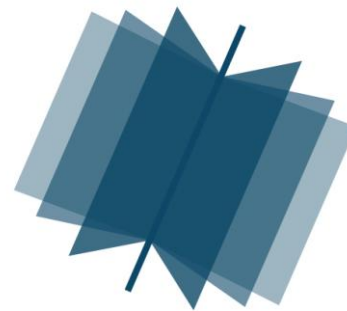


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

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

Екатеринбург
2015



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

**№7 (38) 2015
Часть 2
Август**

Подписано в печать 15.08.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 26092.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XLI заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

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

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилов В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.исп.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

РАСЧЕТ ДИСПЕРСИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН В ФЕРРИТОВОЙ ПЛЕНКЕ В ПАКЕТЕ SKILAB.....	6
THE EFFECT OF PARTICLE-HOLE INTERACTION TO THE ENERGY SEPARATION OF PROTONS AND NEUTRONS IN FAMILIES MIRROR NUCLEI AT NEARLY SYMMETRICAL.....	21
МЕТОД РАСЩЕПЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НА ПОЛУОСИ.....	23
IMPACT OF CLUSTERS Ni-B ON THE PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF TiO ₂ NANOPOWDERSW	28
НОВАЯ ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ.....	30
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫХОДНОМ ОКНЕ ВЫСОКОМОЩНОГО СО ₂ -ЛАЗЕРА	33
ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК ОКСИДА ХРОМА, ПОЛУЧЕННЫХ ПО МОС ТЕХНОЛОГИИ	40
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ОКСИДА ХРОМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	44
АНАЛИЗ И ВЫБОР GPS И AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ.....	47
АНАЛИЗ И ВЫБОР СИСТЕМ НАВИГАЦИИ РОБОТА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЛЕСНОЙ МЕСТНОСТИ.....	49
ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ИНЕРЦИОННОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATLAB SIMULINK	51

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

О СТРУКТУРЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ СЕТОК НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА.....	54
ВЛИЯНИЕ СУЛЬФИДА НАТРИЯ НА НАТИВНУЮ СТРУКТУРУ КОЛЛАГЕНА В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ	59
INFLUENCE SODIUM SULFIDE TO THE NATIVE COLLAGEN STRUCTURE IN THE CONDITIONS OF ULTRASONIC TREATMENT	60
ОБРАБОТКА УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ВОДОУГОЛЬНЫХ СМЕСЯХ.....	62
DETERMINATION OF AMINOGLYCOSIDES IN FOOD BY FLUORESCENCE POLARIZATION IMMUNOASSAY.....	65

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ	70
СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИМФОУЗЛОВ РАЗНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НА ЭТАПЕ ПОЗДНЕГО ОНТОГЕНЕЗА	74
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В РАСТЕНИЯХ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ ДАВЛЕНИЕМ.....	76
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И МИКРОРЕЛЬЕФ ГЕМОЦИТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ <i>HIRUDO MEDICINALIS</i> (LINNAEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ	78
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КСЕНОБИОТИКОВ В МЯСЕ ДИКИХ КАБАНОВ	81

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

ТАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИИ BLV, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОХИМИЧЕСКИХ ТЕСТ-СИСТЕМ.....	86
КРИТЕРИИ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСМИССИВНОЙ ВЕНЕРИЧЕСКОЙ САРКОМЫ СОБАК	90
ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕРЕБРОЛИЗИНА В ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ В ЦЕЛЯХ СНИЖЕНИЯ ЛЕТАЛЬНОСТИ И ПОСТАНЕСТЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У СОБАК ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА	92
ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОСТИ НА ИНКУБИРОВАНИЕ ЯИЦ ТРЕМАТОД	93
МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ НУКЛЕОТИДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ BLV.....	95
КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОРОЖДЕННЫХ БАРАНЧИКОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ.....	99

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCE

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	103
ЗАДАЧА ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА – СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ	107
ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОБРАЗОВАНИЕ КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ ЛЮЦЕРНЫ	109
ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ САХАЛИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ СКОТА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ	111
МЕТОДЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТОВ	115
РАЗРАБОТКА МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ НИЗКОЧАСТОТНОГО ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	117
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ И ПРОБИОТИКА В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ	122
О НЕОБХОДИМОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ	124
ЦИКЛИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ	126
ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ОТ ПРОДУВАЕМОГО ВОЗДУХА	131
ВЛИЯНИЕ СТОКА ТАЛЫХ ВОД НА ВОДНУЮ ЭРОЗИЮ ПОЧВЫ	133

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

Богачук Д.В.¹, Власов В.С.²

¹Магистрант, ²кандидат физико-математических наук,

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

РАСЧЕТ ДИСПЕРСИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН В ФЕРРИТОВОЙ ПЛЕНКЕ В ПАКЕТЕ SCILAB

Аннотация

В статье приводится расчет дисперсионных характеристик магнитостатических волн, распространяющихся в ферритовой пленке. В пакете Scilab смоделированы характеристики волн при различных начальных параметрах (таких как величина внешнего поля, намагниченность и толщина пленки).

Ключевые слова: магнитостатические волны, дисперсионные характеристики, ферритовые пленки.

Bogachuk D.V.¹, Vlasov V.S.²

¹Candidate for a master's degree, ²PhD in Physics and Mathematics,

Syktvykar State University

CALCULATION OF DISPERSION CHARACTERISTICS OF MAGNETOSTATIC WAVES IN FERRITE FILM IN SCILAB APPLICATION

Abstract

The article describes the calculation of dispersion characteristics of magnetostatic waves propagating in ferrite film. The characteristics of these waves were modeled considering various initial conditions (such as external field magnitude, magnetization intensity and film thickness) using Scilab application.

Keywords: magnetostatic waves, dispersion characteristics, ferrite films.

Введение

Задача теоретического исследования магнитостатических волн представляет большой научный и практический интерес в связи с перспективами миниатюризации элементной базы радиоэлектроники СВЧ на основе магнитостатических волн и колебаний.

Одним из наиболее интенсивно развивающихся в настоящее время направлений твердотельной волновой электроники является спин-волновая электроника, предмет изучения которой составляют магнитостатические волны (МСВ) в ферромагнетиках. Магнитостатические волны обладают рядом уникальных возможностей (зависимость дисперсионных свойств от величины и направления внешнего постоянного поля подмагничивания, сравнительно низкая групповая скорость), которые позволяют создавать на их основе самые разнообразные элементы СВЧ тракта: линии задержки, фильтры, невзаимные устройства и другие, имеющие характеристики, принципиально нереализуемые в диапазоне частот 1÷20 ГГц на основе электромагнитных или акустических волн [1].

Техника магнитостатических волн (МСВ) представляется перспективной для создания устройств с рабочими частотами СВЧ-диапазонов и мгновенной ширины полосы до 1 ГГц. Эта техника основана на распространении МСВ в монокристаллических ферромагнитных пленках, таких как пленки железоиттриевого граната (ЖИГ), и является физической основой целого ряда планарных устройств для распознавания, контроля и обработки сигналов непосредственно в сантиметровом диапазоне частот [2]. В результате отпадает необходимость в СВЧ-смесителях, традиционно применяемых для "переноса" входящих сигналов в более низкочастотный (УВЧ) диапазон, в котором могут быть использованы уже другие устройства.

Распространение магнитостатических волн

Вопросы распространения МСВ в безграничной пленке ЖИГ широко освещены в литературе [3]. В зависимости от взаимной ориентации магнитного поля смещения, направления распространения волны и самой пленки, в ней могут распространяться три чистые моды МСВ: поверхностная магнитостатическая волна (ПМСВ), прямая объемная магнитостатическая волна (ПОМСВ) и обратная объемная магнитостатическая волна (ООМСВ). Частотные границы существования перечисленных мод МСВ показаны на рис. 1. Всем трем типам присуща дисперсия.

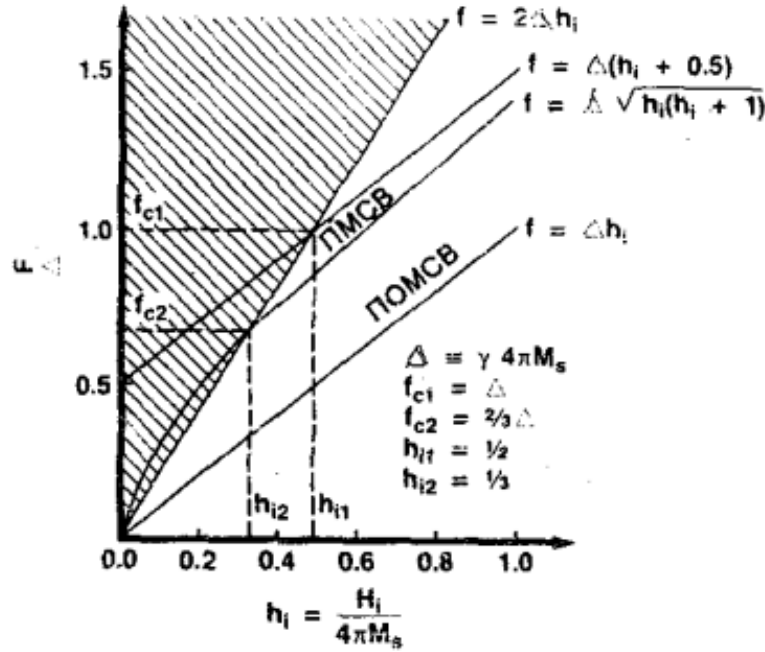


Рис. 1 – Частотные границы МСВ (границы для ПОМСВ и ООМСВ одинаковы)

Дисперсионное соотношение. Решение Дэймона-Эшбаха

Уравнения магнитостатики:

$$\text{rot } \vec{H} = 0. \quad (1)$$

$$\text{div } \vec{B} = 0. \quad (2)$$

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi\vec{M}. \quad (3)$$

Здесь:

Предположим, что поле и намагниченность имеют вид:

$$\vec{H} = H_i \vec{n}_z + \vec{h} e^{i\omega t}; \quad (4)$$

$$\vec{M} = M_0 \vec{n}_z + \vec{m} e^{i\omega t}; \quad (5)$$

Здесь: H_i - внутреннее постоянное поле; $h \sim m \ll H_i \sim M_0$.Подставляя (4) и (5) в (1) и (2) и учитывая, что $\text{rot}(M_0 \vec{n}_z) = 0$, а также $\text{div}(M_0 \vec{n}_z) = 0$ (так как $H_i = \text{const}$, $M_0 = \text{const}$), получаем:

$$\text{rot } \vec{h} = 0; \quad (6)$$

$$\text{rot}(\vec{h} + 4\pi\vec{m}) = 0. \quad (7)$$

Из уравнения (6) следует возможность введения потенциала переменного поля ψ такого, что:

$$\vec{h} = \text{grad } \psi = \left\{ \frac{\partial \psi}{\partial x}; \frac{\partial \psi}{\partial y}; \frac{\partial \psi}{\partial z} \right\}. \quad (8)$$

При этом уравнение (7) принимает вид:

$$\text{div}(\text{grad } \psi + 4\pi\vec{m}) = 0, \quad (9)$$

или:

$$\Delta \psi + 4\pi \text{div } \vec{m} = 0. \quad (10)$$

Это уравнение является основным уравнением для потенциала в среде с намагниченностью. В него входит переменная намагниченность \vec{m} , которая определяется из уравнения движения вектора намагниченности (Ландау-Лифшица) через переменное поле \vec{h} с помощью тензора восприимчивости $\vec{\chi}$. Компоненты переменного поля выражаются через потенциал ψ в соответствии с (8). Таким путем компоненты переменной намагниченности \vec{m} можно выразить через потенциал ψ , после чего подставить полученные выражения в (9). При этом получим уравнение для потенциала ψ в чистом виде. Это уравнение Уокера, вид которого определяется явным видом тензора восприимчивости $\vec{\chi}$ [4].

Выведем уравнение Уокера для однородной изотропной среды, в которой внутреннее поле равно H_i .

Уравнение движения вектора намагниченности (Ландау-Лифшица) имеет вид:

$$\frac{d\vec{M}}{dt} = -\gamma \cdot [\vec{M} \times \vec{H}]. \quad (11)$$

Здесь $\gamma > 0$, при этом свободная прецессия является правой.

