поднимается вверх по Иртышу и добывается на плавах Бронниковском, Медведчиковском, Дурынинском, Корииковском. На песке Корииково стерлядь начинает ловиться на 5—7 дней позднее, чем в устье Тобола. Максимальный вылов взрослой стерляди в устье Тобола в среднем составлял в 21—7 экз. за один плав, на других участках 8,6—3,5 экз., снижаясь по годам. В период появления стерляди на песках Дурынино, Корииково

не наблюдается увеличения интенсивности ее хода в устье Тобола. Это дает основание утверждать, что в Тобол заходит преимущественно стерлядь с зимовальных ям, расположенных в Иртыше выше г. Тобольска, а с ям Уватского района она, в большинстве своем, остается в пределах Иртыша на участке Панушково-Кориково.

После нереста стерлядь расходится по залитой пойме Иртыша, в приталловые участки, где она интенсивно питается. Часть рыбы остается в приустьевой зоне реки. Так, на песках Уватского района Нижнее Село, Карбино, в среднем за сезон, в плавных сетях в 2001—2003 гг. отлавливалось 63 % молоди, «мерной» стерляди 7—11 экз., в 2004 г. — 85,7 % молоди, «мерной» — 1,5 экз.

В летне-осенний период происходит обратная миграция стерляди из р. Тобол в р. Иртыш. При скате из Тобола стерлядь обнаруживается на песках Владимирском, Токаревском и выше по Иртышу — песках Еланчинском, Шамшинском и отлавливается с июля до начала сентября. Интенсивность ската в течение одного сезона довольно равномерная. Количество отлавливаемых взрослых рыб 3—7 экз. за 1 плав, что составляет 21—35 % от общего вылова.

При работе стрежевого невода на Максимовском песке Уватского района стерлядь начинает попадаться в конце июля. В маловодные годы максимальные уловы стерляди наблюдаются с 10 по 30 августа, в многоводные — чаще всего в сентябре (табл. 2).

Таблица 2.

Динамика уловов стерляди стрежевым неводом на Максимовском песке, р. Иртыш (данные Нижнеобьрыбвода)

Дата лова	1981 г.		1982 г.		1985 г.	
	кг	%	кг	%	кг	%
1—10.08	77	15,5	85	16,4	17	4,2
1—20.08	139	28,0	139	28,6	69	17,1
21—31.08	79	15,9	109	21,0	0	
1—1.08	32	6,5	85	16,4	134	33,3
11—20.09	57	11,5	101	19,4	160	39,7
21—30.09	69	13,9	0		17	4,2
октябрь	43	8,7	0		6	1,5
Всего	496		519		403	

В стрежевых неводах Максимовского и Черноярского песках встречается стерлядь от 24 до 45 см промысловой длины. Молодь в сумме по годам составляет 60,4—38,5 %. Среди взрослых особей преобладает стерлядь 32—35 см длины. Средняя масса стерляди

на Черноярском песке составила 250,2 г. Крупные особи массой 404—622 г единичны (0,8—2,4 %).

Стерлядь, находящаяся в августе-сентябре в р. Иртыш в пределах стржевых песков, в октябре уходит на места зимовок на углубленные участки реки Уватского района. Первыми уходят самки с гонадами, близкими к созреванию. Половозрелые самцы нагуливаются много дольше. Таким образом, миграция стерляди на зимовку начинается в августе и растягивается до поздней осени. Часть молоди зимой находится вне ям и называется «ходовой». Рыбаки ее отличают по более светлой окраске и меньшей ослизненности кожного покрова. Ходовая стерлядь встречается на всех участках Иртыша Тобольского и Уватского районов.

Данные размерно-весового состава уловов стерляди с мест обнаружения рыбы, интервалы интенсивности ее хода на путях миграций позволили сделать вывод, что стерлядь с ям Уватского района имеет разные места нереста и нагула со стерлядью, зимующей на ямах выше г. Тобольска. Соотношение молоди и «мерных» рыб для каждого места лова по годам выявило резкое снижение повторно-нерестующих особей. В 1999 г. произошло снижение ската молоди стерляди в зимний период из Тобола до 1,5 экз./став. На песке Медянковском ход стерляди был кратковременным и слабым. Резко снизились ее уловы на песках Бронниково-Кориново, где ее отлов плавными сетями был наиболее результативен. В 2000 г. решением научно-промыслового совета «Нижнеобьрыбвода» был запрещен полностью отлов стерляди. В настоящее время стерлядь находится под жесткой мерой охраны, наложен мораторий на ее изъятие.

Список литературы:

1. Меньшиков М.И. К биологии промысловых рыб р. Иртыш и его пойменных водоемов Уватского района // Изв. Перм. ун-та. — 1936. — Т. 10, — вып. 4—5. — С. 192—193.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепром, 1966. — 376 с.
3. Третьякова Т.В. Морфология, экология и разведение сибирской стерляди (*Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt) Нижнего Иртыша: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Тюмень, 1998. — 21 с.
4. Шмидтов А.И. Стерлядь *Acipenser ruthenus* L. // Учен. зап./ Казан. ун-т. — 1939. — Т. 39, — кн. 4—5. — 279 с.

4.5. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ПШЕНИЦА — БИОИНДИКАТОР КАЧЕСТВА ВОДЫ

Лыгин Сергей Александрович

канд. хим.наук, доцент

Бирского филиала Башкирского государственного университета,

РФ, г. Бирск

Email: lygins@mail.ru

Жигалова Екатерина Алексеевна

студент факультета биологии и химии

Бирского филиала Башкирского государственного университета,

РФ, г. Бирск

WHEAT — BIOINDICATORS WATER QUALITY

Sergei Lygin

candidate of chemistry, associate professor

Birsk branch of the Bashkir State University,

Russia, Birsk

Catherine Zhigalova

student of biology and chemistry Birsk branch

of the Bashkir State University,

Russia, Birsk

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос использования пшеницы в качестве биоиндикатора на воду, а также влияние внешних раздражителей при начальном этапе роста на ее нормальное развитие в дальнейшем. В ходе опытов было доказано, что вода с. Осиновка не отличается от родниковой и пригодна для дальнейшего использования в быту.

ABSTRACT

In article the question of use of wheat as the bioindicator on water, and also influence of external irritants is considered at the initial stage

of growth on its normal development further. During experiences it was proved that water of the village of Osinovka doesn't differ from spring and is suitable for further use in life.

Ключевые слова: биоиндикатор; пшеница; вода; внешнее воздействие.

Keywords: bioindicator; wheat; water; external influence.

Биоиндикация — это оценка качества природной среды по состоянию её биоты, основанная на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов.

Для биотестирования используются объекты: белая горчица (*Sinapis alba* L.), озимая и яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), овес (*Avena* L.), гречиха (*Fagopyrum* L.), огурец (*Cucumis* L.), кресс-салат (*Lepidium sativum* L.), соя (*Glycine* L.), лен (*Linum* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) [1].

Пшеница (лат. *Triticum*) — род травянистых, в основном однолетних, растений семейства Злаки, или Мятликовые (*Poaceae*) [2].

Во время эксперимента, на протяжении всего времени проращивания, на зерна, помещенные в воду из разных источников, оказывалось внешнее воздействие (табл. 1). После того, как проросшие зерна были высажены в почву, внешнее воздействие на них перестало оказываться, но пробы воды при поливе остались прежними.

Таблица 1.

Проба воды и внешнее воздействие на нее

№ варианта	1	2	3	4	5
Проба воды	Снеговая	Родниковая	Родниковая	Водопродная	Дистиллированная
Внешнее воздействие	Хорошие слова	Классическая музыка	Тяжелый рок	Плохие слова	Нет
Источник воды	Снег автотрассы Бирск-Уфа	Грунтовые и подземные	Грунтовые и подземные	с. Осиновка Бирский р-н РБ	БФ БашГУ, г. Бирск

Ранее в статье [3, с. 100] было отмечено, что музыка в стиле рок оказала негативное влияние на пророщенные зерна № 3 — они частично загнили.

Продолжая эксперимент, мы выяснили, что уже в первые дни после высадки были заметны явные отличия в скорости роста верхней части растений. Так, например, на четвертый день после высадки в почву образцы имели вид (рис. 1).

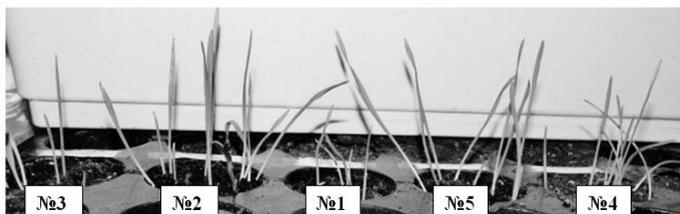


Рисунок 1. Четвертый день эксперимента

В таблице 2 представлены результаты длины ростков за весь период эксперимента.

Таблица 2.

Высота растений за определенный период

Дни / Образцы	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
	Высота ростков, см				
4	4	6	3	4	7
7	8	16	12	10	14
38 (2й месяц)	25	40	15	20	38
56	Первоначальные ростки засохли, более поздние набирают силу				
72 (3й месяц)	25	28	37	40	22
83	35	30	37	55	33
89	38	33	40	50	35
139	43	59	75	55	40
156	45	68	79	57	43

Оценивая эти данные, можно заметить, что по результатам первых двух месяцев ростки пшеницы под № 1, 3, 4 заметно отличаются от образцов под № 2 и 5, которые в свою очередь больше по размеру зеленой растительности и намного гуще.

На рис. 2 показаны результаты на 7 день после посадки. Здесь очевидно, что растения, расположенные по краям, меньше по росту. Это именно те растения, на которых оказывалось негативное воздействие музыкой и словами. Меньше других оказывается образец

под № 1. Другие образцы имеют сравнительно сочную, густую и высокую растительность.

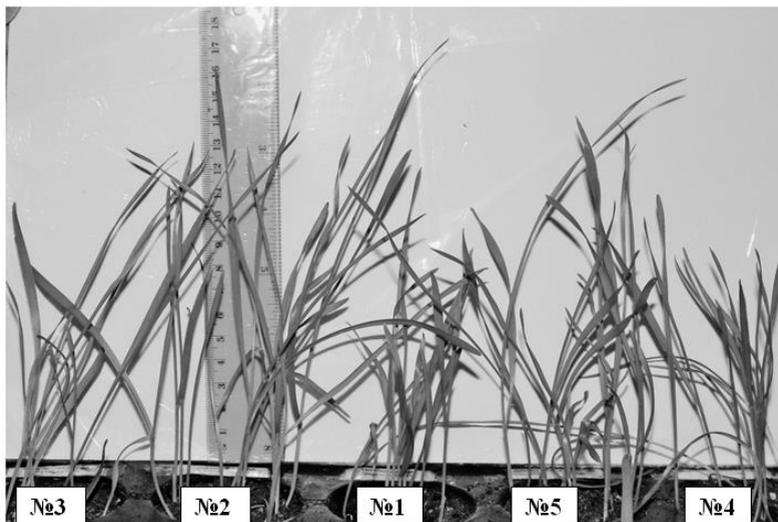


Рисунок 2. Седьмой день эксперимента

Так же стоит заметить, что спустя месяц, тенденция роста ростков оставалась прежней (рис. 3).