В декартовой системе координат векторное произведение имеет вид:

$$[\vec{M} \times \vec{H}] = \vec{i}(M_y H_z - M_z H_y) + \vec{j}(M_z H_x - M_x H_z) + \vec{k}(M_x H_y - M_y H_x). \quad (12)$$

Так как постоянное поле направлено вдоль оси Oz (4), а в дальнейшем предполагается линеаризация, то можно считать, что переменное поле по этой оси отсутствует и ограничиться компонентами переменной намагниченности только по осям Ox и Oy :

$$\dot{M}_x = -\gamma(M_y H_z - M_z H_y), \quad (13)$$

$$\dot{M}_y = -\gamma(M_z H_x - M_x H_z). \quad (14)$$

Подставляя \vec{M} и \vec{H} в виде (4) и (5), а также выполняя линеаризацию, получаем систему уравнений для m_x и m_y :

$$i\omega m_x + \gamma H_i m_y = \gamma M_0 h_y, \quad (15)$$

$$\gamma H_i m_x - i\omega m_y = \gamma M_0 h_x. \quad (16)$$

Решая эту систему, находим:

$$m_x = \frac{\gamma^2 M_0 H_i}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} h_x + \frac{i\omega \gamma M_0}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} h_y, \quad (17)$$

$$m_y = -\frac{i\omega \gamma M_0}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} h_x + \frac{\gamma^2 M_0 H_i}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} h_y. \quad (18)$$

Введем обозначения:

$$\omega_H = \gamma H_i; \quad (19)$$

$$\omega_M = 4\pi \gamma M_0; \quad (20)$$

$$\Omega = \frac{\omega}{\omega_M} = \frac{\omega}{4\pi \gamma M_0}; \quad (21)$$

$$\Omega_H = \frac{\omega_H}{\omega_M} = \frac{H_i}{4\pi M_0}; \quad (22)$$

$$k = \frac{\Omega_H}{\Omega_H^2 - \Omega^2}; \quad (23)$$

$$v = \frac{\Omega}{\Omega_H^2 - \Omega^2}; \quad (24)$$

При этих обозначениях получаем:

$$\frac{\gamma^2 M_0 H_i}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\omega_M \omega_H}{\omega_H^2 - \omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\Omega_H}{\Omega_H^2 - \Omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot k; \quad (25)$$

$$\frac{i\omega \gamma M_0}{(\gamma H_i)^2 - \omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{i\omega \cdot \omega_M}{\omega_H^2 - \omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{i\Omega}{\Omega_H^2 - \Omega^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot iv; \quad (26)$$

Подставляя в (25) и (26) в (17) и (18), получаем:

$$4\pi m_x = k h_x + iv h_y, \quad (27)$$

$$4\pi m_y = -iv h_x + k h_y. \quad (28)$$

Подставляя в (27) и (28) h_x и h_y в соответствии с (8), получаем:

$$4\pi m_x = k \frac{\partial \psi}{\partial x} + iv \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad (29)$$

$$4\pi m_y = -iv \frac{\partial \psi}{\partial x} + k \frac{\partial \psi}{\partial y}. \quad (30)$$

Подставляя (29) и (30) в (10) и вводя обозначение:

$$\mu = 1 + k = 1 + \frac{\Omega_H}{\Omega_H^2 - \Omega^2}, \quad (31)$$

получаем уравнение для потенциала внутри среды - уравнение Уокера в виде:

$$\mu \left(\frac{\partial^2 \psi^i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi^i}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^2 \psi^i}{\partial z^2} = 0. \quad (32)$$

При этом уравнение для потенциала вне среды при $\vec{m} = 0$ принимает вид уравнения Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \psi^e}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi^e}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi^e}{\partial z^2} = 0. \quad (33)$$

Граничные условия

Рассмотрим геометрию задачи:

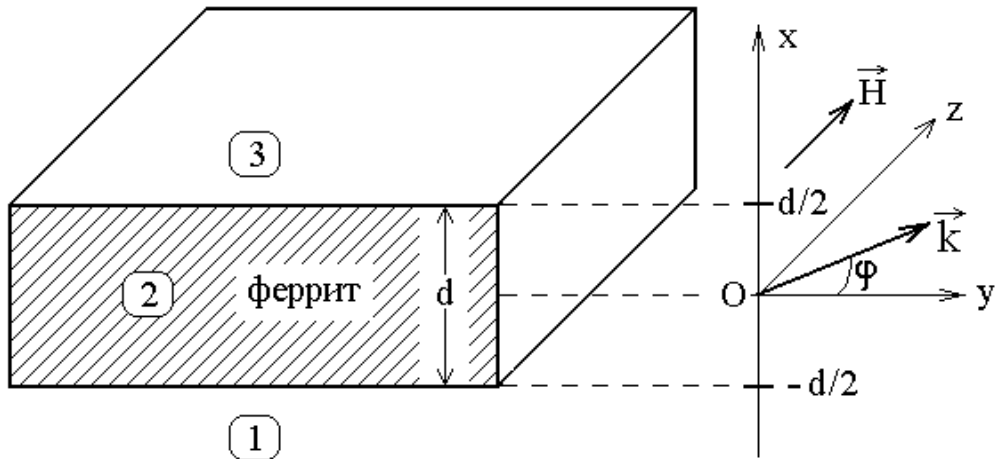


Рис. 2 – Геометрия задачи

Структура представляет собой безграничную ферритовую пластину 2 толщиной d , по обе стороны от которой находятся пустые полупространства 1 и 3. Система координат $Oxyz$ выбрана таким образом, что ее плоскость Oyz параллельна плоскостям ферритовой пластины, а ось Ox - перпендикулярна. При этом ось Oz ориентирована вдоль направления внешнего поля. Начало координат O находится посередине между поверхностными плоскостями пластины, координаты которых равны $\pm d/2$.

Граничные условия на поверхностях пластины - непрерывность нормальной компоненты индукции \vec{B} и тангенциальной компоненты поля \vec{H} :

$$B_x^i|_{x=\pm\frac{d}{2}} = B_x^e|_{x=\pm\frac{d}{2}}, \quad (34)$$

$$H_{y,z}^i|_{x=\pm\frac{d}{2}} = H_{y,z}^e|_{x=\pm\frac{d}{2}}. \quad (35)$$

Вычисляя отдельные компоненты \vec{B} и \vec{H} , получаем:

$$B_x^i = h_x^i + 4\pi m_x = \frac{\partial\psi^i}{\partial x} + k \frac{\partial\psi^i}{\partial x} + iv \frac{\partial\psi^i}{\partial y} = \mu \frac{\partial\psi^i}{\partial x} + iv \frac{\partial\psi^i}{\partial y}; \quad (36)$$

$$B_x^e = h_x^e = \frac{\partial\psi^e}{\partial x}; \quad (37)$$

$$H_y^i = h_y^i = \frac{\partial\psi^i}{\partial x}; \quad (38)$$

$$H_y^e = h_y^e = \frac{\partial\psi^e}{\partial x}; \quad (39)$$

$$H_z^i = h_z^i = \frac{\partial\psi^i}{\partial z}; \quad (40)$$

$$H_z^e = h_z^e = \frac{\partial\psi^e}{\partial z}; \quad (41)$$

Граничные условия принимают вид (всего 4 граничных условия):

$$\mu \frac{\partial\psi^i}{\partial x} + iv \frac{\partial\psi^i}{\partial y} \Big|_{x=\pm\frac{d}{2}} = \frac{\partial\psi^e}{\partial x} \Big|_{x=\pm\frac{d}{2}}; \quad (42)$$

$$\psi^i \Big|_{x=\pm\frac{d}{2}} = \psi^e \Big|_{x=\pm\frac{d}{2}}. \quad (43)$$

Вторая пара граничных условий получена из равенства производных, то есть выполняется с точностью до произвольной постоянной, прибавляемой к потенциалу (что является результатом интегрирования). В работе Дэймона-Эшбаха эта постоянная полагается равной нулю, так как все поля вычисляются через производные от потенциала, а производная от постоянной величины равняется нулю.

ПОЛНАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

Таким образом, получаем полную задачу в виде:

область 1 (вне феррита):

$$\frac{\partial^2\psi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi_1}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi_1}{\partial z^2} = 0. \quad (44)$$

область 2 (внутри феррита):

$$\mu \left(\frac{\partial^2\psi_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi_2}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^2\psi_2}{\partial z^2} = 0. \quad (45)$$

область 3 (вне феррита):

$$\frac{\partial^2\psi_3}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi_3}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi_3}{\partial z^2} = 0. \quad (46)$$

Граничные условия на нижней $(x = -\frac{d}{2})$ и верхней $(x = \frac{d}{2})$ поверхностях:

$$\mu \frac{\partial\psi_2}{\partial x} + iv \frac{\partial\psi_2}{\partial y} \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = \frac{\partial\psi_1}{\partial x} \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (47)$$

$$\mu \frac{\partial\psi_2}{\partial x} + iv \frac{\partial\psi_2}{\partial y} \Big|_{x=\frac{d}{2}} = \frac{\partial\psi_3}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}}; \quad (48)$$

$$\psi_2 \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = \psi_1 \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (49)$$

$$\psi_2 \Big|_{x=\frac{d}{2}} = \psi_3 \Big|_{x=\frac{d}{2}}. \quad (50)$$

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ БЕЗ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Рассмотрим решение в областях 1 - 3 по отдельности.

Область 1 (вне феррита).

Уравнение для потенциала ψ_1 в этой области имеет вид (44):

$$\frac{\partial^2\psi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi_1}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi_1}{\partial z^2} = 0. \quad (51)$$

Решим уравнение (51) методом разделения переменных. Для этого предположим, что решение имеет вид:

$$\psi_1 = X_1(x) \cdot Y_1(y) \cdot Z_1(z). \quad (52)$$

Подставим решение (52) в уравнение (51) и разделим все на $X_1 \cdot Y_1 \cdot Z_1$. Введем далее постоянные разделения λ_1 и μ_1 . Здесь и далее никаких предположений о действительности или мнимости этих постоянных не делается, знаки и квадраты используются для удобства.

Подставляя (52) в (51), получаем:

$$\frac{x_1''}{x_1} + \frac{y_1''}{y_1} + \frac{z_1''}{z_1} = 0. \quad (53)$$

Введем постоянную разделения λ_1 :

$$\frac{x_1''}{x_1} + \frac{y_1''}{y_1} = -\frac{z_1''}{z_1} = \lambda_1^2. \quad (54)$$

Из (54) получаем уравнение для Z_1 :

$$Z_1'' + \lambda_1^2 Z_1 = 0. \quad (55)$$

Его решение имеет вид:

$$Z_1 = G_1 e^{i\lambda_1 z} + H_1 e^{-i\lambda_1 z}. \quad (56)$$

Здесь и далее буквами A, B, C, D, G, H с соответствующими индексами будем обозначать произвольные постоянные, которые далее будут определены из граничных условий.

Аналогично находим Y_I и X_I . Из (54) получаем:

$$\frac{X_1''}{X_1} + \frac{Y_1''}{Y_1} = \lambda_1^2. \quad (57)$$

Вводя еще одну постоянную разделения μ_1 , получаем:

$$\frac{X_1''}{X_1} = -\frac{Y_1''}{Y_1} = \lambda_1^2 = \mu_1^2. \quad (58)$$

Из (58) получаем уравнение для X_I :

$$X_1'' - \mu_1^2 X_1 = 0. \quad (59)$$

Его решение имеет вид:

$$X_1 = A_1 e^{\mu_1 x} + B_1 e^{-\mu_1 x}. \quad (60)$$

Аналогично из (58) получаем уравнение для Y_I :

$$Y_1'' + (\mu_1^2 - \lambda_1^2) Y_1 = 0. \quad (61)$$

Его решение имеет вид:

$$Y_1 = C_1 e^{i\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_1^2} y} + D_1 e^{-i\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_1^2} y}. \quad (62)$$

Область 2 (внутри феррита).

Уравнение для потенциала ψ_I в этой области имеет вид (45):

$$\mu \left(\frac{\partial^2 \psi_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi_2}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^2 \psi_2}{\partial z^2} = 0. \quad (63)$$

Решим уравнение (63) методом разделения переменных. Для этого предположим, что решение имеет вид:

$$\psi_2 = X_2(x) \cdot Y_2(y) \cdot Z_2(z). \quad (64)$$

Подставим решение (64) в уравнение (63) и разделим все на $X_2 \cdot Y_2 \cdot Z_2$. Введем далее постоянные разделения λ_2 и μ_2 . Здесь также никаких предположений о действительности или мнимости этих постоянных не делается, знаки и квадраты используются для удобства.

Подставляя (64) в (63), получаем:

$$\mu \left(\frac{X_2''}{X_2} + \frac{Y_2''}{Y_2} \right) + \frac{Z_2''}{Z_2} = 0. \quad (65)$$

Введем постоянную разделения λ_2 :

$$\mu \left(\frac{X_2''}{X_2} + \frac{Y_2''}{Y_2} \right) = -\frac{Z_2''}{Z_2} = \lambda_2^2. \quad (66)$$

Из (66) получаем уравнение для Z_2 :

$$Z_2'' + \lambda_2^2 Z_2 = 0. \quad (67)$$

Его решение имеет вид:

$$Z_2 = G_2 e^{i\lambda_2 z} + H_2 e^{-i\lambda_2 z}. \quad (68)$$

Аналогично находим Y_2 и X_2 . Из (66) получаем:

$$\mu \left(\frac{X_2''}{X_2} + \frac{Y_2''}{Y_2} \right) = \lambda_2^2. \quad (69)$$

Вводя еще одну постоянную разделения μ_2 , получаем:

$$\frac{X_2''}{X_2} = -\frac{Y_2''}{Y_2} + \frac{\lambda_2^2}{\mu} = \mu_2^2. \quad (70)$$

Из (70) получаем уравнение для X_2 :

$$X_2'' - \mu_2^2 X_2 = 0. \quad (71)$$

Его решение имеет вид:

$$X_2 = A_2 e^{\mu_2 x} + B_2 e^{-\mu_2 x}. \quad (72)$$

Аналогично из (70) получаем уравнение для Y_2 :

$$Y_2'' + \left(\mu_2^2 - \frac{\lambda_2^2}{\mu} \right) Y_2 = 0. \quad (73)$$

Его решение имеет вид:

$$Y_2 = C_2 e^{i\sqrt{\mu_2^2 - \frac{\lambda_2^2}{\mu}} y} + D_2 e^{-i\sqrt{\mu_2^2 - \frac{\lambda_2^2}{\mu}} y}. \quad (74)$$

Область 3 (вне феррита).