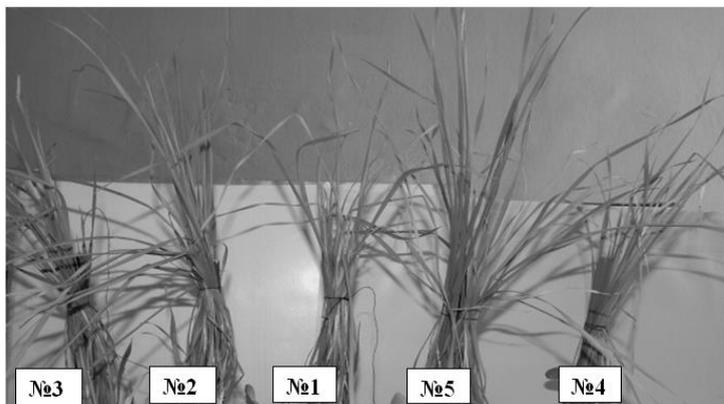


Рисунок 3. Ростки пшеницы спустя месяц с начала эксперимента

После высадки на улицу, мы перестали поливать их водой из разных источников. Полив был естественным, то есть дождевой. Продолжая наблюдать за ростом пшеницы, мы стали замечать некоторые отличия в силе ростков от первоначальных наблюдений. Первоначальная зеленая масса засохла, более поздняя набирает силу. На (рис. 4) вид пшеницы спустя 56 дней. (26.05.14).

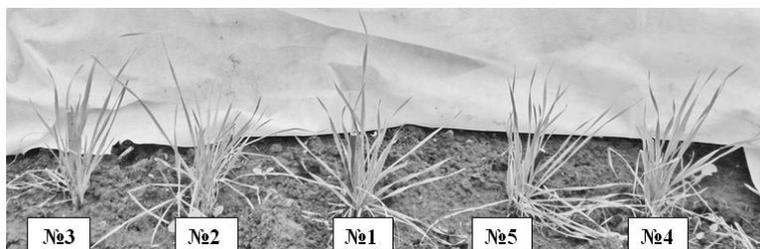


Рисунок 4. Ростки пшеницы спустя 56 дней

На рисунке 5 вид пшеницы спустя 72 дня после посадки (11.06.14).

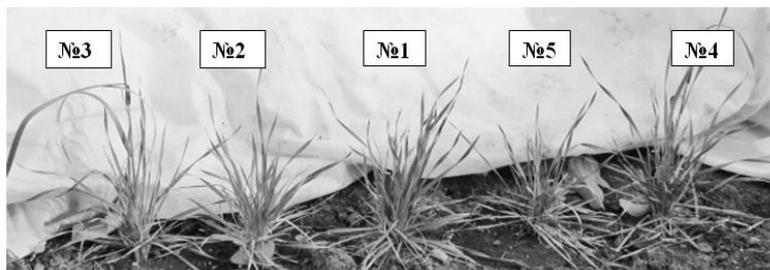


Рисунок 5. Ростки пшеницы спустя 72 дня

1

6 июня — у образцов 3 и 4 из таблицы 1 завязались колосья;

24 июня — образец под номером 3 выпускает колосок;

26 июня — № 3 выпустил колосок длиной 7 см; — № 4 пока колосок не выпустил, но набирает завязь.

Наблюдения на 17 августа и 3 сентября отражены на рисунке 6.

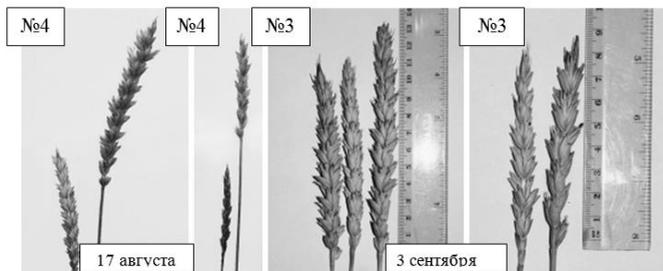


Рисунок 6. Пшеница на 17 августа и 3 сентября

По началу «тяжелый рок» и «плохие слова» угнетающее влияли на прорастание зерен под № 3 и 4, несмотря на то, что они прорастали в воде, полной минеральными веществами. Но как выяснилось в дальнейшем, эти образцы смогли плодоносить в естественных условиях (№ 3 дал три колоса, а № 4 — два). Судя по всему, внешнее влияние не смогло оказать пагубного влияния и растения развивались нормально, чего нельзя сказать о пшенице под № 1. На этот образец оказывалось воздействие хорошими, добрыми, призывающими к жизни словами. Однако вода, в которой они набухали и прорастали, была снеговой и могла содержать в своем составе вредные вещества, которые оказали достаточно сильное влияние, чтобы пшеница не дала урожай. Зерна, прорастающие в дистиллированной воде и не испытывающие какое-либо воздействие со стороны, также не дали колосков. Это можно объяснить тем, что дистиллированная вода не имеет в своем составе минералов, которые необходимы растениям для дальнейшего роста.

В результате проведенного эксперимента выяснилось, что пшеница мало реагирует на внешние раздражители в виде слов и музыки. Для нее главным оставалось качество воды — источник питания. Следовательно, пшеница является хорошим биоиндикатором воды. Результаты эксперимента подтвердили, что вода из крана в с. Осиновка Бирского района РБ действительно по свойствам и влиянию на организмы не отличается от родниковой. Поэтому ее можно и дальше спокойно употреблять в быту.

Список литературы:

1. Биологическая индикация — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://duckweed.kubagro.ru/biocont.htm> (дата обращения 26.03.2014).
2. Википедия. Свободная энциклопедия. Пшеница. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Пшеница](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пшеница) (дата обращения 20.05.2013).
3. Лыгин С.А., Жигалова Е.А. Влияние различных факторов на прорастание и рост пшеницы. /Естественные и математические науки в современном мире/Сб. ст. по материалам XVIII междунар. науч.-практ. конф. № 5. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — С. 98—105.

СЕКЦИЯ 5.

ХИМИЯ

5.1. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

РАЗРАБОТКА НОВОЙ МАЗИ НА ОСНОВЕ НАФТОКСИБУТИНИЛ МОРФОЛИНА

Омырзаков Манас Токтасынович

*PhD докторант 3-го курса
Казахского национального медицинского университета
им. С.Д. Асфендиярова,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: manas.88@mail.ru*

Кияшев Даулеткельды Керимович

*д-р фарм. наук, профессор
Казахского национального медицинского университета
им. С.Д. Асфендиярова,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: dkiyashev2009@mail.ru*

THE DEVELOPMENT OF A NEW OINTMENT ON BASIS OF NAPHTHOXYBUTINYL MORPHOLINE

Manas Omyrzakov

*third-year candidate for a doctor's degree,
Kazakh National Medical University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Dauletkeldy Kiyashev

*doctor of Pharmacy, Professor
of Kazakh National Medical University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

С целью фармацевтической разработки новой субстанции и получения мази на ее основе, было синтезировано новое соединение в ряду нафтоксибутинил аминов, методом тонкого органического синтеза. Структура данного соединения определялась методами ИК и ЯМР-спектроскопии. Исследование на антимикробную активность показало, что продукт обладает выраженной антимикробной активностью против штаммов бактерий *pseudomonas aeruginosa*. На основе синтезированного вещества разработана технологическая и аппаратная схема получения мази.

ABSTRACT

With the aim of developing new pharmaceutical substance and preparation an ointment on its basis, the new compound was synthesized in a series of naphthylxybutinyl amines by thin organic synthesis. The structure of the compound was determined by IR and NMR spectroscopy. The investigation of antimicrobial activity showed that the product has a marked antimicrobial activity against bacterial strains *pseudomonas aeruginosa*. On the basis of the synthesized substance technological and hardware schemes for ointment were developed.

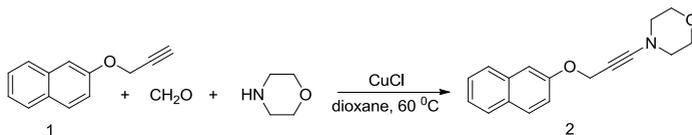
Ключевые слова: нафтилоксипропин; аминометилирование; морфолин; синегнойная палочка; мазь.

Keywords: naphthylxypropyne; aminomethionylation; morpholine; *pseudomonas aeruginosa*; ointment.

Высокая биологическая активность природных ацетиленовых соединений обусловила широкий синтетический поиск в ряду ацетиленовых производных. Известно, что диапазон биологического действия ацетиленовых соединений необычайно широк: анальгетики, местные анестетики, психотропные средства, стимуляторы роста растений, антибактериальные средства и т. д. Препараты с тройной связью часто более активны, менее токсичны и легче усваиваются организмом, чем их олефиновые или насыщенные аналоги. Наличие ацетиленовой связи в молекуле, по-видимому, снижает токсичность и улучшает биодоступность, степень адсорбции и метаболизм некоторых лекарств [2, с. 208—239].

В представленной работе описывается синтез, определение структуры и антибактериальная активность нафтилоксибутинил морфолина, а также способ получения мази на основании данного вещества. Синтез и определение структуры исходного нафтилоксипропина (1) подробно описывается в данной работе [6, с. 77—84].

Нами, с целью получения новой антибактериальной субстанции, синтезирован нафтил-2-оксибут-2-инилморфолин (2), аминометилированием по Манниху исходного нафтилоксипропина:



Данная реакция была осуществлена в среде сухого диоксана, в качестве катализатора использовалась свежеприготовленная однохлористая медь. Выход конечного продукта по отношению к исходным веществам составил 65 %. Для определения антибактериальной активности получен водорастворимый гидрохлорид синтезированного вещества.

Протекание реакции обуславливает исчезновение ИК-спектра валентных колебаний С-Н ацетиленовой связи исходника в области 3020 см^{-1} . В ИК-спектре гидрохлорида имеется полоса, характерная для NH^+ ($\sim 2700\text{—}2300\text{ см}^{-1}$). ЯМР и ПМР-спектры продукта совпали со спектрами, рассчитанными с помощью программы Chem Bio Draw Ultra 13.0.

На основе синтезированного соединения нафтилоксибутинил амина (2) нами получена новая мазь с использованием синтетических основ ПЭО 400 и ПЭО 1500. Основой развития производства мазей на современном уровне является усовершенствование методов технологии, поиск новых вспомогательных веществ с заданными свойствами, обеспечивающими максимальный терапевтический эффект мазям. Изучаются, в первую очередь, высокомолекулярные соединения, а также мономерные синтетические вещества. Целенаправленный подбор соотношений вспомогательных веществ позволяет создавать мази, которые выдерживают температурные колебания от $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и не расслаиваются.

В форме мазей препараты могут быть более эффективными и являться конкурентами многих других способов введения лекарств. Однако многие вопросы взаимодействия мазей как физико-химических систем и макроорганизма как биологической системы остаются нерешенными. Созданию новых основ для мазей, совершенствованию технологии их изготовления, разработки современных способов оценки качества должны предшествовать глубокие научные исследования фармацевтических факторов, которые в конечном итоге и определяют их терапевтическую активность. Перспективным направлением является

разработка комбинированных мазей, применяемых для лечения гнойных ран, хирургических инфекций и др. [3, с. 217]. Мягкие лекарственные формы — мази последнее время имеют тенденцию к более широкому использованию в медицинской практике. На протяжении тысячелетия лекарственные формы претерпели значительные изменения, чему способствовал прогресс в естественных науках. Благодаря этому на разных этапах истории одни формы лекарств исчезали, другие появлялись и совершенствовались. По сути это было расширение ассортимента лекарственных и вспомогательных веществ, усовершенствование технологических процессов и т. д. Мягкие лекарственные формы относятся к числу древнейших. Указание на их использование в лечебных целях встречается уже в папирусе Эберса. Они широко применялись Гиппократом, Авиценной, Галеном. Не менее важное значение в технологии лекарственных форм имеет правильный выбор вспомогательных веществ. Среди факторов, влияющих на высвобождение лекарственных веществ в мазях, наибольшее внимание уделяют основе. Влияние типа основы различно в зависимости от способа введения лекарственного вещества. Мази — это мягкие лекарственные средства для местного применения, дисперсионная среда которых при установленной температуре хранения имеет неньютоновский тип течения и высокие значения реологических параметров [1, с. 24—26].

Важным этапом при разработке состава мазей является выбор мазевых основ, которые, как активные носители лекарственных веществ, обеспечивают оптимальную резорбцию последних в зависимости от назначения. Современная нормативная документация предъявляет ряд требований к мазевым основам: они должны обеспечить мази мягкую консистенцию, необходимую для удобства нанесения на кожу и слизистые оболочки, быть химически индифферентным, не обладать раздражающим и сенсibiliзирующим действием и не нарушать физиологическую функцию кожи, а также соответствовать цели назначения мази.

При выборе мазевой основы руководствовались нормативными рекомендациями к мазям, доступностью вспомогательных веществ и их влиянием на физические, химические и структурно-механические свойства мази, ее биологической доступностью и фармакологической активностью.

Известно, что полиэтиленгликоли — водорастворимые продукты полимеризации окиси этилена, являются физиологически нейтральными соединениями. Они устойчивы к действию света, температуры и влаги, обладают бактерицидным действием, обусловленным дегидра-

тирующим действием ПЭГ, которое распространяется и на микробные клетки, вследствие чего происходит их обезвоживание и гибель.

ПЭГ обеспечивают принципиально новые свойства мазям. Благодаря высокой гидратирующей способности этого полимера, мази приобретают способность абсорбировать экссудат, а вместе с ним и микробные токсины, продукты распада тканей, а также различные биологические активные вещества — лизосомальные ферменты и другие медиаторы воспалительного процесса, обрывая тем самым его прогрессирующее течение.

Исходя из вышеизложенного, в качестве мазевой основы мы выбрали гидрофильная основа в виде комбинации ПЭГ 400 и ПЭГ 1500. Выявлено, что нафтилоксибутинил амин (2) легко растворим в ПЭГ 400 и растворим в сплаве ПЭГ 400 и ПЭГ 1500. При выборе соотношений дозы действующих ингредиентов и полимеров мазевой основы нами взяты литературные данные [7, с. 40—42].

Практически самую важную группу лечебных средств составляют химиотерапевтические препараты, угнетающие воспалительную реакцию и, тем самым, уменьшая деструктивные изменения в тканях, ускоряющие сроки ее регенерации, что способствует скорейшему выздоровлению больного.

В целях создания более эффективной мази для лечения гнойных ран, ожогов, а также других кожных заболеваний, мы обратились к более активным и менее токсичным соединениям. Таким препаратом оказалось нами синтезированное вещество нафтилоксибутинил амин (2), который относится к группе аминов. Нафтилоксибутинил амин (2) хорошо растворяется в спирте и в некоторых других органических растворителях. Нашими исследованиями установлены растворимость нафтилоксибутинил амина (2) в полиэтиленоксидах, и это обстоятельство дало основание нам заменить левомецетин в препарате «Левомеколь» [8] на нафтилоксибутинил амин (2).

При разработке состава и технологий мази с нафтилоксибутинилиамином учитывали общие требования к лекарственным препаратам: наличие противовоспалительного эффекта, полное отсутствие или малая токсичность, легкость нанесения, стабильность при хранении. Важным этапом при разработке состава мазей является выбор мазевых основ, которые как активные носители лекарственных веществ обеспечивают оптимальную резорбцию последних, в зависимости от назначения. Современная нормативная документация предъявляет ряд требований к мазевым основам:

- обеспечить мази мягкую консистенцию, необходимую для удобства нанесения на кожу и слизистые оболочки;

- быть химически инертными для обеспечения стабильности мази;
- не обладать раздражающим и сенсibiliзирующим действием;
- не нарушать физиологическую функцию кожи, поддерживая нормальное значение рН кожи, препятствующее повторному инфицированию;
- легко удаляться с белья, с поверхности кожи, особенно с их волокнистых участков;
- соответствовать цели назначения мази.

В фармацевтической промышленности в качестве составной части большого количества мазевых лекарственных форм широко используются полиэтиленоксиды (ПЭО) различной молекулярной массы. Это обусловлено ценными свойствами данных полимеров: полной растворимостью в воде, нетоксичностью, способностью хорошо наноситься на кожу, равномерно распределяться на ней, не препятствуя при этом газообмену кожи и не нарушая деятельность желез. Они устойчивы к действию света, температуры и влаги, малочувствительны к изменению рН среды, обладают слабым бактерицидным действием, обусловленным дегидратирующим действием ПЭО, которое распространяется и на микробные клетки, вследствие чего происходит их обезвоживание и гибель.

Исходя из вышеизложенного материала, в качестве мазевой основы мы выбрали гидрофильную основу в виде комбинации ПЭО 400 и 1500. При выборе дозы ингредиентов в мази за основу взяты литературные данные [4; 5]. Таким образом, в качестве такого препарата нами предлагается мазь на основе нафтилоксибутинил амина (2).

Активно действующие вещества и основа со следующим соотношением компонентов на 100 г:

Нафтилоксибутинил амин — 1,0 г

ПЭО 1500 — 20,0 г

ПЭО 400 — 79,0 г

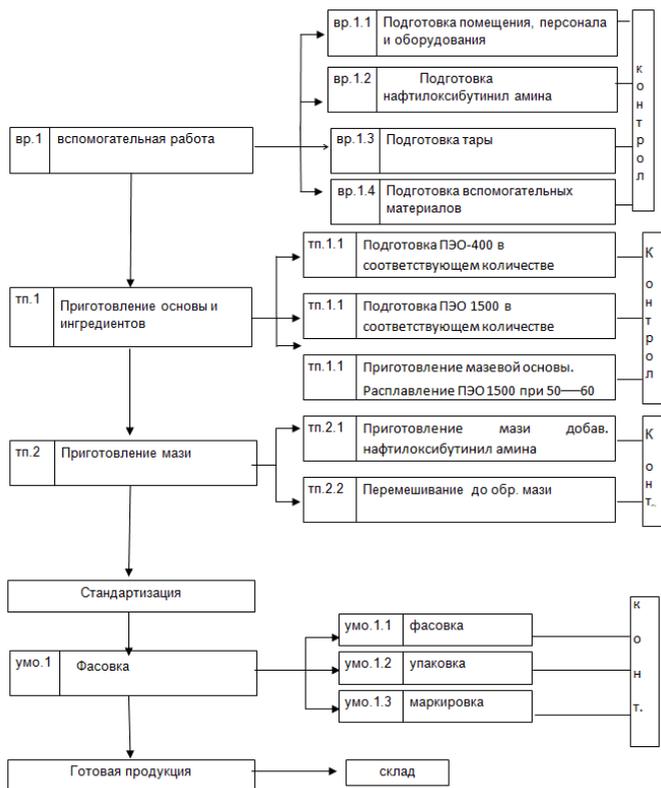
Технологический процесс приготовления данной мази происходит по следующей схеме: 1,0 г нафтилоксибутинил амина растворяет в ПЭО 400 при нагревании на водяной бане при температуре 50—60 °С. При такой же температуре отдельно расплавляют ПЭО 1500 и к расплавленной мазевой основе последовательно при перемешивании добавляют раствор нафтилоксибутинил амина, далее смесь тщательно перемешивают до охлаждения (24—25 °С) и однородности в ступке. При перемешивании смесь начинает структурироваться и переходит в состояние густой вязкой жидкости, через 25 минут мазь

окончательно структурируется и приобретает консистенцию упруго-пластичной массы светло-желтого цвета.

Технология приготовления мази нафтилоксибутинил амина включает в себя 4 стадии ВР и 5 стадии ТП, 3 УМО (таблица 1) аппаратурная схема производства мази нафтилоксибутинил амина показана на рисунке 1.

Таблица 1.

Технологическая схема получения композиционной мази нафтилоксибутинил амина в условиях лаборатории



ВР — стадия вспомогательных работ

ТП — стадия технологического процесса

УМО — стадия упаковки, маркировки и отпуска на склад.

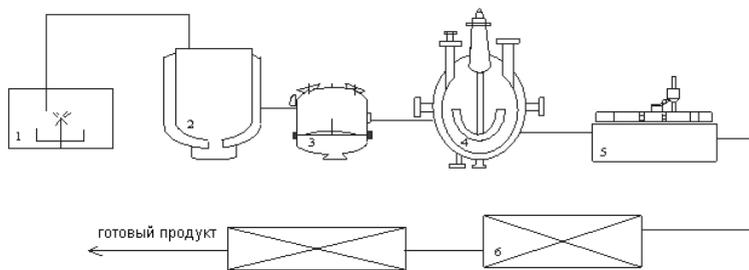


Рисунок 1. Аппаратурная схема производства мази на основе нафтилоксибутинил амина: 1 — технические весы, 2 — котел для расплавления основных компонентов мази, 3 — друк-фильтр, 4 — реактор со смесителем, 5 — автомат для упаковки мази, 6 — стол для упаковки готовых продуктов

Выводы

Таким образом, нами синтезированы по реакции Манниха нафтилоксибутинил морфолин, который обладает выраженной антибактериальной активностью против синегнойной палочки, и на его основе приготовлена новая мазь.