Решение в этой области полностью аналогично решению в области 1 с заменой индекса "1" на индекс "3".

Полное решение имеет вид (формулы (58), (60), (62), (68), (72), (74)):

область 1:

$$X_1 = A_1 e^{\mu_1 x} + B_1 e^{-\mu_1 x}. \quad (75)$$

$$Y_1 = C_1 e^{i\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_1^2} y} + D_1 e^{-i\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_1^2} y}. \quad (76)$$

$$Z_1 = G_1 e^{i\lambda_1 z} + H_1 e^{-i\lambda_1 z}. \quad (77)$$

область 2:

$$X_2 = A_2 e^{\mu_2 x} + B_2 e^{-\mu_2 x}. \quad (78)$$

$$Y_2 = C_2 e^{i\sqrt{\mu_2^2 - \frac{\lambda_2^2}{\mu}} y} + D_2 e^{-i\sqrt{\mu_2^2 - \frac{\lambda_2^2}{\mu}} y}. \quad (79)$$

$$Z_2 = G_2 e^{i\lambda_2 z} + H_2 e^{-i\lambda_2 z}. \quad (80)$$

область 3:

$$X_3 = A_3 e^{\mu_3 x} + B_3 e^{-\mu_3 x}. \quad (81)$$

$$Y_3 = C_3 e^{i\sqrt{\mu_3^2 - \lambda_3^2}y} + D_3 e^{-i\sqrt{\mu_3^2 - \lambda_3^2}y}. \quad (82)$$

$$Z_3 = G_3 e^{i\lambda_3 z} + H_3 e^{-i\lambda_3 z}. \quad (83)$$

Предположим, что волна распространяется в плоскости Oyz . При этом зависимости всех трех решений от y и z должны совпадать. Из этого условия получаем:

$$\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_1^2} = \sqrt{\mu_2^2 - \frac{\lambda_1^2}{\mu}} = \sqrt{\mu_3^2 - \lambda_3^2}; \quad (84)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3. \quad (85)$$

Введем обозначения μ_0 и λ_0 из условий:

$$\mu_0 = \mu_2. \quad (86)$$

$$\lambda_0 = \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3. \quad (87)$$

Подставляя эти обозначения в (84), получаем:

$$\sqrt{\mu_1^2 - \lambda_0^2} = \sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}} = \sqrt{\mu_3^2 - \lambda_0^2}. \quad (88)$$

Выражение (88) можно рассматривать как систему двух уравнений относительно μ_1 и μ_3 . Возводя все три составляющих (88) в квадрат, после чего приравнявая первое и третье, а затем первое и второе, получаем:

$$\mu_1 = \sqrt{\mu_0^2 - \frac{\mu-1}{\mu} \cdot \lambda_0^2}; \quad (89)$$

$$\mu_3 = \sqrt{\mu_0^2 - \frac{\mu-1}{\mu} \cdot \lambda_0^2}; \quad (90)$$

Так как (согласно сделанному предположению) волна распространяется в плоскости Oyz , то $Y_{1,2,3}$ и $Z_{1,2,3}$ являются периодическими. При этом, поскольку они выражаются через экспоненту с мнимой единицей i в показателе, то λ_0 и $\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}}$ должны быть действительными.

Предположим, что решение в области 1 спадает до нуля при $x \rightarrow -\infty$, а в области 3 - при $x \rightarrow +\infty$. При этом, учитывая, что $\mu_1 > 0$ и $\mu_3 > 0$, получаем: $B1 = 0$ и $A3 = 0$.

Для удобства введем обозначения без индексов: $A1 = A$ и $B3 = B$, а также: $C_{1,2,3} = C$, $D_{1,2,3} = D$, $G_{1,2,3} = G$, $H_{1,2,3} = H$. В результате полное решение принимает вид:

часть решения, зависящая только от x :

$$X_1 = Ae^{\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\mu-1}{\mu} \lambda_0^2}x}. \quad (91)$$

$$X_2 = A_2 e^{\mu_0 x} + B_2 e^{-\mu_0 x}. \quad (92)$$

$$X_3 = Be^{-\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\mu-1}{\mu} \lambda_0^2}x}. \quad (93)$$

часть решения, зависящая только от y и z , одинаковая во всех областях:

$$Y = Ce^{i\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}}y} + De^{-i\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}}y}. \quad (94)$$

$$Z = Ge^{i\lambda_0 z} + He^{-i\lambda_0 z}. \quad (95)$$

В этом решении 8 постоянных коэффициентов, а граничных условий, по которым их предстоит определять, только 4. Поэтому 4 коэффициента можно задать произвольно. Предположим далее, что волны распространяются только в положительных направлениях осей Oy и Oz , то есть $C = 0$ и $G = 0$. Поскольку можно произвольно задать еще два коэффициента, то можно положить $D = 1$ и $H = 1$. При этом часть решения, зависящая только от y и z , принимает вид:

$$Y = e^{-i\sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}}y}. \quad (96)$$

$$Z = e^{-i\lambda_0 z}. \quad (97)$$

Таким образом, в полном решении остаются только 4 коэффициента A , A_2 , B_2 , B , для определения которых имеются 4 граничных условия (42), (43).

Введем теперь в решение волновые числа в явном виде с помощью обозначений:

волновое число по координате x вне пластины:

$$k_x^e = \sqrt{\mu_0^2 + \frac{\mu-1}{\mu} \cdot \lambda_0^2}; \quad (98)$$

волновое число по координате x внутри пластины:

$$k_x^i = -i \cdot \mu_0; \quad (99)$$

волновое число по координате y во всем пространстве:

$$k_y = \sqrt{\mu_0^2 - \frac{\lambda_0^2}{\mu}}; \quad (100)$$

волновое число по координате z во всем пространстве:

$$k_z = \lambda_0. \quad (101)$$

Данная система выражений содержит 6 величин: k_x^e , k_x^i , k_y , k_z , μ_0 , λ_0 . Так как четыре уравнения (98)-(101) содержат шесть неизвестных, то две из них можно исключить, в результате чего получатся два уравнения с четырьмя неизвестными. Исключим μ_0 и λ_0 . Для этого выразим их через k_x^i и k_z с помощью (99) и (101), подставим полученные выражения в (98) и (100), откуда после возведения в квадрат, получим:

$$(k_x^e)^2 = -(k_x^i)^2 + \frac{\mu-1}{\mu} \cdot k_z^2; \quad (102)$$

$$k_y^2 = -(k_x^i)^2 - \frac{1}{\mu} \cdot k_z^2. \quad (103)$$

В эти выражения μ_0 и λ_0 уже не входят. Однако здесь имеется четыре волновых числа k_x^e , k_x^i , k_y , k_z , связанные двумя уравнениями. Поэтому два из них можно задать изначально, а два других выразить через них. Поскольку в плоскости Oyz никаких ограничений для распространения волн нет (геометрически пластина ограничена только по оси Ox), то будем считать заданными k_y и k_z , а k_x^e и k_x^i выразим через них. Для этого пределаем следующее. Вычитая (103) из (102), получаем:

$$(k_x^e)^2 - k_y^2 - k_z^2 = 0. \quad (104)$$

Находя из этого выражения $(k_x^e)^2$ и подставляя в (102), получаем:

$$\mu[(k_x^i)^2 + k_y^2] + k_z^2 = 0. \quad (105)$$

Из (104) и (105) после несложных преобразований получаем:

$$k_x^e = \sqrt{k_y^2 + k_z^2}; \quad (106)$$

$$k_x^i = \sqrt{-(k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu})} = i \cdot \sqrt{k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu}}. \quad (107)$$

Полное решение в обозначениях (98)-(101) принимает вид:

часть решения, зависящая только от x :

$$X_1 = Ae^{k_x^e x}. \quad (108)$$

$$X_2 = A_2 e^{ik_x^i x} + B_2 e^{-ik_x^i x}. \quad (109)$$

$$X_3 = Be^{-k_x^e x}. \quad (110)$$

часть решения, зависящая только от y и z , принимает вид:

$$Y = e^{-ik_y y}. \quad (111)$$

$$Z = e^{-ik_z z}. \quad (112)$$

Здесь k_y и k_z - пока произвольные действительные величины (их действительность обусловлена отсутствием затухания). При этом из (106) следует, что k_x^e тоже всегда действительное, то есть X_1 и X_3 вне пластины экспоненциально спадают. В то же время, из (107) следует, что k_x^i может быть как действительным, так и мнимым, в зависимости от знака подкоренного выражения, которое определяется соотношением между величинами k_y и k_z , а также величиной и знаком μ в зависимости от Ω .

ЧАСТОТНЫЕ ОБЛАСТИ ОБЪЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Найдем частотные области объемных и поверхностных волн, для чего рассмотрим зависимость $\mu(\Omega)$, определяемую формулой (31):

$$\mu = 1 + \frac{\Omega_H}{\Omega_H^2 - \Omega^2}. \quad (113)$$

Возможны следующие случаи:

$$1) \Omega = 0, \text{ при этом: } \mu = 1 + \Omega_H^{-1}; \quad (114)$$

$$2) 0 < \Omega < \Omega_H, \text{ при этом: } 1 + \Omega_H^{-1} < \mu < +\infty; \quad (115)$$

$$3) \Omega_H < \Omega < \sqrt{\Omega_H(\Omega_H + 1)}, \text{ при этом: } -\infty < \mu < 0; \quad (116)$$

$$4) \Omega = \sqrt{\Omega_H(\Omega_H + 1)}, \text{ при этом: } \mu = 0; \quad (117)$$

$$5) \sqrt{\Omega_H(\Omega_H + 1)} < \Omega < +\infty, \text{ при этом: } 0 < \mu < 1. \quad (118)$$

Схема зависимости $\mu(\Omega)$ приведена на рис. 3.

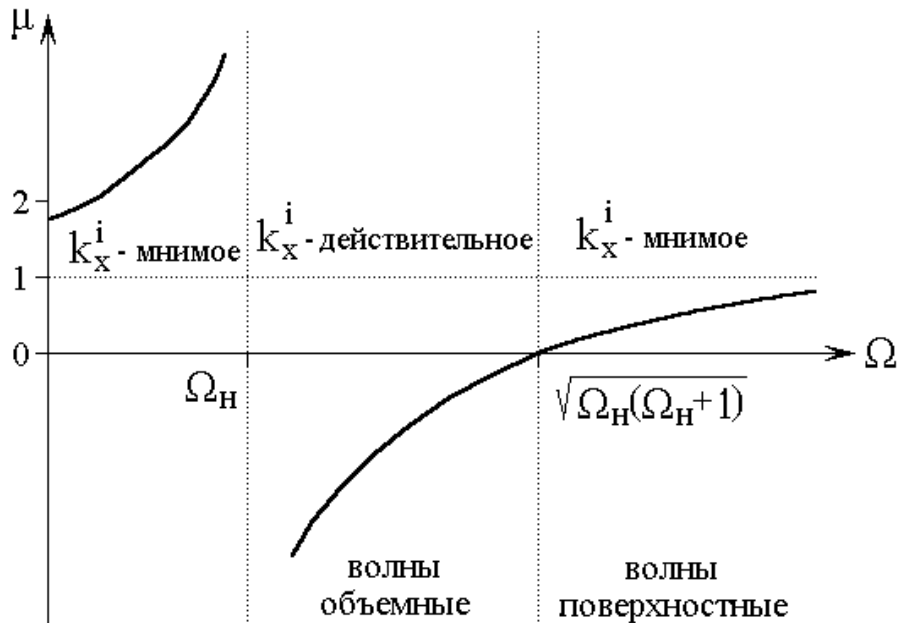


Рис. 3 – Схема зависимости μ от Ω .

Имеется только одна область 3: $\Omega_H < \Omega < \sqrt{\Omega_H(\Omega_H + 1)}$, где $\mu < 0$, то есть k_x^i может быть действительным. Это - область объемных волн, для которых зависимость потенциала ψ_2 от координаты x периодически осциллирует. В этой области действительность k_x^i определяется соотношением между k_y и k_z , определяемым условием:

$$k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu} < 0, \quad (119)$$

откуда получаем:

$$\frac{k_z}{k_y} > \sqrt{-\mu}, \quad (120)$$

что дает сектор, определяющий возможные пределы распространения объемных волн. Его величину удобно определять в цилиндрической системе координат с помощью угла отсечки.