Список литературы:

1. Багирова В.Л., Демина Н.Б., Кулниченко Н.Л. Мази. Современный взгляд на лекарственную форму // Фармация. — 2002. — № 2. — С. 24—26.
2. Ержанов К.Б., Визер С.А., Курманкулов Н.Б. Научный вклад лаборатории химии физиологически активных соединений в развитие химии ацетиленовых и гетероциклических соединений // Хим. журн. Казахстана. — 2005. — № 4. — С. 208—239.
3. Кияшев Д.К., Кияшев М.Д. Синтез бриллиантового и зеленого приготовления на его основе спиртовых растворов и мазей в различной комбинации. Алматы: Издательство EXPRESS PRINT, 2013. — 217 с.
4. Кияшев Д.К., Тяп Е.В., Шакиев С.Ш. Определение антимикробной активности комбинированных препаратов мази «Левас» и Левас-С» // Материалы международной конференции «Медицина и образование в 21 веке», посвященной 70-летию КазГМУ. Алматы, 2001. — С. 310—311.
5. Кияшева А.К. Определение антимикробной активности композиционной мази «Левисал» // Экология промышленного региона и здоровье населения. Караганды. 2010. — С. 443—445.
6. Курманкулов Н.Б. Химия ароматических гетеро(N-,O-,S-)атомных пропаргильных соединений: Дис. ... д-ра хим. наук. Алматы, 2008. — 237 с.

7. Ордабаева С.К. Современные представления о применения мазей в терапии гнойных ран //Фармация Казахстана. — 2006. — № 9. — С. 40—42.
8. Фа Курманкулов Н.Б. Химия ароматических гетеро(N-,O-,S-)атомных пропаргильных соединений рмакопейная статья мазь «Левомеколь» ФС 42-2922-92.

5.2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ ФАЗ В СИСТЕМАХ $M^I_2MOO_4-WO_3$ (M^I-CS, RB)

Фаталиев Малик Бедалович

доцент, канд. хим. наук,
Дагестанский государственный институт народного хозяйства,
РФ, г. Махачкала
E-mail: ego27@yandex.ru

Расулов Абутдин Исамутдинович

доцент, канд. хим. наук,
Дагестанский государственный педагогический университет,
РФ, г. Махачкала
E-mail: abutdin.rasulov@mail.ru

Минхаджев Гаджимурад Маллаевич

доцент, канд. хим. наук,
Дагестанский государственный технический университет,
РФ, г. Махачкала

Гусейнова Шамалаханум Гусейновна

ученица 9 класса профиль химия и биология
МБОУ «Махачкалинский многопрофильный
лицей № 39 им. Б. Астемирова» ,
РФ, г. Махачкала

THE FORMATION OF NEW PHASES IN THE SYSTEMS $M^I_2MOO_4-WO_3$ (M^I -CS, RB)

Fataliyev Malik

*associate Professor, candidate of chemical Sciences,
Dagestan state Institute of national economy,
Russia, Mahachkala*

Rasulov Abutdin

*associate Professor, candidate of chemical Sciences,
Dagestan state pedagogical University,
Russia, Mahachkala*

Minkhadzhev Gadzhimurad

*associate professor, Candidate of Chemistry,
Dagestan state technical university,
Russia, Makhachkala*

Guseynova Shamalakhannum

*Schoolgirl of the 9th class profile chemistry and biology
MBOU "The Makhachkala versatile lyceum № 39 of B. Astemirov",
Russia, Makhachkala*

АННОТАЦИЯ

Впервые методами визуально-политермического (ВПА), дифференциального термического (ДТА) и синхронного термического (СТА) анализов изучены процессы фазообразования в систем $M^I_2MoO_4-WO_3$ (M^I -Cs, Rb). Определены характеристики невариантных точек (НВТ), очерчены поля кристаллизации и построена ее фазовая диаграмма. Выявлены новые фазы ($8Rb_2MoO_4 \cdot 7WO_3$, $Rb_2MoO_4 \cdot WO_3$, $2Rb_2MoO_4 \cdot 3WO_3$, $3Cs_2MoO_4 \cdot 2WO_3$, $2Cs_2MoO_4 \cdot 3WO_3$) и приведены их характеристики.

ABSTRACT

For the first time methods of visually-polythermal (WPA), differential thermal (DTA) and simultaneous thermal (STA) analyses studied the processes of phase formation in the system of $M^I_2MoO_4-WO_3$ (M^I -Cs, Rb). Characteristics of nonvariant mix (NRT), outlines the field of crystallization and built its phase diagram. Identified new phase ($8Rb_2MoO_4 \cdot 7WO_3$, $Rb_2MoO_4 \cdot WO_3$, $2Rb_2MoO_4 \cdot 3WO_3$, $3Cs_2MoO_4 \cdot 2WO_3$, $2Cs_2MoO_4 \cdot 3WO_3$) and their characteristics are given.

Ключевые слова: фазовый комплекс; невариантные точки; расплавы; бронзы.

Keywords: phase complex; nonvariantny mix; melts; bronze.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследование диаграммы плавкости проводили методом дифференциального термического анализа (ДТА) [2] с помощью приемов проективной геометрии [3] и синхронного термического анализатора, модификации STA 409PC [1].

Кривые ДТА записывали на установке, собранной на базе электронного автоматического потенциометра КСП-4 с усилением термо-ЭДС дифференциальной термопары с помощью фотоусилителя Ф-116/1. Образцы помещали в платиновые микротиглы емкостью 1 г, измерителем температуры служили Pt-Pt/Rh-термопары, в качестве индифферентного вещества использовали свежепрокаленный оксид алюминия квалификации "ч.д.а". Масса навесок составляла 0,2 г.

Выбор в качестве объекта исследования систем с участием молибдатов щелочных металлов и оксида вольфрама (VI) обусловлен тем, что результаты экспериментального изучения фазовых равновесий и механизма и кинетики химического взаимодействия в них перспективны для усовершенствования химической и электрохимической технологии получения вольфрама, вольфрамовых покрытий, его соединений типа бронз и др.

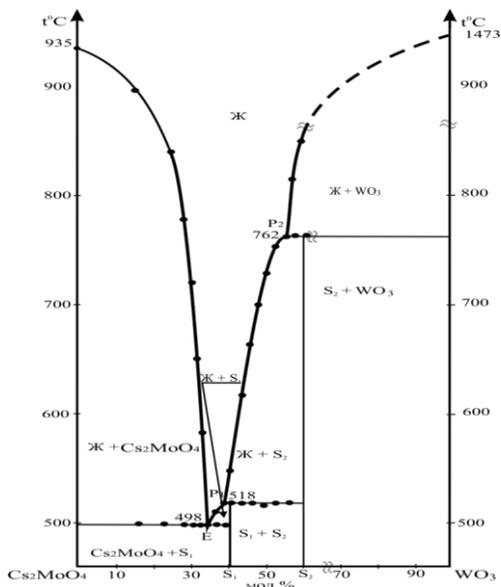
Фазовые равновесия в системах типа $M^I_2MoO_4-WO_3$ (M^I -Cs, Rb) изучено методами визуально-политермического (ВПА), дифференциально-термического (ДТА), синхронно термического (СТА).

Системы типа $M^I_2MoO_4-WO_3$ (M^I -Cs, Rb) характеризуются хорошей растворимостью тугоплавкого оксида вольфрама и образованием соединений инконгруэнтного типа.

Система $Cs_2MoO_4-WO_3$. В системе реализуются одна невариантная точка эвтектического характера при 34 % WO_3 с температурой плавления 498 °С и две перитектического характера плавления $P_1(39\% — WO_3)$, $P_2(56\% — WO_3)$ (табл. 1), а также наблюдается образование двух бинарных соединений $S_1-3Cs_2MoO_4 \cdot 2WO_3$, $S_2-2Cs_2MoO_4 \cdot 3WO_3$ (табл. 2). Ликвидус системы представлен четырьмя полями кристаллизации, принадлежащими исходным компонентам (Cs_2MoO_4 , WO_3) и инконгруэнтноплавящимся соединениям (S_1 , S_2) (рис. 1).

Система $Rb_2MoO_4-WO_3$. В ней реализуются одна невариантная точка эвтектического характера при 37 % WO_3 с температурой плавления 446 °С и три перитектического характера плавления

$P_1(43\% \text{ — } \text{WO}_3, 57\% \text{ — } \text{Rb}_2\text{MoO}_4)$, $P_2(51\% \text{ — } \text{WO}_3, 49\% \text{ — } \text{Rb}_2\text{MoO}_4)$, $P_3(58\% \text{ — } \text{WO}_3, 42\% \text{ — } \text{Rb}_2\text{MoO}_4)$ (табл. 1). Следовательно, поверхность ликвидуса системы представлена полями кристаллизации 5 фаз (рис. 2), два из которых принадлежат исходным компонентам (Rb_2MoO_4 , WO_3), а три инконгруэнтно-плавящимся соединениям ($S_1\text{-}8\text{Rb}_2\text{MoO}_4 \bullet 7\text{WO}_3$, $S_2\text{-Rb}_2\text{MoO}_4 \bullet \text{WO}_3$, $S_3\text{-}2\text{Rb}_2\text{MoO}_4 \bullet 3\text{WO}_3$) (табл. 2).



**Рисунок 1. Диаграмма плавкости системы $\text{Cs}_2\text{MoO}_4\text{-WO}_3$:
 $S_1\text{-}3\text{Cs}_2\text{MoO}_4 \bullet 2\text{WO}_3$; $S_2\text{-}2\text{Cs}_2\text{MoO}_4 \bullet 3\text{WO}_3$**

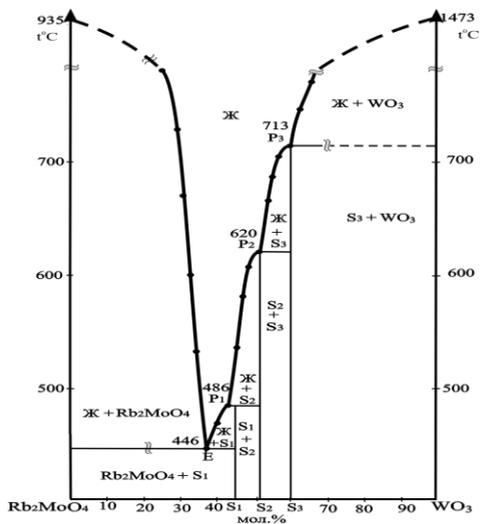


Рисунок 2. Диаграмма плавкости системы $Rb_2MoO_4-WO_3$:
 $S_1 - 8Rb_2MoO_4 \bullet 7WO_3$; $S_2 - Rb_2MoO_4 \bullet WO_3$; $S_3 - 2Rb_2MoO_4 \bullet 3WO_3$

Таблица 1.

Характеристики НВТ в системе $Rb_2MoO_4-WO_3$

НВТ	$t, ^\circ C$	Состав в моль %			Кристаллизующиеся фазы
		Rb_2MoO_4	Cs_2MoO_4	WO_3	
E	446	63	-	37	$Rb_2MoO_4, 8Rb_2MoO_4 \bullet 7WO_3$
P ₁	486	57	-	43	$8Rb_2MoO_4 \bullet 7WO_3, Rb_2MoO_4 \bullet WO_3$
P ₂	620	49	-	51	$Rb_2MoO_4 \bullet WO_3, 2Rb_2MoO_4 \bullet 3WO_3$
P ₃	713	42	-	58	$2Rb_2MoO_4 \bullet 3WO_3, WO_3$
E	498	-	66	34	$Cs_2MoO_4, 3Cs_2MoO_4 \bullet 2WO_3$
P ₁	518	-	61	39	$3Cs_2MoO_4 \bullet 2WO_3, 2Cs_2MoO_4 \bullet 3WO_3$
P ₂	762	-	44	56	$2Cs_2MoO_4 \bullet 3WO_3 + WO_3$

Таблица 2.

Характеристики новых фаз, полученных в системах $M_2MoO_4-WO_3$ (M–Rb,Cs)

Система	Новая фаза	Характер плавл.	Характер кристаллизации	Цвет расплава	t, °C
Rb ₂ MoO ₄ – WO ₃	8Rb ₂ MoO ₄ •7WO ₃	инконгр.	внутренние	мутный	486
	Rb ₂ MoO ₄ •WO ₃	инконгр.	донные	мутный	620
	2Rb ₂ MoO ₄ •3WO ₃	инконгр.	поверх. плен.	прозрачный	713
Cs ₂ MoO ₄ - WO ₃	3Cs ₂ MoO ₄ •2WO ₃	инконгр.	внутренние	мутный	518
	2Cs ₂ MoO ₄ •3WO ₃	инконгр.	поверхностные	серо-зеленый	762

Выявленные нами соединения могут быть использованы в качестве ионных расплавов для электровыделения металлов (W,Mo), а также для разработки и усовершенствования новых прогрессивных и технологических оксидных электролитов. Большое содержание в полученных соединениях тугоплавкого компонента (WO₃) улучшает ряд ценных свойств.

Список литературы:

1. Альмяшев В.И., Гусаров В.В. Термические методы анализа. СПб: ГЭТУ (ЛЭТИ), 1999. — 40 с.
2. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука, 1969. — 276 с.
3. Уэндланд У. Термические методы анализа / Пер. с англ. под ред. Степанова В.А., Берштейна В.А. М.: Мир, 1978. — 526 с.

5.3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ ТРИ- И ТЕТРАКАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РЕАКЦИИ С НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ И КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ

Кунавина Елена Александровна

*канд. хим. наук, доцент кафедры химии
Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

E-mail: dkea20072007@yandex.ru

Козьминых Владислав Олегович

*д-р хим. наук, профессор,
зав. кафедрой химии Пермского государственного
гуманитарно-педагогического университета,
РФ, г. Пермь*

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

SYNTHESIS, STRUCTURE OF THREE- AND TETRACARBONYL COMPOUNDS, REACTIONS WITH NUCLEOPHILIC AGENTS AND COORDINATION WITH METAL SALTS

Elena Kunavina

*candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor
of the Chemical Section of the Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Vladislav Kozminykh

*doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Chemical Section
of the Perm State Humanitarian Pedagogical University,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

Конденсацией Клайзена получены натриевые оксоеноляты три- и тетракарбонильных соединений. Разработаны методы синтеза азаетероциклов с использованием оксоенолятов натрия. Для структурных исследований получены 1,6-дизамещённые 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы. Обсуждаются кольчато-цепные и кольчато-кольчатые интерконверсии в растворах тетракарбонильных соединений. Проведены реакции натриевых оксоенолятов с солями металлов(II, III), в результате получены координационные соединения этих металлов. На основании спектральных исследований обсуждаются особенности строения синтезированных соединений.

ABSTRACT

Sodium oxoenolates of three and tetracarbonyl compounds are synthesized by Claisen condensation. Methods of azaheterocycle synthesis using sodium oxoenolates are developed. 1,6-Bis-substituted 3,4-dihydroxyhexa-2,4-diene-1,6-diones are synthesized for structural research. The ring-chain and ring-ring interconversions of tetracarbonyl compounds in solutions are discussed. Reactions of sodium oxoenolates with metal(II, III) salts resulting in preparation of these metal coordination compounds are carried out. The structure peculiarities of synthesized compounds are discussed based on spectral methods investigation.

Ключевые слова: конденсация Клайзена; оксоеноляты натрия; 1,6-дизамещённые 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы; гетероциклизация; хинолин-2-карбоновые кислоты; хиноксалины; бензоксазины; комплексообразование; металлохелатные комплексы.

Keywords: Claisen condensation; sodium oxoenolates; 1,6-bis-substituted 3,4-dihydroxyhexa-2,4-diene-1,6-diones; heterocyclization; quinoline-2-carboxylic acids; quinoxalines; benzoxazines; coordination reactions; metal chelate coordination compounds.

Создание новых веществ и материалов с практически полезными свойствами – одна из основных задач органического синтеза. Перспективным направлением в этой области является синтез гетерофункциональных соединений на основе 1,2,4-три- и 1,3,4,6-тетракарбонильных соединений и продуктов их нуклеофильных превращений [1—10]. Синтетические возможности 1,2,4-три- и 1,3,4,6-тетракарбонильных соединений связаны с высокой реакционной способностью, разнообразием таутомерных форм, наличием дополнительных реакционных центров, не характерных для более простых β-дикетонов. Химия натриевых енолятов 1,2,4-три- и 1,3,4,6-

тетракарбонильных соединений ранее подробно не изучалась, что определяет перспективы исследования этих соединений в реакциях с нуклеофильными реагентами и в процессах комплексообразования с солями металлов(II, III). Имеющиеся данные о проявлении биологической активности 1,2,4-три-, 1,3,4,6-тетракарбонильных соединений и их структурных аналогов [5—7] являются стимулом для исследования данных объектов.

Нами изучена конденсация эквимольных количеств алкил-, арил- и гетерилметилкетонов с диалкилоксалатами (рис. 1). В реакции варьировались различные основания и растворители. В результате получены (2*Z*)-1-алкокси-1,4-диоксо-2-алкеноляты натрия (**1а-м**).

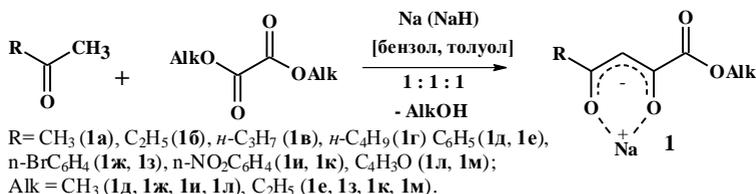


Рисунок 1. Конденсация алкил-, арил- и гетерилметилкетонов с диалкилоксалатами (в эквимольных соотношениях)

Строение соединений **1** установлено на основании данных ИК и ЯМР ¹H спектроскопии. Показано, что в твёрдом состоянии 4-алкил- (арил-, гетерил)-1-алкокси-1,4-диоксо-2-бутен-2-оляты натрия (**1**) существуют в виде двух (*Z*)- и (*E*)-изомерных форм (**1А**, **1Б**), а в растворах представлены *p*- π -делокализованными структурами (**1В**, **1Г**) с перераспределённой электронной плотностью металл-хелатного кольца (рис. 2). Так, в ИК спектрах соединений (**1**) (рис. 3) в твёрдом состоянии наблюдаются полосы валентных колебаний сложноэфирных карбонильных групп (*Z*)-изомера в области 1707—1730 см⁻¹. В более высокочастотной области 1735—1768 см⁻¹ обнаруживаются менее интенсивные сигналы минорного (*E*)-изомера. В растворе хлороформа полосы сливаются и смещаются на 5—10 см⁻¹ в более низкочастотную область, что подтверждает делокализацию структуры. В спектрах ЯМР ¹H оксоенолятов натрия (**1**), снятых в растворах диметилсульфоксида и хлороформа, присутствуют маркерные сигналы (*Z*)-ориентированных метиновых протонов при 6,35—6,85 м.д. соответствующие преобладающей форме (**1В**), а также маркерные сигналы (*E*)-метиновых протонов при 5,84—6,37 м.д. минорной формы (**1Г**).

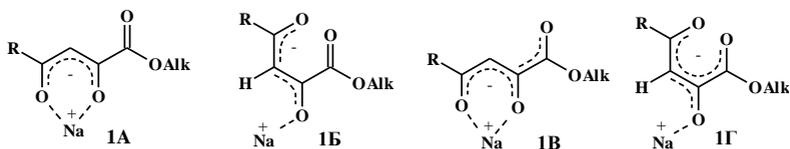


Рисунок 2. Изомерные формы 4-замещённых 1-алкокси-1,4-диоксо-2-бутен-2-олятов натрия (1А-Г)

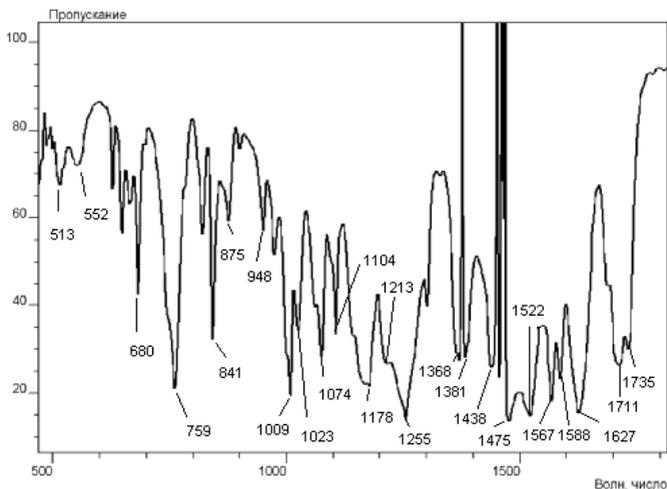


Рисунок 3. ИК спектр натриевого енолята (1з)

Нами изучены реакции натриевых енолятов (**1**) с моно- и бинуклеофильными реагентами при различных условиях. Обнаружено, что натрий-1,3-дикетонаты (**1**) не реагируют с нуклеофилами в нейтральной и основной среде, но эти реакции удаётся осуществить в присутствии кислот. Выделить продукты реакций алкиламинов и монофункциональных ариламинов с соединениями (**1**) не удалось из-за значительного смолообразования. Однако сравнительно легко протекают реакции натрий-оксоенолятов с бифункциональными нуклеофилами. Так, впервые осуществлена трёхкомпонентная конденсация эквимольных количеств алкил-, арил- или 2-фурилметилкетонов и диэтилоксалата в присутствии натрия с последующим нагреванием реакционной смеси в среде уксусной кислоты и действием *m*-аминофенола или *m*-фенилендиамина. В результате реакции получены 7-гидрокси- или 7-аминозамещённые

4-(гет)арил- и 4-алкилхиолин-2-карбоновые кислоты (**2а-г**) а в ряде случаев – их эфиры (**3а-в**) (рис. 4). Спектральные характеристики синтезированных соединений (**2**, **3**) хорошо согласуются со строением производных хиолин-2-карбоновых кислот. Фенольная гидроксильная группа в положении С⁷-ОН и аминогруппа С⁷-NH₂ бензольного кольца в случае кислот (**2**) связана межмолекулярной водородной связью (МВС) с карбоксильной функцией, что подтверждается соответствующим низкочастотным поглощением около 3180—3185 см⁻¹ и 1648—1674 см⁻¹ в ИК спектрах этих соединений.