В области 2: $0 < \Omega < \Omega_H$, где $\mu > 0$, волны не распространяются, так как при этом их частота должна была бы быть ниже частоты однородного ФМР.

В области 5: $\sqrt{\Omega_H(\Omega_H + 1)} < \Omega < +\infty$, где $\mu > 0$, величина k_x^i всегда мнимая. Это область поверхностных волн, для которых зависимость потенциала ψ_2 от координаты x спадает по экспоненте от той или иной поверхности пластины.

ВЫВОД ДИСПЕРСИОННОГО ОТНОШЕНИЯ ИЗ РЕШЕНИЯ И ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Решение имеет вид:

$$\psi_1 = X_1 \cdot Y \cdot Z, \quad (121)$$

$$\psi_2 = X_2 \cdot Y \cdot Z, \quad (122)$$

$$\psi_3 = X_3 \cdot Y \cdot Z, \quad (123)$$

Граничные условия на нижней ($x = -\frac{d}{2}$) и верхней ($x = \frac{d}{2}$) поверхностях имеют вид (47)-(50):

$$\mu \frac{\partial \psi_2}{\partial x} + i\nu \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = \frac{\partial \psi_1}{\partial x} \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (124)$$

$$\mu \frac{\partial \psi_2}{\partial x} + i\nu \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \Big|_{x=\frac{d}{2}} = \frac{\partial \psi_3}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}}; \quad (125)$$

$$\psi_2 \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = \psi_1 \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (126)$$

$$\psi_2 \Big|_{x=\frac{d}{2}} = \psi_3 \Big|_{x=\frac{d}{2}}; \quad (127)$$

Подставим решение (121)-(123) в граничные условия (124)-(127) и разделим первые два уравнения на Z , а вторые два уравнения на YZ . При этом получим граничные условия в виде:

$$\mu \frac{\partial X_2}{\partial x} \cdot Y + i\nu X_2 \frac{\partial Y}{\partial y} \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = \frac{\partial X_1}{\partial x} \cdot Y \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (128)$$

$$\mu \frac{\partial X_2}{\partial x} \cdot Y + i\nu X_2 \frac{\partial Y}{\partial y} \Big|_{x=\frac{d}{2}} = \frac{\partial X_3}{\partial x} \cdot Y \Big|_{x=\frac{d}{2}}; \quad (129)$$

$$X_2 \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = X_1 \Big|_{x=-\frac{d}{2}}; \quad (130)$$

$$X_2 \Big|_{x=\frac{d}{2}} = X_3 \Big|_{x=\frac{d}{2}}. \quad (131)$$

Здесь согласно (108)-(112):

$$X_1 = A e^{k_x^e x}. \quad (132)$$

$$X_2 = A_2 e^{ik_x^i x} + B_2 e^{-ik_x^i x}. \quad (133)$$

$$X_3 = B e^{-k_x^e x}. \quad (134)$$

$$Y = e^{-ik_y y}. \quad (135)$$

Находим производные из решения (132)-(135):

$$\frac{\partial X_1}{\partial x} = k_x^e \cdot A \cdot e^{k_x^e x}; \quad (136)$$

$$\frac{\partial X_2}{\partial x} = ik_x^i \cdot (A_2 e^{ik_x^i x} - B_2 e^{-ik_x^i x}); \quad (137)$$

$$\frac{\partial X_3}{\partial x} = -k_x^e \cdot B \cdot e^{-k_x^e x}; \quad (138)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial y} = -ik_y \cdot e^{-ik_y y}. \quad (139)$$

Введем обозначения:

$$\rho = \frac{k_x^i d}{2}; \quad (140)$$

$$\delta = \frac{k_x^e d}{2}. \quad (141)$$

Производные и решение на границах принимают вид:

$$\frac{\partial X_1}{\partial x} \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = k_x^e \cdot A \cdot e^{-\delta}; \quad (142)$$

$$\frac{\partial X_2}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}} = ik_x^i \cdot (A_2 e^{i\rho} - B_2 e^{-i\rho}); \quad (143)$$

$$\frac{\partial X_2}{\partial x} \Big|_{x=-\frac{d}{2}} = ik_x^i \cdot (A_2 e^{i\rho} - B_2 e^{-i\rho}); \quad (144)$$

$$\frac{\partial X_3}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}} = -k_x^e \cdot B \cdot e^{-\delta}; \quad (145)$$

$$X_1|_{x=-\frac{d}{2}} = A \cdot e^{-\delta}; \quad (146)$$

$$X_2|_{x=-\frac{d}{2}} = A_2 e^{-i\rho} + B_2 e^{i\rho}; \quad (147)$$

$$X_2|_{x=\frac{d}{2}} = A_2 e^{i\rho} + B_2 e^{-i\rho}; \quad (148)$$

$$X_3|_{x=\frac{d}{2}} = B \cdot e^{-\delta}. \quad (149)$$

Подставляя (135), (139), (142)-(149) в граничные условия (128)-(131) и разделяя на e^{-iky_y} , получаем систему уравнений для A, A_2, B_2, B :

$$\mu \cdot ik_x^i \cdot (A_2 e^{-i\delta} + B_2 e^{i\rho}) + \nu k_y \cdot (A_2 e^{-i\rho} + B_2 e^{i\rho}) = k_x^e \cdot A e^{-\delta}; \quad (150)$$

$$\mu \cdot ik_x^i \cdot (A_2 e^{i\rho} - B_2 e^{-i\rho}) + \nu k_y \cdot (A_2 e^{i\rho} + B_2 e^{-i\rho}) = -k_x^e \cdot B e^{-\delta}; \quad (151)$$

$$A_2 e^{-i\delta} + B_2 e^{i\rho} = A e^{-\delta}; \quad (152)$$

$$A_2 e^{i\rho} + B_2 e^{-i\rho} = B e^{-\delta}. \quad (153)$$

Введем обозначения:

$$\varepsilon_1 = i\mu k_x^i + \nu k_y; \quad (154)$$

$$\varepsilon_2 = -i\mu k_x^i + \nu k_y; \quad (155)$$

С этими обозначениями из (150)-(153) получаем:

$$A_2 \varepsilon_1 e^{-i\rho} + B_2 \varepsilon_2 e^{i\rho} - A k_x^e e^{-\delta} = 0; \quad (156)$$

$$A_2 \varepsilon_1 e^{i\rho} + B_2 \varepsilon_2 e^{-i\rho} + B k_x^e e^{-\delta} = 0; \quad (157)$$

$$A_2 e^{-i\rho} + B_2 e^{i\rho} - A e^{-\delta} = 0; \quad (158)$$

$$A_2 e^{i\rho} + B_2 e^{-i\rho} - B e^{-\delta} = 0. \quad (159)$$

Это - система 4 уравнений с 4 неизвестными A, A_2, B_2, B . Условием существования ненулевого решения является равенство нулю ее определителя: $D_0 = 0$, что и дает дисперсионное соотношение. Этот определитель имеет вид:

$$D_0 = \begin{vmatrix} \varepsilon_1 e^{-i\rho} & \varepsilon_2 e^{i\rho} & -k_x^e e^{-\delta} & 0 \\ \varepsilon_1 e^{i\rho} & \varepsilon_2 e^{-i\rho} & 0 & k_x^e e^{-\delta} \\ e^{-i\rho} & e^{i\rho} & -e^{-\delta} & 0 \\ e^{i\rho} & e^{-i\rho} & 0 & -e^{-\delta} \end{vmatrix}. \quad (160)$$

Для раскрытия этого определителя умножим третью строку на $-k_x^e$ и прибавим к первой, а затем умножим четвертую строку на k_x^e и прибавим ко второй. В результате получаем:

$$D_0 = \begin{vmatrix} (\varepsilon_1 - k_x^e) e^{-i\rho} & (\varepsilon_2 - k_x^e) e^{i\rho} & 0 & 0 \\ (\varepsilon_1 + k_x^e) e^{i\rho} & (\varepsilon_2 + k_x^e) e^{-i\rho} & 0 & 0 \\ e^{-i\rho} & e^{i\rho} & -e^{-\delta} & 0 \\ e^{i\rho} & e^{-i\rho} & 0 & -e^{-\delta} \end{vmatrix}. \quad (161)$$

Этот определитель разлагаем по четвертому столбцу, а тот, который остается - по третьему. Учитывая далее, что должно быть $D_0 = 0$, получаем уравнение вида:

$$\begin{vmatrix} (\varepsilon_1 - k_x^e) e^{-i\rho} & (\varepsilon_2 - k_x^e) e^{i\rho} \\ (\varepsilon_1 + k_x^e) e^{i\rho} & (\varepsilon_2 + k_x^e) e^{-i\rho} \end{vmatrix} = 0. \quad (162)$$

Раскрывая входящий в (162) определитель, получаем:

$$(\varepsilon_1 - k_x^e)(\varepsilon_2 + k_x^e) e^{-2i\rho} - (\varepsilon_1 + k_x^e)(\varepsilon_2 - k_x^e) e^{2i\rho} = 0, \quad (163)$$

откуда получаем дисперсионное соотношение в виде:

$$\frac{e^{2i\rho} - e^{-2i\rho}}{e^{2i\rho} + e^{-2i\rho}} = \frac{k_x^e(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{(k_x^e)^2 - \varepsilon_1 \varepsilon_2}. \quad (164)$$

Здесь входящие в (164) величины определяются через волновые числа в соответствии с формулами (продублированы для справки):

$$\rho = \frac{k_x^i d}{2}; \quad (165)$$

$$\varepsilon_1 = i\mu k_x^i + \nu k_y; \quad (166)$$

$$\varepsilon_2 = -i\mu k_x^i + \nu k_y; \quad (167)$$

$$k_x^e = \sqrt{k_y^2 + k_z^2}; \quad (168)$$

$$k_x^i = \sqrt{-\left(k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu}\right)} = i \cdot \sqrt{k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu}}. \quad (169)$$

В дисперсионное соотношение (164) входят четыре волновых числа: k_x^e, k_x^i, k_y, k_z . Два из них k_x^e и k_x^i с помощью выражений (168) и (169) можно исключить. При этом в дисперсионное соотношение будут входить только k_y и k_z . Это означает, что если задано, например k_y , то дисперсионное соотношение позволяет определить через k_y . Такое исключение можно удобно сделать в полярной системе координат, показанной на рис.3.

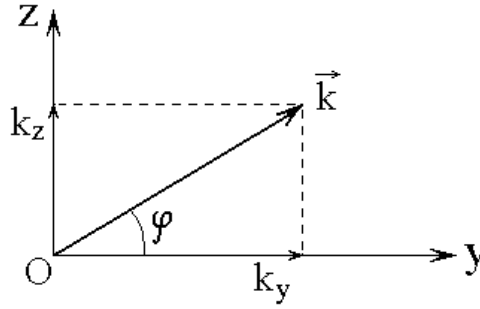


Рис. 3 – Волновой вектор в полярной системе координат.

При этом:

$$k_y = k \cdot \cos \varphi; \quad (170)$$

$$k_z = k \cdot \sin \varphi. \quad (171)$$

В этой системе координат волновые числа (168) и (169) принимают вид:

$$k_x^e = \sqrt{k_y^2 + k_z^2} = k; \quad (172)$$

$$k_x^i = i \cdot \sqrt{k_y^2 + \frac{k_z^2}{\mu}} = i \cdot k \cdot \sqrt{\cos^2 \varphi + \frac{\sin^2 \varphi}{\mu}} = i k \alpha, \quad (173)$$

где введено обозначение:

$$\alpha = \sqrt{\cos^2 \varphi + \frac{\sin^2 \varphi}{\mu}}. \quad (174)$$

Вычислим промежуточные выражения, входящие в дисперсионное соотношение (164):

$$2ip = -k d \alpha; \quad (175)$$

$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2\mu k \alpha; \quad (176)$$

$$\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = k^2 [(v^2 - \mu^2 + \mu) \cos^2 \varphi - \mu] = k^2 \cdot \beta, \quad (177)$$

где введено обозначение:

$$\beta = (v^2 - \mu^2 + \mu) \cos^2 \varphi - \mu. \quad (178)$$

При этом получаем:

$$k_x^e (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = 2\mu k^2 \alpha; \quad (179)$$

$$(k_x^e)^2 - \varepsilon_1 \varepsilon_2 = -k^2 (\beta - 1). \quad (180)$$

Подставляя (175), (179) и (180) в (164), получаем:

$$\frac{e^{-k d \alpha} - e^{k d \alpha}}{e^{-k d \alpha} + e^{k d \alpha}} = -\frac{2\mu \alpha}{\beta - 1}, \quad (181)$$

откуда получаем:

$$\frac{2\mu \alpha}{\beta - 1} = \frac{e^{k d \alpha} - e^{-k d \alpha}}{e^{k d \alpha} + e^{-k d \alpha}}, \quad (182)$$

или:

$$\frac{2\mu \alpha}{\beta - 1} = th(k d \alpha). \quad (183)$$

Преобразуя (183) получаем основное дисперсионное соотношение для изотропной ферритовой пластины со свободными поверхностями, намагниченной в плоскости:

$$\beta - 1 - 2\mu \alpha \cdot th(k d \alpha) = 0. \quad (184)$$

Здесь в соответствии с (174), (178), (31), (21), (22), (24):

$$\alpha = \sqrt{\cos^2 \varphi + \frac{\sin^2 \varphi}{\mu}}; \quad (185)$$

$$\beta = (v^2 - \mu^2 + \mu) \cos^2 \varphi - \mu; \quad (186)$$

$$\mu = 1 + \frac{\Omega_H}{\Omega_H^2 - \Omega^2}; \quad (187)$$

$$v = \frac{\Omega}{\Omega_H^2 - \Omega^2}. \quad (187a)$$

$$\Omega = \frac{\omega}{4\pi \gamma M_0}; \quad (188)$$

$$\Omega_H = \frac{H_i}{4\pi M_0}. \quad (189)$$

Дисперсионное соотношение (184) можно разрешить относительно k . Для этого удобно воспользоваться выражением (182), а именно: умножить числитель и знаменатель его правой части на $e^{k d \alpha}$, после чего разрешить полученное уравнение относительно $e^{2k d \alpha}$, откуда выразить k с помощью логарифма. В результате получаем дисперсионное соотношение в виде:

$$k = \frac{1}{2d\alpha} \cdot \ln \frac{\beta - 1 + 2\mu \alpha}{\beta - 1 - 2\mu \alpha}. \quad (190)$$

Построение графика зависимости

Для вывода уравнения дисперсионной зависимости $\omega(k)$ была выбрана формула дисперсионного соотношения (190). В результате преобразований и с учетом того, что для ПОМСВ волновой вектор k перпендикулярен внешнему магнитному полю, было получено следующее уравнение:

$$\omega = 4\pi \gamma M_0 \cdot \sqrt{-\frac{1}{4e^{2kd}} + \Omega_H + \Omega_H^2 + \frac{1}{4}}. \quad (191)$$

Далее для расчета полученной зависимости в пакете Scilab [5] был написан программный код, а также построен график зависимости. Они изображены на рисунке 4. В данном примере расчет производился в диапазоне волновых чисел от единицы до 5000, величина намагниченности M_0 равняется 10 Гс, индукция внешнего поля H_i равна 1000 Э, толщина пленки d равна 10 мкм.

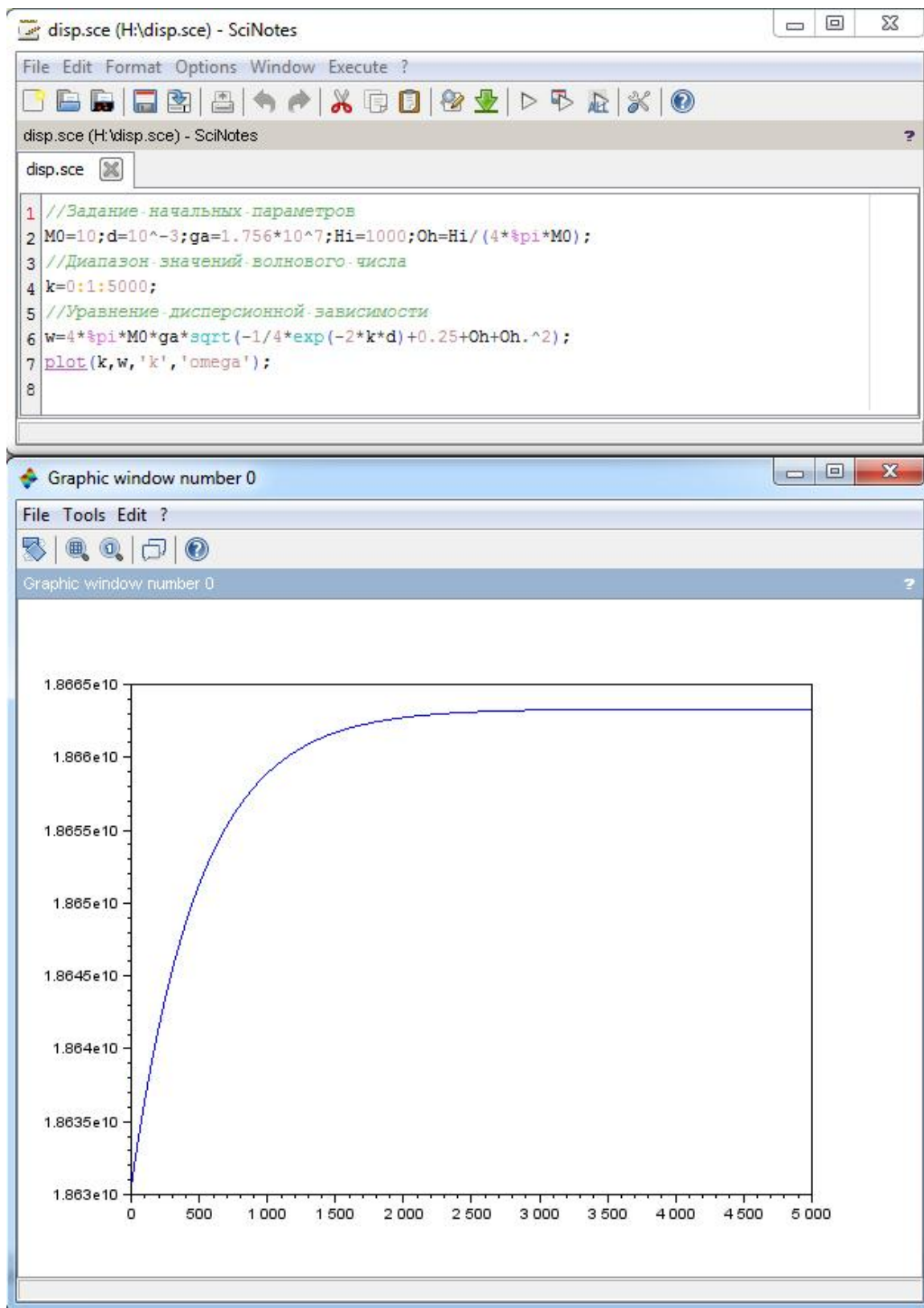


Рис. 4 – Окна программы Scilab с программным кодом и графиком дисперсионной зависимости.

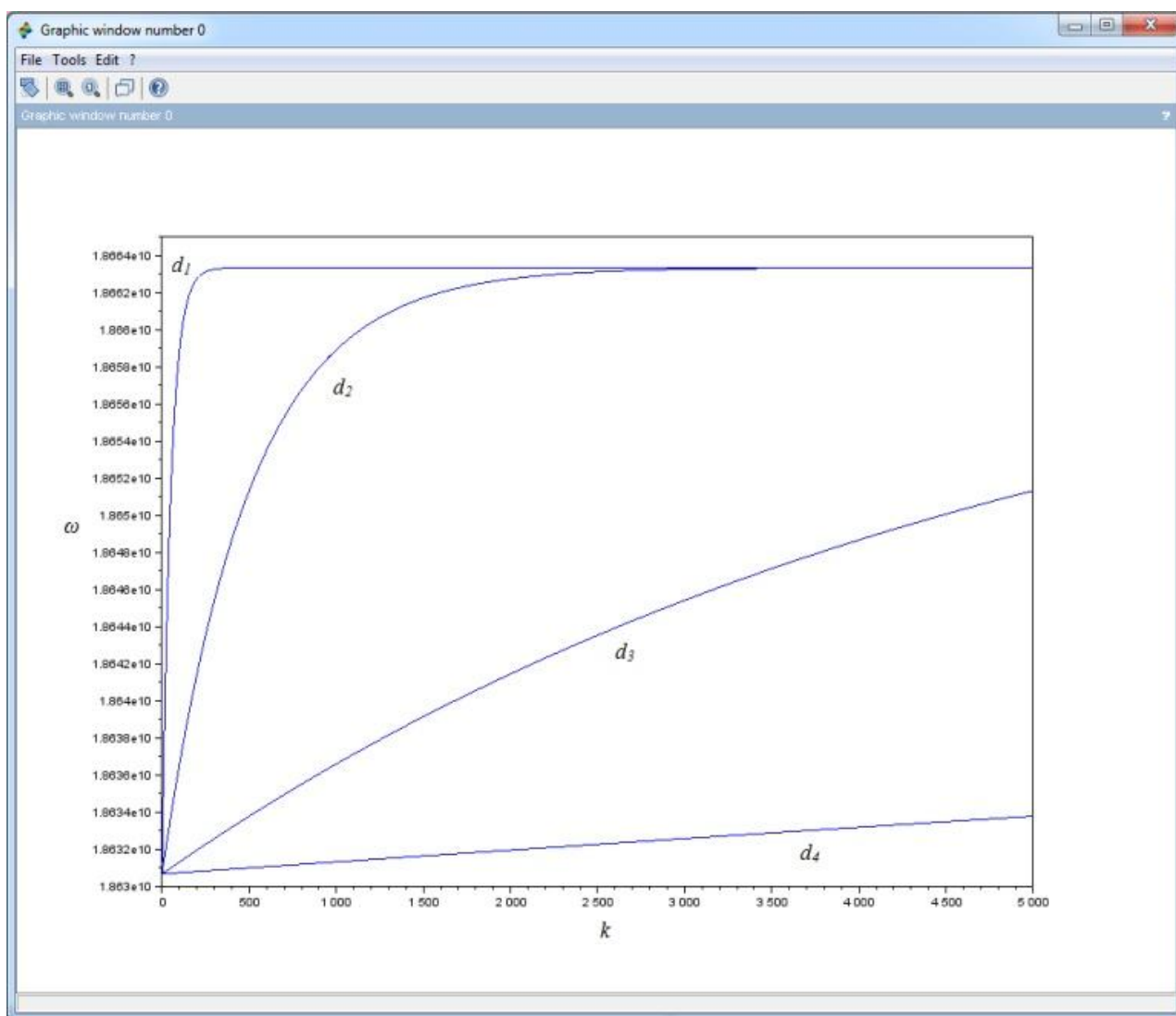
Из графика видно, что полученная зависимость достаточно хорошо коррелирует с законом дисперсии для ПОМСВ, представленным на рисунке 5, то есть, чем больше волновое число, тем выше частота, которая в определенный момент уходит в насыщение и больше не растет.



Рис. 5 – Закон дисперсии для ПОМСВ [6].

Сравнение зависимостей при различных параметрах

Далее на одном графике было построено несколько зависимостей $\omega(k)$ для разных значений толщины пленки d . График изображен на рисунке 6. На втором графике изображены те же зависимости для k от 1 до 400000. Намагниченность и поле те же, что и в предыдущем примере.



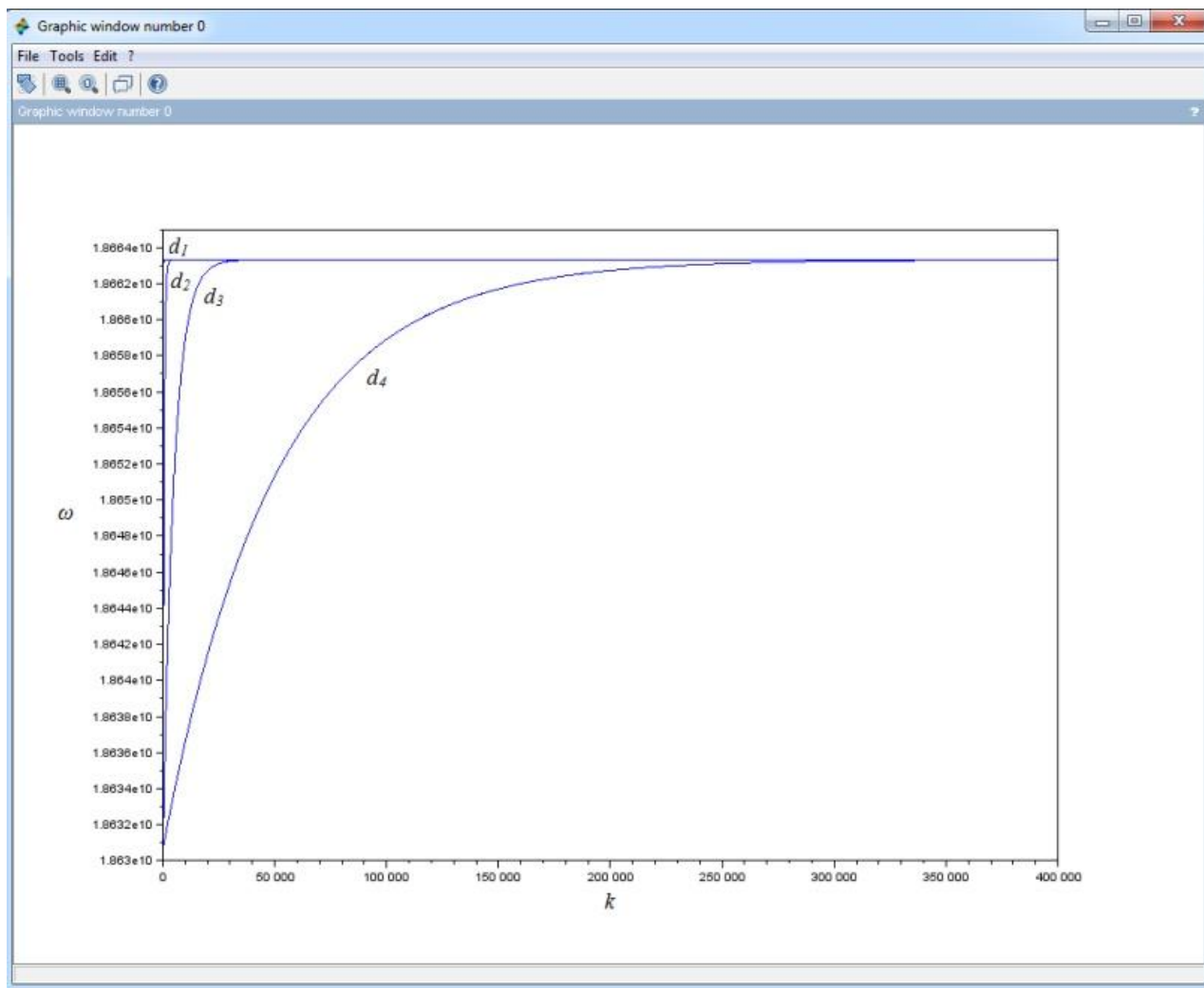


Рис. 6 – Дисперсионная зависимость ПОМСВ для пленок с различной толщиной ($d_1 = 0,1$ мкм, $d_2 = 1$ мкм, $d_3 = 10$ мкм, $d_4 = 100$ мкм).