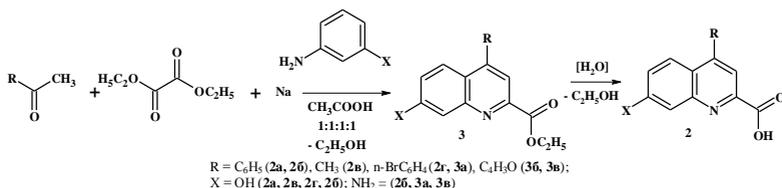


Рисунок 4. Синтез 7-аминозамещённых 4-(гет)арил- и 4-алкилхиолин-2-карбоновых кислот (2а-г) и их эфиров (3а-в)

Наличие в спектре ЯМР ¹H соединений (**2**, **3**) двух синглетов с химическими сдвигами при 7,14-8,21 м.д. указывает на присутствие двух ароматических метиновых групп С⁸H и С³H, изолированных от соседства с другими протонами, и полностью подтверждает строение 4,7-дизамещённых хинальдиновых кислот и их эфиров (**2**, **3**).

Нами изучена трёхкомпонентная конденсация *n*-нитроацетофенона и 2-ацетилфурана с диэтилоксалатом и 1,2-диаминобензолом, а также 1,2-аминофенолом (рис. 5). В результате реакции выделены (3*Z*)-3-[2-(4-нитрофенил)-2-оксоэтилиден]-3,4-дигидрохиноксалин-2(1*H*)-он (**4а**) и (3*Z*)-3-[2-(4-нитрофенил)-2-оксоэтилиден]-3,4-дигидро-2*H*-1,4-бензоксазин-2-он (**4б**), (3*Z*)-3-[2-(фурил)-2-оксоэтилиден]-3,4-дигидрохиноксалин-2(1*H*)-он (**4в**) и (3*Z*)-3-[2-(фурил)-2-оксоэтилиден]-3,4-дигидро-2*H*-1,4-бензоксазин-2-он (**4г**), соответственно.

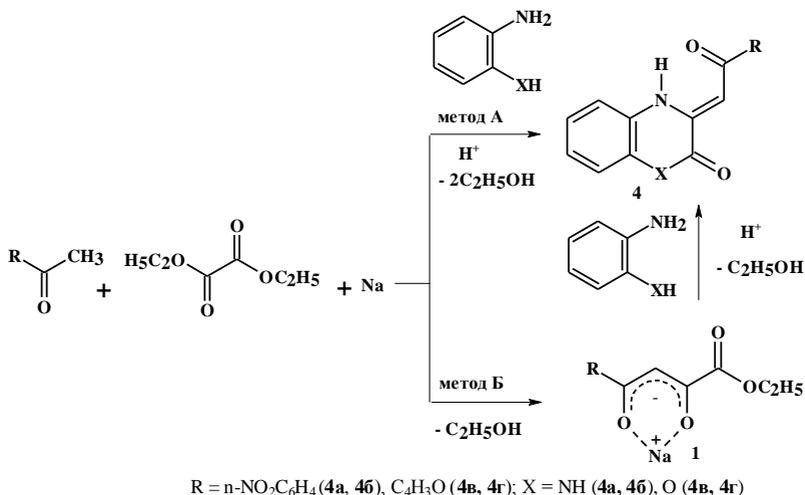
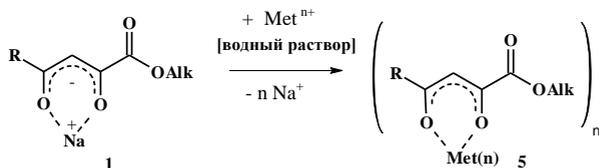


Рисунок 5. Трёхкомпонентная конденсация метилкетонов с диэтилоксалатом и 1,2-диаминобензолом или 1,2-аминофенолом

Предложенный метод получения хиноксалинов и бензоксазинов характеризуется простотой и удобством, что связано с сокращением числа стадий проведения реакции по сравнению с известными методами получения структурных аналогов и позволяет получать широкий ряд близких по структуре азагетероциклов. Технологически менее эффективным является метод Б, отличающийся от вышеописанного стадией выделения натрий-оксоенолятов (**1**), с последующим вовлечением их во взаимодействие с *O,N*- и *N,N*-бинуклеофильными реагентами.

Осуществлена реакция комплексообразования синтезированных натрий-оксоенолятов (**1**) с солями металлов(II,III), в результате которой выделены *металло*(II,III)хелатные комплексы (**5а-я**).



R = CH₃ (5а-в), *n*-C₃H₇ (5г-ж), *n*-C₄H₉ (5з-к), C₆H₅ (5л-ф), *n*-BrC₆H₄ (5х-э), C₄H₉O (5ю,я);
 Alk = CH₃ (5л, х-я), C₂H₅ (5а-к, м-ф);
 Met = Cu (5а, г, з, л, м, х, э), Mg (5д, и, н), Ca (5е, й, о), Zn (5б, ж, к, п, ц, ю), Cd (5р),
 Ba (5в, с, ч, я), Mn (5г), Co (5у), Ni (5ф), La (5ш), Dy (5ш); *n* = 2,3

Рисунок 6. Комплексообразование натрий-оксоенолятов (1) с солями металлов(II,III). Синтез металлохелатных комплексов (5)

Структура координационных соединений (5) установлена с помощью методов ИК и ЯМР ¹H спектроскопии. В ИК спектрах комплексов (5а-я), снятых в пасте вазелинового масла и хлороформе, присутствует интенсивная полоса валентных колебаний сложноэфирной карбонильной группы в области 1693—1736 см⁻¹, а также интенсивная уширенная полоса колебаний групп C-O-Met и C-C металлохелатных колец при 1566—1650 см⁻¹.

В спектрах ЯМР ¹H в ожидаемых областях наблюдаются триплетные сигналы протонов групп CH₃ этокси-звена при 1,05—1,32 м.д. Синглеты метильных протонов метокси-группы находятся в области 3,59—3,94 м.д., квадруплеты протонов метиленовых групп CH₂ сложноэфирной группы находятся в области 3,74—4,25 м.д., синглеты протонов метиновых групп при 5,17—6,72 м.д., мультиплетные сигналы ароматических протонов при 6,62—8,04 м.д.

На основании спектральных данных установлено, что металлокомплексы (5а-я) имеют структуру (Z)-изомеров. В спектрах ЯМР ¹H бариевых (5ч, я) и лантанового (5ш) комплексов присутствует дополнительно незначительное количество (E)-изомера. Для бариевого комплекса (5с) впервые обнаружены помимо основного (Z)-изомера минорные (E')-2-ОВА- (13%) и (E'')-4-ОВА- (3 %) изомерные формы, рассчитано их относительное содержание (рис. 7).

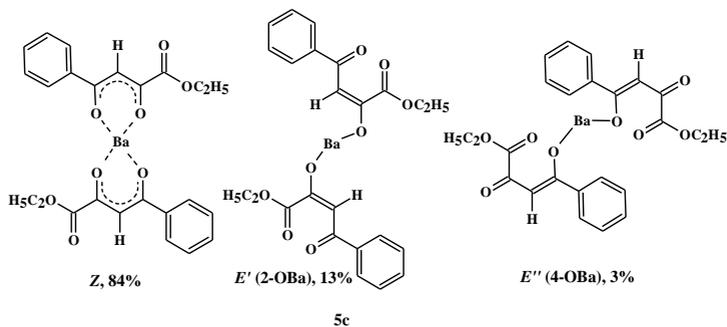


Рисунок 7. Изомерные формы бариевого комплекса (5с)

Впервые получены *бис*-1,3-диеноляты натрия (**6**) с одинаковыми и различающимися заместителями (рис. 8). Конденсация метилкетонов с диэтилоксалатом в присутствии натрия или гидрида натрия в среде толуола проводилась при соотношении исходных реагентов 1:1:1:2.

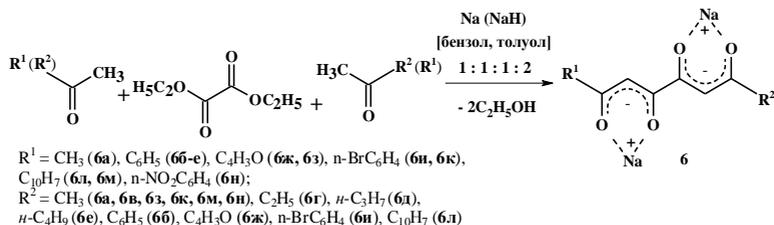


Рисунок 8. Конденсация метилкетонов с диэтилоксалатом в синтезе *бис*-1,3-диенолятов натрия (6**)**

Бис-натрий-1,3-дикетонаты (**6**) характеризуются существенным структурным разнообразием. В ИК спектрах соединений (**6**), в твердом состоянии наблюдается уширенная полоса в области 1569—1710 cm^{-1} , соответствующая колебаниям карбонильной группы, сопряженной с двойной связью в *бис*-ONa-хелате.

Анализ спектров ЯМР ^1H показывает, что соединения (**6**) представлены в растворе ДМСО- d_6 смесью двух (2*Z*,4*Z*)- и (2*Z*,4*E*)-изомерных форм, что подтверждается присутствием маркерных сигналов (*Z*)-метиновых протонов в области 6,20—7,72 м.д. доминирующего изомера, а также минорных сигналов (2*Z*,4*E*)-изомера при 5,58—5,62 м.д.

Для изучения цепных и кольчато-цепных таутомерных равновесий в растворах тетракарбонильных соединений подкислением бис-1,3-диенолятов натрия (**6**) нами получены 1,6-дизамещённые 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы (**7**) (рис. 9).