Видно, что чем пленка тоньше, тем более пологая в итоге получается зависимость, то есть для тонких пленок частота растет гораздо быстрее, чем для более толстых. При этом на масштабе k 1÷400000 становится заметно, что все зависимости перестают расти, достигнув частоты примерно 18,663 МГц (тем быстрее, чем толщина пленки меньше).

Также на одном графике было построено несколько зависимостей $\omega(k)$ для разных значений намагниченности пленки M_0 при одном и том же значении H_i . График изображен на рисунке 7.

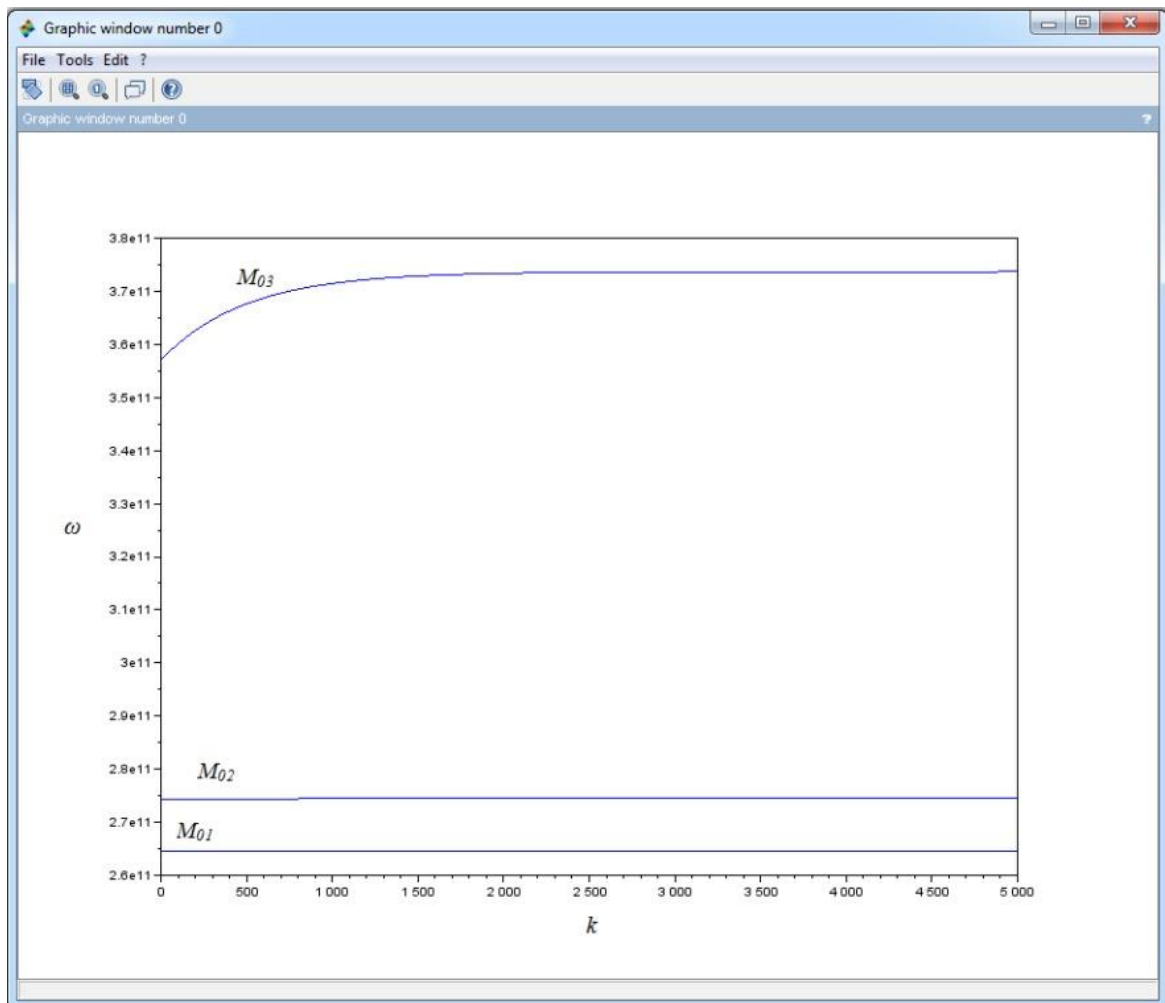
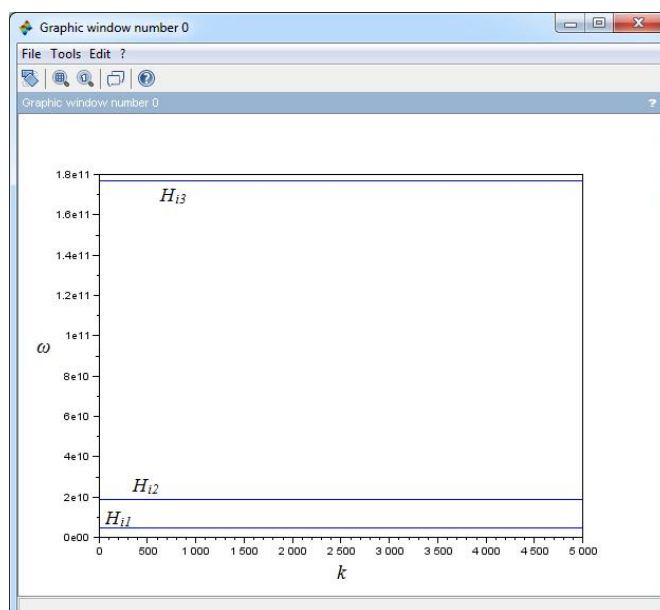


Рис. 7 – Дисперсионная зависимость ПОМСВ при разной величине намагниченности ($M_{01} = 10$ Гс, $M_{02} = 100$ Гс, $M_{03} = 1000$ Гс, $H_i = 15000$ Э, $d = 10$ мкм).

Из графика видно, что с ростом намагниченности при фиксированном поле также растет и частота, причем для больших M_0 частота растет сильнее (верхняя кривая на рисунке 7). Кроме того, чем меньше намагниченность, тем быстрее частота прекращает свой рост (две нижние прямые на рисунке 7).

Далее на одном графике было построено несколько зависимостей $\omega(k)$ для разных значений величины поля H_i при одном и том же значении намагниченности пленки M_{01} . Кроме того, так как данный масштаб не позволяет увидеть форму каждой зависимости, были построены отдельные графики для каждого значения H_i . Графики изображены на рисунке 8.



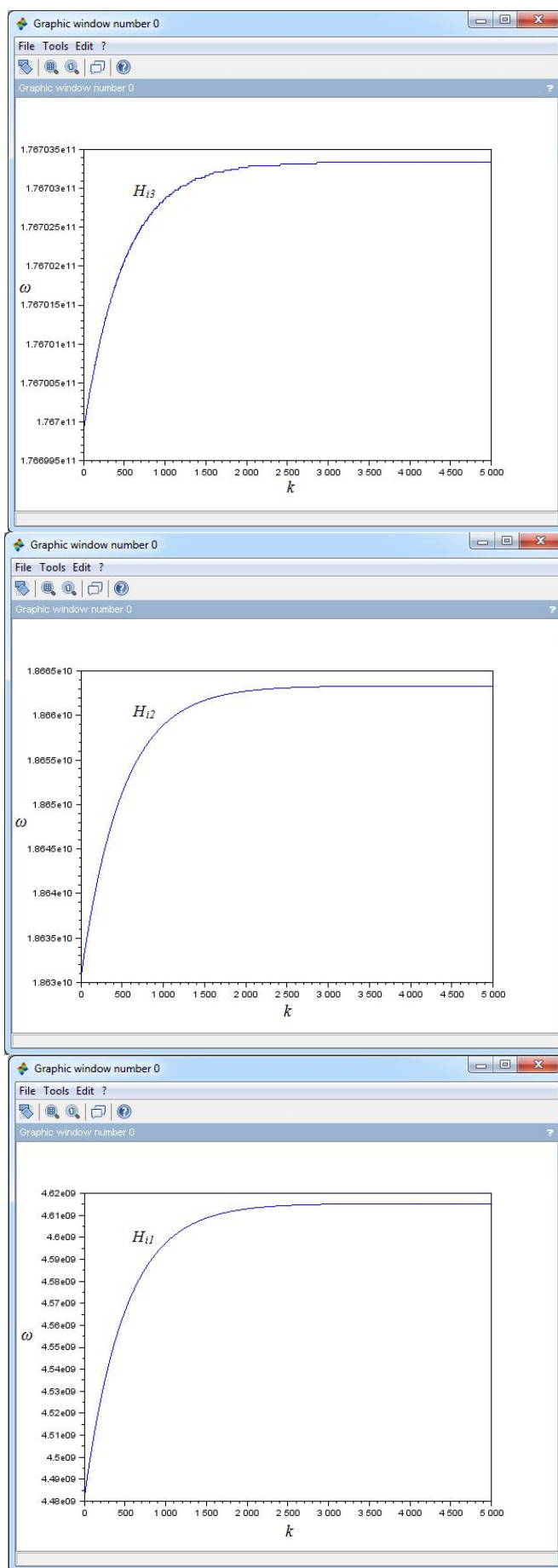


Рис. 8 – Дисперсионная зависимость ПОМСВ при разной величине намагниченности пленки ($H_{i1} = 200$ Э, $H_{i2} = 1000$ Э, $H_{i3} = 10000$ Э, $M_0 = 10$ Гс, $d = 10$ мкм).

Из графиков видно, что с ростом поля при фиксированной намагниченности также растет и частота, причем для больших H_i частота растет гораздо медленнее, но чем выше H_i , тем выше лежит сама зависимость (частота для верхней прямой на первом изображении рисунка 8 на порядок отличается от частоты для средней прямой).

Заключение

В ходе данной работы был произведен расчет дисперсионных характеристик магнитостатических волн. Были поставлены следующие задачи:

- вывод дисперсионного соотношения для объемных магнитостатических волн;
- получение дисперсионной зависимости $\omega(k)$;
- написание программы для численного расчета зависимости при разных значениях поля и толщины пленки в пакете Scilab, построение сравнительных графиков.

Все поставленные задачи были выполнены. Было построено несколько зависимостей для различных параметров, таких как толщина пленки величина внешнего поля и намагниченность пленки. Все полученные результаты соответствуют закону дисперсии для объемных магнитостатических волн, и все зависимости независимо от параметров имеют одинаковую форму (каждая на своем масштабе). Было найдено, что при разной толщине пленки частоты остаются неизменными, при этом для тонких пленок зависимость растет быстрее. Также для больших полей и намагниченности зависимости лежат выше.

Все характеристики рассчитывались для объемных магнитостатических волн.

Литература

1. Гуляев Ю. В., Зильберман П. Е. Взаимодействие СВЧ спиновых волн и электронов в слоистых структурах полупроводник-феррит (обзор) // РиЭ. – 1978. – Т. 23, № 5. С. 897.
2. Адам Дж. Д., Коллинз Дж. Х. Магнитостатические линии задержки сантиметрового диапазона на основе эпитаксиальных пленок железоиттриевого граната // ТИИЭР. – 1976. – Т. 64, №5. С. 277-285.
3. Данилов В. В., Зависляк И. В., Балинский М. Г. Спинволновая электродинамика. Киев: Либшь, 1991. 212 с.
4. Джексон Дж. Д. Классическая электродинамика. Пер. с англ. Г. В. Воскресенского и Л. С. Соловьева. Под ред. Э. Л. Бурштейна. М.: Мир, 1965. 703 с.
5. Scilab [Электронный ресурс] URL: <http://www.scilab.org> (дата обращения 17.12.2014).
6. Исхак В. С. Применение магнитостатических волн (обзор) // ТИИЭР. – 1988. – Т. 76, №2. С. 86-104.

References

1. Guljaev Ju. V., Zil'berman P. E. Vzaimodejstvie SVCh spinovyh voln i jelektronov v sloistyh strukturah poluprovodnik-ferrit (obzor) // RiJe. – 1978. – Т. 23, № 5. С. 897.
2. Adam J. D., Collins J. H. Magnitostaticeskije linii zaderzhki santimetrovogo diapazona na osnove jepitaksial'nyh plenok zhelezoittriyevo granata // TIIEr. – 1976. – Т. 64, №5. С. 277-285.
3. Danilov V. V., Zavisljak I. V., Balinskij M. G. Spinvolnovaja jelektrodinamika. Kiev: Libshh', 1991. 212 s.
4. Jackson J. D. Klassicheskaja jelektrodinamika. Per. s angl. G. V. Voskresenskogo i L. S. Solov'eva. Pod red. Je. L. Burshtejna.: M.: Mir, 1965. 703 s.
5. Scilab [Elektronnyj resurs] URL: <http://www.scilab.org> (data obrashhenija 17.12.2014).
6. Ishak V. S. Primenenie magnitostaticeskij voln (obzor) // TIIEr. – 1988. – Т. 76, №2. С. 86-104.

Ершов Д.К.

Кандидат физико-математических наук, Смоленский государственный университет

ЭФФЕКТ ЧАСТИЧНО-ДЫРОЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЭНЕРГИИ ОТДЕЛЕНИЯ ПРОТОНОВ И НЕЙТРОНОВ В ЗЕРКАЛЬНЫХ ЯДРАХ, БЛИЗКИХ К СИММЕТРИЧНЫМ

Аннотация

Используя экспериментальные данные рассчитаны энергия отделения протонов и нейтронов в зеркальных ядрах с $Z = N \pm 1$. Энергии отделения из нечетных подоболочек больше, чем из четных. После $Z \geq 32$ эта аномалия исчезает.

Ключевые слова: зеркальные ядра, протоны, нейтроны, энергии отделения, частично-дырочное взаимодействие.

Ershov D.K.

PhD in Physics and Mathematics, Smolensk State University.

THE EFFECT OF PARTICLE-HOLE INTERACTION TO THE ENERGY SEPARATION OF PROTONS AND NEUTRONS IN FAMILIES MIRROR NUCLEI AT NEARLY SYMMETRICAL

Abstract

By the used of experimental date are calculated an energy separation for the protons and neutrons in the family mirror nuclei with ($Z = N \pm 1$). Of the energy separation from nuclei with odd nucleon subshell is the more then with even subshell. This anomaly vanish after $Z \geq 32$.

Keywords: mirror nucleus, protons, neutrons, energy branch, particle-hole interaction.

1. Introduction

At present time, there are no unified microscopic theory, which from first principles explains all the properties of Atomic nuclei. [1, 2]

This is largely due to the fact that the atomic nuclei even medium-sized, and even more heavy elements, are multiparticle systems consisting of strongly interacting nucleons. Therefore, for the study of nuclear properties, processes of nuclear interactions has to use different semiempirical approaches appropriate to different model representations (mean-field theory, shell model, model of pair interactions). It should be noted that the finite of the sizes of nuclei leads to additional difficulties in their theoretical description. Infinite system turns out to be easier to describe. A special place among the famous atomic nuclei

occupy so-called mirror nuclei. This pair of nuclei which the number of neutrons in one equals the number of protons in another $N_1 = Z_2$ and conversely $N_2 = Z_1$.

In such nuclei in the most refined can explore some nuclear effects - for example, energy symmetry which $\sim (N - Z)^2$.

In this paper calculates the energy separation of protons S_p and neutrons S_n in families mirror nuclei with $Z = N \pm 1$.

2. Methodology

Energy separation are determined by the known method

$$S_p(Z, N) = M(Z - 1, N) + M_H - M(Z, N) \quad (1)$$

$$S_n(Z, N) = M(Z, N - 1) + M_n - M(Z, N) \quad (2)$$

Here M is the mass of the relevant isotopes, M_n - the mass of a neutron, M_H - mass of hydrogen atoms. Often, instead of a mass of use value $(M - A)$. The final results for S_p and S_n , is not change as a consequence of the conservation of baryon charge (in this case A).

If you use the available experimental data [3, 4] for the corresponding mirror nuclei up $Z = 40$, you can calculate the energy separation S_p and S_n .

3. Results and Discussion

The results of calculations are presented in the table.

Table – Energy separation (in Kev).

Isotop	S_n	S_p	Isotop	S_n	S_p
$^{19}\text{K}_{20}$	13075	6380	$^{27}\text{Co}_{28}$	14085	5062
$^{20}\text{Ca}_{19}$	13293	5769	$^{28}\text{Ni}_{27}$	14195	4613
$^{20}\text{Ca}_{21}$	8363	8893	$^{28}\text{Ni}_{29}$	10268	7351
$^{21}\text{Sc}_{20}$	16188	1086	$^{29}\text{Cu}_{28}$	17191	1007
$^{21}\text{Sc}_{22}$	12135	7930	$^{29}\text{Cu}_{30}$	12761	3417
$^{22}\text{Ti}_{21}$	12273	4492	$^{30}\text{Zn}_{29}$	13401	3217
$^{22}\text{Ti}_{23}$	9529	8482	$^{30}\text{Zn}_{31}$	10467	5326
$^{23}\text{V}_{22}$	16100	1622	$^{31}\text{Ga}_{30}$	13821	855
$^{23}\text{V}_{24}$	13001	5167	$^{31}\text{Ga}_{32}$	12991	2810
$^{24}\text{Cr}_{23}$	13228	4836	$^{32}\text{Ge}_{31}$	11621	3069
$^{24}\text{Cr}_{25}$	10528	8145	$^{32}\text{Ge}_{33}$	10051	4863
$^{25}\text{Mn}_{24}$	16514	2084	$^{33}\text{As}_{32}$	13221	9
$^{25}\text{Mn}_{26}$	13685	5271	$^{33}\text{As}_{34}$	13201	2318
$^{26}\text{Fe}_{25}$	13869	4891	$^{34}\text{Se}_{33}$	9151	2899
$^{26}\text{Fe}_{27}$	10683	7529	$^{37}\text{Rb}_{38}$	13664	2467
$^{27}\text{Co}_{26}$	16481	1591	$^{38}\text{Sr}_{37}$	13996	1994

Calculations were done for $Z = 12 \div 40$, but in order to save we give the values only for the most interesting area of values Z .

The results of calculations shows that for some couples mirror nuclei is observed anomaly: energy separation S_p and S_n for odd subhell exceed the corresponding value for even subhell. After $Z = 32$ this anomaly disappears (except for a pair of $^{75}_{37}\text{Rb}_{38}$ and $^{75}_{38}\text{Sr}_{37}$). It is easy to notice, that all «normal» pair in the model α clustering can be presented as $m\alpha + {}_1H_0$ or $m\alpha + {}_0n_1$, and all abnormal pairs in the form $m\alpha + {}_1H_2$ or $m\alpha + {}_2He_1$, m - the number of α particles (${}_2He_2$).

The fact that the energy separation of a single of the valence neutrons and protons is less than the energy separation of nucleons from closed subhell ${}_2He_2$ quite understandable. But why energy separation of protons from ${}_2He_1$ less energy separation of proton from ${}_1H_2$, and energy separation of neutrons from ${}_1H_2$ less energy separation of protons from ${}_2He_1$ not entirely clear. Of course, the shell model are its sphere application and the nucleons are moving in a self-consistent field all other nucleons, but the effects pairing of identical nucleons in nuclei have long been considered established.

You should pay attention to the fact that the anomaly disappears after $Z = 32$. In this area, the binding energy of nucleons reach maximum (nuclear saturation).

The biggest specific binding energy of the nucleus ${}_{28}\text{Ni}_{28}$, but this nucleus is specific - it doubly magic. In the recent paper [5] it is stated that the correlation effects are maximized at $Z = 32$.

It is also interesting to note that ${}_1^3H_2$ and ${}_2^3He_1$ may be regarded as a respectively with proton and neutron holes. Particle-hole interaction actively used in various variants of modern microscopic theory of the nucleus [1, 2], and the anomaly may reflect the changing nature of the interaction of the particle-hole state in the region $Z = 32$ in the mirror nuclei.

Quartet (actually α partial) clustering symmetric ($N = Z$) nuclei in was considered in [6]. There was studied isovector pairing - alpha-particle presented as a system of two isovector pairs.

It should be noted that in the vicinity of the magical $Z = 28$ no radical changes are taking place. These changes are observed at $Z \geq 32$ when filling starts proton $1f_{5/2}$ subshell. It ends with $Z = 38$, and then begins the collectivization filled

(intruders) configuration of high orbits. It leads, for example, to the absence of closed subshell when $N = 40, Z = 40$, [7].

Perhaps the single return anomalies for ${}_{37}\text{Rb}_{38}$ and ${}_{38}\text{Sr}_{37}$ related to the end of filling subshell.

4. Conclusion

In conclusion, we note that, perhaps for the first time showed the influence of the particle-hole interaction to the energy separation of the nucleons in the mirror nuclei. It is interesting to investigate and other characteristics of these mirrored pairs on the influence of these anomalies.

Литература

1. Мигдал А. Б. Теория конечных Ферми-систем и свойства атомных ядер. М.: Наука, 1983.
2. Соловьев В. Г. Теория атомных ядер – квазичастицы и фононы. М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Физические величины. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Атомные массы, 2011.
5. Porquet M.-G. and Sorlin O. Phys. Rev. C85.014303 (2012)
6. Sanduliscu N., Neqrea D., Dukelsky J. and Johnson C.W. Phys. Rev. C85.061303 (2012)
7. Naimi S. G. Audi, Beek D., Blaum K. et all. Phys Rev. C85.014325 (2012)

References

1. Migdal A. B. Teorija konechnyh Fermi-sistem i svoystva atomnyh jader. M.: Nauka, 1983.
2. Solov'ev V. G. Teorija atomnyh jader – kvazichasticy i fonony. M.: Jenergoatomizdat, 1989.
3. Fizicheskie velichiny. Spravochnik. M.: Jenergoatomizdat, 1991.
4. Atomnye massy, 2011.
5. Porquet M.-G. and Sorlin O. Phys. Rev. C85.014303 (2012)
6. Sanduliscu N., Neqrea D., Dukelsky J. and Johnson C.W. Phys. Rev. C85.061303 (2012)
7. Naimi S. G. Audi, Beek D., Blaum K. et all. Phys Rev. C85.014325 (2012)

Коняев Ю.А.¹, Кленина Л.И.²

¹Доктор физико-математических наук, доцент, ²кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

МЕТОД РАСЩЕПЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НА ПОЛУОСИ

Аннотация

Изучены вопросы существования и единственности решения краевых задач для неавтономных однородных систем обыкновенных дифференциальных уравнений с T – периодической матрицей при наличии регулярных возмущений. Получены достаточные условия устойчивости и асимптотической устойчивости решений таких задач.

Ключевые слова: системы с T - периодической матрицей, регулярные возмущения, устойчивость, асимптотика.

Konyaev Yu.A.¹, Klenina L.I.²

¹PhD in Physics and mathematics, professor, ²PhD in Physics and mathematics, PhD of pedagogical Sciences, professor, National research University «Moscow power engineering Institute»

SPLITTING METHOD OF THE STUDY OF MULTIPOINT BOUNDARY VALUE PROBLEMS ON THE HALF-LINE

Abstract

Studied the existence and uniqueness of the solution of boundary value problems for non-Autonomous homogeneous systems of ordinary differential equations with T – periodic matrix in the presence of a regular perturbation. We obtained sufficient conditions of stability and asymptotic stability of solutions of such problems.

Keywords: the systems with T - periodic matrix, the regular perturbations, the stability, the asymptotics.

1. Существование и единственность решения краевой задачи на полуоси

Рассмотрим линейную систему

$$\dot{x} = A(t)x + f(t); (t \geq 0, x, f \in R^n), \text{ где } A(t), f(t) \in C[0, +\infty) \quad (1)$$

при наличии краевых условий

$$\sum_{j=1}^m F_j x(t_j) = \alpha; \quad (1 \leq m \leq n), (0 = t_1 < t_2 < \dots < t_m = 1) \quad (2)$$

где F_j – некоторые постоянные матрицы, $j = 1, 2, \dots, m$.