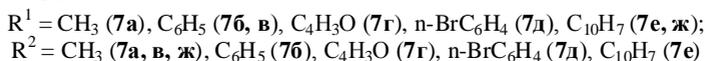
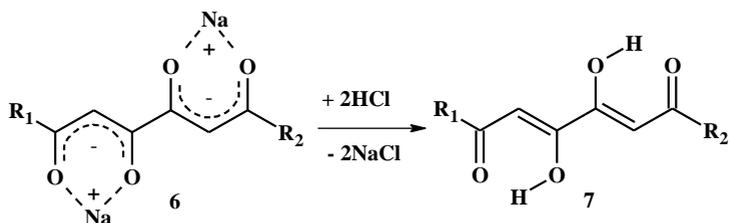


Рисунок 9. Синтез 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (7)

Соединения (**7а-в**, **7д**, **7е**) были получены ранее, но подробные структурные исследования не проводились. Известные методы получения веществ (**7в**) и (**7е**) трудно воспроизводимы и, как правило, не являются препаративными.

Согласно спектральным данным строение соединений (**7а-ж**) отличается значительным структурным разнообразием (рис. 10). На основании спектров ЯМР ^1H было установлено, что большинство 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (**7**) с различающимися заместителями в растворе хлороформа существуют преимущественно в виде диенольного таумера **А** и в незначительном количестве в форме минорных таутомеров **Б** и **В**. В диметилсульфоксиде преобладают кольчатые региоизомеры **Г** и **Д**. В спектре соединения (**7в**) впервые обнаружен минорный изомер **Е**.

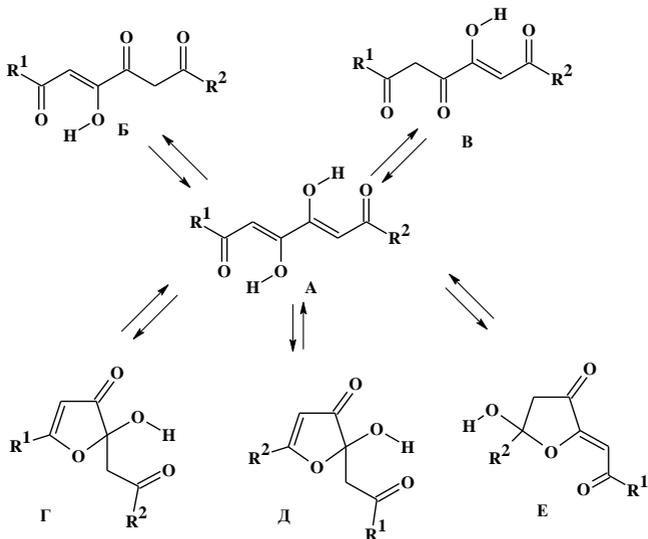


Рисунок 10. Структурное разнообразие, кольчато-цепная и кольчато-кольчатая таутомерия соединений (7: формы А-Е)

Изучена реакция гетероциклизации 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов с *o*-фенилендиамином (рис. 11). Выделены и описаны 2,3-бис[(2-фуроил)метил]хиноксалин (**8а**), 2,3-бис[(2-нафтоил)метил]хиноксалин (**8б**) и (1*Z*)-1-[(3*Z*)-3-[2-оксо-2-(5,6,7,8-тетрагидронафтоил)этилиден]-3,4-дигидроксихиноксалин-2(1*H*)-илиден]пропан-2-он (**8в**). Реакция протекает в среде этанола в присутствии каталитических количеств уксусной кислоты при кратковременном нагревании.

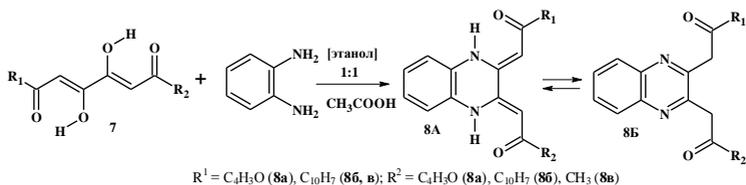


Рисунок 11. Гетероциклизация 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (7) при действии *o*-фенилендиамина. Синтез производных хиноксалина (8)

Согласно спектральным данным соединения (**8а-в**) в твёрдом состоянии и в растворе хлороформа представлены формой **8А**. Сигналы, соответствующие имино-таутомеру **8Б**, в ИК и ЯМР ^1H спектрах нами не обнаружены.

В ИК спектрах соединений (**8а-в**) наблюдаются слабые низкочастотные пики поглощения групп NH хиноксалинового кольца в области 3043—3173 см^{-1} , а также малоинтенсивные низкочастотные полосы поглощения карбонильных групп енаминокарбонильного звена. Данный факт свидетельствует о наличии в структурах устойчивой NH-хелатной внутримолекулярной водородной связи (ВВС).

Присутствие маркерных сигналов протонов метиновых групп СН при 5,89—6,73 м.д в спектрах ЯМР ^1H , снятых в растворе дейтерохлороформа, подтверждает наличие енамино-таутомера **А** и позволяет с уверенностью отвергнуть альтернативную имино-форму **Б** (рис. 11). В пользу формы **А** свидетельствуют также сигналы протонов вторичных аминогрупп хиноксалинового кольца в области 14,54—15,22 м.д.

Установлено, что *металло*-1,3-дикетонаты на основе три- и тетракарбонильных соединений обладают ростостимулирующей и бактериостатической активностью. Так, выявлена ростостимулирующая активность натриевых енолятов (**1а**) и (**1е**) по отношению к различным сортам пшеницы (Оренбургская 105, Юго-Восточная 2) и картофелю (Невский). Изучено действие енолятов в диапазоне концентраций 10^2 — 10^{11} г/т на рост, урожайность и качество зерна пшеницы. Выявлены эффективные нормы расхода соединения при предпосевной обработке семян, составляющие 10^{-3} , 10^{-5} г/т для соединения (**1а**) и 10^{-2} , 10^{-5} г/т для соединения (**1е**). Для соединений (**1а**), (**5б**) и (**5ж**) обнаружено бактериостатическое действие в отношении штаммов золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus* и кишечной палочки *Escherichia coli*.

Таким образом, нами изучена конденсация метилкетонов с диалкилоксалатами в присутствии конденсирующих агентов при различных соотношениях исходных соединений, в результате которой получены новые натриевые еноляты оксопроизводных 1,3-дикарбонильных соединений. Синтезированы устойчивые *металло*(II,III)хелатные комплексы из оксоенолятов натрия. Изучено взаимодействие оксоенолятов натрия с *о*-фенилендиамином и *о*-аминофенолом. Синтезированы новые 1,6-дизамещённые 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы, изучены их структурные особенности. Для некоторых тетракарбонильных систем выявлены ранее не описанные формы. Изучены реакции гетероциклизации 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов с *о*-фенилендиамином, в результате которых получены новые 2,3-*бис*-оксоилиденхиноксалины. Структурные

особенности синтезированных соединений установлены на основании данных спектральных методов анализа. Выявлена биологическая активность для некоторых представителей натриевых оксоенолятов.

Список литературы:

1. Виноградов А.Н., Козьминых В.О., Козьминых Е.Н. Синтез эфиров 5-гидрокси-4,5-дигидроизоксазол-3-карбоновых кислот // Башкирский химический журнал. — 2014. — Т. 21. — № 2. — С. 104—106.
2. Карманова О.Г., Козьминых В.О., Муковоз П.П., Козьминых Е.Н. Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. Иваново: Изд-во ИГХТУ, — 2013. — Т. 56. — № 1. — С. 13—16.
3. Кириллова Е.А., Жадяев А.В., Козьминых В.О. Синтез и особенности строения металлохелатных комплексов на основе трикарбонильных соединений // Вестник Оренбургского гос. ун-та. Оренбург: Изд-во ОГУ, — 2013. — Вып. 10 (159). — С. 139—141.
4. Кириллова Е.А., Муковоз П.П., Виноградов А.Н., Козьминых В.О., Дворская О.Н. Синтез, особенности строения и таутомерия 1,6-дизамещённых 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. Иваново: Изд-во ИГХТУ, — 2011. — Т. 54. — № 4. — С. 18—22.
5. Козьминых В.О., Гончаров В.И., Козьминых Е.Н. Конденсация Клайзена метилкетонов с диалкилоксалатами в синтезе биологически активных карбонильных соединений (обзор, часть 3) // Вестник Оренбургского гос. ун-та. Оренбург, — 2007. — Вып. 5 (69). — С. 138—148.
6. Козьминых Е.Н., Гончаров В.И., Козьминых В.О. 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы. Сообщение 8. Синтез и противомикробная активность 2(5)-галогенпроизводных 1,3,4,6-тетракарбонильных соединений // Химико-фармацевтический журнал. — 2008. — Т. 42. — № 9. — С. 18—24.
7. Левенец Т.В., Козьминых В.О. Синтез и противомикробная активность эфиров 3-арилгидразоно-2,4-диоксоалкановых кислот // Химико-фармацевтический журнал. — 2013. — Т. 47. — № 10. — С. 25—29.
8. Муковоз П.П., Тарасова В.А., Карманова О.Г., Козьминых В.О. Строение и таутомерия 1,6-диалкилзамещённых 1,3,4,6-тетраоксо систем и их ближайших азоаналогов (обзор) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. Пенза: Пензенский гос. ун-т, — 2013. — № 4 (4). — С. 91—107.
9. Тарасова В.А., Муковоз П.П., Козьминых В.О. Синтез и строение диалкил-2,2'-(2-оксоимидазолидин-4,5-дидилен)диацетатов // Приволжский научный вестник. Научно-практический журнал. Ижевск: Изд-во «Издательский Центр Научного Просвещения», — 2014. — № 9 (37). — С. 10—13.
10. Тарасова В.А., Муковоз П.П., Козьминых В.О. Синтез метиловых эфиров 3,4-дигидрокси-6-оксо-2,4-алкадиеновых кислот // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия "Химия". Челябинск, — 2014. — Т. 6. — № 3. — С. 11—16.

СЕКЦИЯ 6.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

6.1. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА)

Карбаева Шолпан Шайкеновна

*канд. пед. наук, доцент кафедры естественных специальностей,
Каз НПУ им.Абая Институт магистратуры и докторантуры PhD,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: karbaevash@mail.ru*

LANDSCAPE ECOLOGICAL MAINTENANCE OF TOURISM AND RECREATION ACTIVITIES (ON THE EXAMPLE OF THE EASTERN KAZAKHSTAN)

Sholpan Karbayeva

*cand. Sc., Associate Professor of Natural Sciences specialities,
Kazakh National Pedagogical University after Abay
Institute of Magistracy and PhD,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

Оценка туристско-рекреационного потенциала и оптимизация использования имеющегося природного и историко-культурного наследия является одной из важных задач ландшафтно-экологической организации территории. Поэтому в статье рассматриваются ландшафтно-экологическое обеспечение туристско-рекреационной деятельности и рекреационно-ресурсный потенциал экологического туризма Восточного Казахстана. Для определения перспектив

регионального развития связанных с социально-экономическим эффектом развития туризма и рекреации, автором предложены несколько рекомендации комплексного изучения ландшафтов.

ABSTRACT

Assessment of tourism and recreation potential and optimizing the use of available natural, historical and cultural heritage is one of the important tasks of landscape ecological organization of territory. Therefore, the article describes the landscape ecological maintenance of tourism and recreation activities and recreation resource potential of eco-tourism of the Eastern Kazakhstan. To determine the perspectives of regional development related to the socio-economic impact of tourism and recreation, the author offers several recommendations of the integrated study of landscapes.

Ключевые слова: оценка туристско-рекреационного потенциала; природное и историко-культурное наследие; природные условия и ландшафты; ландшафтно-экологическое обеспечение; ландшафтно-географический анализ; ландшафтно-географический подход; туристско-рекреационная деятельность; туристская индустрия; зона с рекреационной хозяйственной специализацией; сети объектов рекреационной инфраструктуры; планирование развития индустрии отдыха и туризма; туристско-рекреационная функция.

Keywords: evaluation of the tourism potential; natural, historical and cultural heritage; natural environment and landscapes; landscape ecological maintenance; landscape geographical analysis; landscape geographical approach; tourism recreation activities; tourist industry; recreational area with economic specialization; network objects recreational infrastructure; development planning of recreation and tourism; tourism recreational functions.

В современных условиях географическая наука в рамках рекреационного направления требует исследования ландшафтно-экологического обеспечения туристско-рекреационной деятельности. Оценка туристско-рекреационного потенциала и оптимизация использования имеющегося природного и историко-культурного наследия является одной из важных задач ландшафтно-экологической организации территории.

В Институте географии РК исследованием фундаментальных и прикладных проблем, научно-технологической и образовательной инфраструктуры для развития индустрии отдыха и туризма занимается лаборатория географии туризма и рекреации. Деятельность лаборатории направлена на теорию и методы научных изысканий

для становления индустрии отдыха и туризма в Казахстане; географическое обеспечение реализации национальной и региональных программ развития индустрии отдыха и туризма с учетом пространственно-динамических особенностей; географическое планирование развития индустрии отдыха и туризма Казахстана, включая специальные прикладные изыскания [3]. Однако, ландшафтно-экологическое обеспечение туристско-рекреационной деятельности страны нуждается в концептуально обоснованном изучении, потому что в настоящее время большая часть ландшафтов Казахстана не может полноценно выполнять туристско-рекреационные функции и нуждается в проведении восстановительных мероприятий. Отсутствие современных научно обоснованных концепций усугубляет данную проблему и требует проведения комплексных исследований по оценке туристско-рекреационного потенциала и выявлению перспективных направлений для развития туризма, в т. ч. экологического туризма.

Современные тенденции развития туристско-рекреационной сферы требуют изменения подхода к формированию регионального туристско-рекреационного продукта, что предполагает предварительную комплексную оценку туристско-рекреационного потенциала, а также оценку взаимного воздействия отдыха и окружающей среды. Разработка алгоритма для оценки туристско-рекреационного потенциала территорий разного масштаба, учитывающий ландшафтно-географический анализ туристско-рекреационного потенциала территории страны, создает ландшафтно-экологическое обеспечение туристско-рекреационной деятельности.

Территория Казахстана обладает уникальным набором ландшафтных комплексов для развития конкурентоспособной туристской индустрии: от пустынь до высокогорий и экосистем внутренних морей. Она способствует для создания сети объектов рекреационной инфраструктуры в целях отдыха и восстановления здоровья населения, а также формирование зон с рекреационной хозяйственной специализацией.

Развитие сети объектов рекреационной инфраструктуры можно осуществлять на национальном, региональном уровне (формирование рекреационной инфраструктуры, ориентированной на развитие туристской индустрии) и местном уровне (удовлетворяющего повседневные рекреационные потребности населения). Формирование рекреационной инфраструктуры национального уровня можно осуществлять в рамках реализации республиканской программы развития туристской отрасли.

Рекреационно-ресурсный потенциал экологического туризма в Казахстане практически неограничен, однако, экологический туризм в развитии туристической инфраструктуры сталкивается с некоторыми проблемами. Например, большая часть рекреационно-туристской инфраструктуры находится все еще на этапе становления; недостаточно разработаны планы развития инфраструктуры в целях формирования инфраструктуры экологического туризма на особо охраняемых природных территориях; существует дефицит специалистов в сфере туризма, профессионально знающих экологические проблемы и технологию инфраструктуры [2, с. 22—24].

Восточно-Казахстанская область выбрана как один из регионов туристского потенциала, она имеет большие возможности для развития экологического туризма. Его основу составляют уникальные природные условия и ландшафты, многочисленные природные, исторические памятники, культурное и этническое наследие народов.

Восточный Казахстан — это регион с уникальными по своему красочному составу ландшафтам и природно-климатическими условиями. Природное разнообразие и многообразие культур подтверждает статус туристически привлекательного региона. Особое географическое положение Восточно-Казахстанской области заключается в том, что она расположена в глубине самого крупного континента Евразии в пределах его центральной части, на границе великих равнин — Западной Сибири, Средней Азии и Казахстана. Разнообразие природных условий и ресурсов благоприятно для ее хозяйственного развития, в том числе туристско-рекреационной деятельности. Возможности данного региона являются источником благоприятного туристского продвижения. Восточный Казахстан — территория, на примере которой есть возможность изучения всех видов ландшафта, имеющихся в Центральной Азии. Здесь в пределах одного туристского тура можно увидеть и песчано-пустынные зоны, и глинистые каньоны, и степные зоны, и горную местность, леса и тайгу, альпийские луга, и горные вершины (пик Алтай и Сибири — гора Белуха). Особое внимание заслуживает территория Казахского Алтая, являющаяся частью Алтайско-Саянского экологического региона. Благодаря своему уникальному ландшафту и биологическому разнообразию, данный регион входит в 200 приоритетных глобальных экологических регионов, определенных Международной Организацией “WWFLivingPlanet” [1].

Ландшафты области достаточно разнообразны и представляют возможности для разных видов отдыха во все времена года. Историко-

культурное наследие очень богато, имеются возможности для развития серьезных тематических экскурсионных программ. Поэтому для использования ресурсов области в туристско-рекреационной деятельности нужны комплексное исследование ландшафтов Восточно-Казахстанской области, которое заключается в ландшафтно-географическом анализе и оценке туристско-рекреационного потенциала для определения перспектив регионального развития, связанных с социально-экономическим эффектом развития туризма и рекреации. Это предполагает анализ теоретико-концептуальных основ оценки туристско-рекреационного потенциала на базе ландшафтно-географического подхода и проведение комплексного анализа туристско-рекреационного потенциала территории Восточно-Казахстанской области.

В складывающихся социально-экономических и экологических условиях преимущества ландшафтно-экологического подхода к территориальному планированию и планировке территории обусловлены объективной необходимостью защиты ландшафтов, сохранения природных качеств среды обитания людей. При этом подходы формируются как совершенствованием экологической составляющей, ориентированных на решение преимущественно экологических задач, или задач, связанных с сохранением жизненной среды человека во всем ее многообразии. Так, именно рациональное использование природного потенциала является основой гармоничного и устойчивого развития территории.

Ландшафт — это многофункциональная система, поэтому преимущества использования ландшафтно-экологического подхода для целей территориального планирования заключается в том что, структура территории формируется в виде совокупности ландшафтных кластеров.

В результате проведения комплексных исследований по оценке туристско-рекреационного потенциала области, включающих в себя природные, социально-экономические, экологические элементы, и сопряженной с ними характеристики современного состояния ландшафтов и их компонентов, возможна разработка системы научно обоснованных и экономически эффективных проектировочных решений по территориальной организации пространства.

Определение перспективы ландшафтного планирования рекреационных ландшафтов показывает, что массовое развитие внутреннего туризма и рекреации может способствовать формированию полноценно функционирующей эколого-рекреационной устойчивости и,

соответственно, улучшению условий для жизни людей и нормализации экологической обстановки.

Учитывая недостаточность комплексного изучения ландшафтов Восточно-Казахстанской области в целях туристско-рекреационной деятельности предлагаются следующие рекомендации:

1. На базе ландшафтно-географического подхода разработать теоретико-концептуальные основы оценки туристско-рекреационного потенциала и провести комплексный анализ туристско-рекреационного потенциала территории Восточно-Казахстанской области.

2. Для решения прикладных задач ландшафтного планирования разработать методику оценки туристско-рекреационного потенциала и алгоритм ее использования.

3. С учетом ландшафтных условий и прогнозирования развития видов и форм туристско-рекреационной деятельности области разработать сформулировать рекомендации по оптимальному использованию территории в рекреационных целях.

4. В целях дальнейшего комплексного изучения ландшафтов и проведения процедуры ландшафтного планирования провести туристско-рекреационное и эколого-географическое районирование территории.

5. Разработать систему карт основных компонентов ландшафтов и элементов туристско-рекреационных систем как отдельных туристско-рекреационных объектов эколого-географических территорий, так и области в целом. Считаем что, вышеуказанные рекомендации способствуют выявлению перспективных направлений для развития туризма, в т. ч. экологического туризма области.

Результатом ландшафтно-экологической оценки территории в целях туристско-рекреационной деятельности являются методика оценки туристско-рекреационного потенциала; методические рекомендаций по оптимальному использованию территории в рекреационных целях; ландшафтно-экологическая и туристско-рекреационная карта территорий.

Список литературы:

1. Восточный Казахстан. [Офиц. сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.kazakhstan.orexca.com/rus/eastern_kazakhstan.shtml. (дата обращения: 01.11.2014).

2. Карбаева Ш.Ш. Экологический туризм — один из приоритетных направлений развития туризма Казахстана //Материали за 9-а международна научна практична конференция, «Achievementofhighschool», 2013. Том 8. Икономики. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД. 22—24 стр. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.rusnauka.com/INFO/2013/33_DWS.htm
3. Лаборатория географии туризма и рекреации. Институт географии РК. [Офиц. сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://ingeo.kz/index.php/ru/potensial-instituta/laboratorii/laboratoriya-rekreatsionnoj-geografii> (дата обращения: 01.11.2014).

Научное издание

**«ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»**

Сборник статей по материалам
XXIV международной научно-практической конференции

№ 11 (23)
Ноябрь 2014 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 13.11.14. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 11,625. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 15
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3