При значении $m = 1$ получаем известную начальную задачу, решение которой всегда существует и единственно. При $2 \leq m \leq n$ решение краевой задачи (1)–(2) не всегда существует.

При анализе многоточечных начально краевых задач вида (1)–(2) на полуоси следует выделить два момента.

1. Существование единственного решения на любом конечном отрезке $[0, t_0] \subset R^+$, $(t_0 > 1)$.

2. В случае существования такого решения на полуоси необходимо исследовать его на устойчивость (или асимптотическую устойчивость) при $t \rightarrow +\infty$.

Сформулируем [1] теорему об однозначной разрешимости и укажем конкретный алгоритм построения решения задачи (1)–(2) без использования традиционного аппарата функции Грина.

Теорема 1. Если для задачи (1)–(2) выполняется условие $\det F \neq 0$, где $F = \sum_{j=1}^m F_j \Phi(t_j)$, а $\Phi(t)$ – произвольная фундаментальная матрица соответствующей однородной ($f(t) \equiv 0$) системы (1), тогда краевая задача (1)–(2) однозначно разрешима на любом $[0, t_0]$ ($t_0 \geq 1$) и её решение может быть представлено в виде,

$$x(t) = \Phi(t)C + \sum_{k=1}^m \Phi_k(t) \int_{t_k}^t \Phi^{-1}(s)f(s)ds, \quad (3)$$

$$\text{где} \quad C = F^{-1} \left(\alpha - \sum_{j=1}^m F_j \sum_{k=1}^m \Phi_k(t_j) \int_{t_k}^{t_j} \Phi^{-1}(s)f(s)ds \right), \quad (4)$$

$\Phi_k(t)$ – квадратные матрицы ($k = 1, 2, \dots, n$), содержащие столбцы фундаментальной матрицы $\Phi(t)$ и при этом

$$\dot{\Phi}_k = A(t)\Phi_k(t), \quad (k = 1, 2, \dots, n), \quad \sum_{k=1}^m \Phi_k(t) = \Phi(t).$$

Доказательство. Справедливость представления (3) следует из того, что оно является суммой общего решения $\Phi(t)C$ однородного уравнения и частного решения неоднородного уравнения (1) специального вида

$$z(t) = \sum_{k=1}^m \Phi_k(t) \int_{t_k}^t \Phi^{-1}(s)f(s)ds.$$

Это проверяется прямым дифференцированием последнего равенства. В самом деле,

$$\begin{aligned} \dot{z}(t) &= \sum_{k=1}^m \dot{\Phi}_k(t) \int_{t_k}^t \Phi^{-1}(s)f(s)ds + \left(\sum_{k=1}^m \Phi_k(t) \right) \Phi^{-1}(t)f(t) = \\ &= A(t) \sum_{k=1}^m \Phi_k(t) \int_{t_k}^t \Phi^{-1}(s)f(s)ds + f(t) = A(t)z + f(t). \end{aligned}$$

При этом вектор C однозначно определяется краевыми условиями

$$\sum_{j=1}^m F_j x(t_j) = FC + \sum_{j=1}^m F_j \sum_{k=1}^m \Phi_k(t_j) \int_{t_k}^{t_j} \Phi^{-1}(s)f(s)ds = \alpha,$$

что и завершает доказательство теоремы 1.

Замечание 1. Теорема 1 является эффективной, т.е. решение явно выписывается формулой (3) только при известной фундаментальной матрице $\Phi(t)$. В общем случае следует построить близкую к системе (1) другую систему $\dot{x} = B(t)x$, где разность $A(t) - B(t)$ на отрезке $[0, t_0]$ достаточно мала по некоторой норме. Тогда, если выполняется условие $\det F_0 \neq 0$, где $F_0 = \sum_{j=1}^m F_j \Psi(t_j)$, и $\Psi(t)$ – произвольная фундаментальная матрица системы $\dot{x} = B(t)x$, то решение задачи (1)–(2) может быть сведено к решению эквивалентного специального интегрального уравнения $x = Lx$, здесь

$$Lx \equiv \Psi(t)C + \sum_{k=1}^m \Psi_k(t) \int_{t_k}^t \Psi^{-1}(s)[(A(s) - B(s))x + f(s)]ds \quad (5)$$

и вектор C определяется по аналогии с формулой (4) как

$$C = F_0^{-1} \left\{ \alpha - \sum_{j=1}^m F_j \sum_{k=1}^m \Psi_k(t_j) \int_{t_k}^{t_j} \Psi^{-1}(s)[(A(s) - B(s))x + f(s)]ds \right\}.$$

Оператор L , введённый в формуле (5), при достаточной малости нормы $\|A(t) - B(t)\|$, будет сжимающим, что гарантирует однозначную разрешимость интегрального уравнения $x = Lx$ и эквивалентной ему начально краевой задаче (1)–(2).

2. *Анализ краевых задач на полуоси для однородных систем с T -периодической матрицей при наличии регулярных возмущений*

Рассмотрим краевые задачи для однородных систем с T -периодической матрицей $A(t)$, представимой в виде

$$A(t) = A_0 + \delta A(t), \quad \text{где } A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T A(t)dt - \text{среднее значение, а } \delta - \text{некоторый параметр.}$$

Следуя методу расщепления [2, с.13] для произвольной квадратной $n \times n$ матрицы $A = \{a_{jk}\}_1^n$, введём обозначения для её «диагональной» части $\bar{A} = \text{diag}\{a_{11}, \dots, a_{nn}\}$ и «бездиагональной» части $\bar{\bar{A}} = A - \bar{A}$.

Теорема 2. Пусть дана однозначно разрешимая краевая задача с T – периодической матрицей:

$$\dot{x} = A(t, \varepsilon)x; \quad \sum_{j=1}^n F_j x(t_j) = \beta, \quad (0 = t_1 < t_2 < \dots < t_n), \quad (6)$$

где матричный ряд $A(t, \varepsilon) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k(t) \varepsilon^k$ из T – периодических матриц $A_k(t)$ сходится абсолютно и равномерно по некоторой норме при достаточно малых $|\varepsilon| < 1$ и $t \geq 0$.

Если матрица A_0 имеет простой спектр $\{\lambda_{0j}\}_1^n$, удовлетворяющий условиям $\sigma_{jk} \equiv \lambda_{0j} - \lambda_{0k} \neq i \frac{2\pi q}{T}$ ($j, k = 1, 2, \dots, n; j \neq k, q = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$),

тогда задача (6) при достаточно малых $|\varepsilon| < 1$ с помощью невырожденной T – периодической замены $x = S_0 H_{(N)}(t, \varepsilon)z$;

$$\left(S_0^{-1} A_0 S_0 = \Lambda_0, \Lambda_0 = \text{diag} \{ \lambda_{01}, \dots, \lambda_{0n} \}, H_{(N)} = E + \sum_{k=1}^N H_k(t) \varepsilon^k \right)$$

может быть приведена к краевой задаче с почти диагональной матрицей вида $\dot{z} = Q(t, \varepsilon)z$;

$$\sum_{j=1}^n F_j S_0 H_{(N)}(t_j) = \beta; \quad (z(0) = z_0) \quad (7)$$

$$\left(Q(t, \varepsilon) = \Lambda_{(N)}(\varepsilon) + \varepsilon^{N+1} G(t, \varepsilon); \quad \|G(t, \varepsilon)\| \leq C; \quad \Lambda_{(N)}(\varepsilon) = \sum_{k=1}^N \Lambda_k(t) \varepsilon^k \right),$$

где постоянные диагональные матрицы Λ_k и T – периодические матрицы $H_k(t)$ однозначно определяются с помощью итерационного алгоритма ($k = 1, 2, \dots, N$).

Доказательство. В условиях теоремы всегда существует невырожденная замена $x = S_0 y$, приводящая систему (6) к виду

$$\dot{y} = B(t, \varepsilon)y, \quad \left(B(t, \varepsilon) = \Lambda_0 + \sum_{k=1}^{\infty} B_k(t) \varepsilon^k \right).$$

Последующее преобразование $y = H_{(N)}(t, \varepsilon)z$, невырожденное при $|\varepsilon| < 1$, даёт нужный результат (7), если матрицы $B(t, \varepsilon)$, $H_{(N)}(t, \varepsilon)$ и $Q(t, \varepsilon)$ удовлетворяют дифференциальному матричному уравнению

$$\dot{H}_{(N)}(t, \varepsilon) = B(t, \varepsilon)H_{(N)}(t, \varepsilon) - H_{(N)}(t, \varepsilon)Q(t, \varepsilon).$$

Приравнивая в последнем уравнении коэффициенты при одинаковых степенях ε , получим однотипные дифференциальные матричные уравнения вида

$$\dot{H}_k(t) = P_k(t) - \Lambda_k + \Lambda_0 H_k(t) - H_k(t) \Lambda_0 \quad (k = 1, 2, \dots, n), \quad (8)$$

где $P_1(t) = B_1(t)$; $P_k(t) = B_k(t) + \sum_{j=1}^{k-1} (B_j(t)H_{k-j}(t) - H_{k-j}(t)\Lambda_j)$ при $k = 1, 2, \dots, N$.

Разбив уравнение (8) на «диагональную» и «бездиагональную» части, получим два уравнения

$$\dot{\bar{H}}_k(t) = \bar{P}_k(t) - \Lambda_k \quad \text{и} \quad \dot{\bar{H}}_k(t) - \bar{H}_k(t)\Lambda_0 + \bar{P}_k(t).$$

Первое из этих уравнений имеет единственное T – периодическое решение $\bar{H}_k(t) = \int_0^t (P_k(s) - \Lambda_k) ds$, если

$$\Lambda_k = \frac{1}{T} \int_0^T \bar{P}_k(t) dt \quad (k = 1, 2, \dots, N).$$

Второе матричное уравнение распадается на $(n^2 - n)$ скалярных дифференциальных уравнений вида: $\dot{h}_{ijk}(t) = \sigma_{ij} h_{ijk}(t) + p_{ijk}(t)$ ($i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j; k = 1, 2, \dots, N$), имеющих в условиях теоремы 2 единственное T – периодическое решение

$$h_{ijk}(t) = e^{\sigma_{ij}(t+T)} \left(1 - e^{\sigma_{ij}T} \right)^{-1} \int_t^{t+T} e^{\sigma_{ij}s} p_{ijk}(s) ds.$$

Оценка $\|G(t, \varepsilon)\| \leq C$ проверяется непосредственно. Теорема 2 доказана.

3. Анализ устойчивости решений

Теорема 3. Если в условиях теоремы 2 спектр $\{\lambda_j(\varepsilon)\}_1^n$ матрицы $\Lambda_{(N)}(\varepsilon)$ в задаче (7) удовлетворяет неравенствам $\operatorname{Re} \lambda_j(\varepsilon) \leq -\sigma_0 \varepsilon^q < 0$ ($j=1, 2, \dots, n$; $q=0, 1, 2, \dots, N$), тогда решение задачи (7) на полуоси и эквивалентной ей задаче (6) асимптотически устойчиво.

Доказательство. Применяя дифференциальное неравенство для квадрата нормы решения задачи [2, с.14] получаем оценку $|z(t)| \leq |z_0| \exp(-2\sigma_1 \varepsilon^q |z|^2)$, из которой следует асимптотическая устойчивость решения задачи (6), что и требовалось доказать.

Теорема 4. Пусть выполнены условия теоремы 2. Если спектр $\{\lambda_j(\varepsilon)\}_1^n$ матрицы $\Lambda_{(N)}(\varepsilon)$ в задаче (7) удовлетворяет неравенствам $\operatorname{Re} \lambda_j(\varepsilon) \leq -\sigma_0 < 0$ ($j=1, 2, \dots, n$), то асимптотика ($\varepsilon \rightarrow +0$) решения краевой задачи (6) с T -периодической матрицей может быть представлена в виде:

$$x(t, \varepsilon) = S_0 H_{(N)}(t, \varepsilon) \exp(\Lambda_{(N)}(\varepsilon)t) C + O(\varepsilon^{N+1}),$$

где вектор C однозначно определяется из краевых условий $\sum_{j=1}^n F_j S_0 H_{(N)}(t_j, \varepsilon) \exp(\Lambda_{(N)}(\varepsilon)t_j) C = \beta$, а матричные функции $\Lambda_{(N)}(\varepsilon)$ и $H_{(N)}(t, \varepsilon)$ однозначно определяются методами теоремы 2.

Доказательство. Применяя дифференциальное неравенство Бернулли [2, с.15]: $\dot{y} \leq -2\sigma_0 y + b_0 \sqrt{y}$, где $y(t, \varepsilon) \equiv |p|^2 \geq 0$, а вектор функция $p(t, \varepsilon)$ удовлетворяет вспомогательной задаче $\dot{p} = Q(t, \varepsilon)p + b(t, \varepsilon)$; ($p(0, \varepsilon) = 0$), получаем оценку $y(t, \varepsilon) \leq e^{-2\sigma_1 t} \left(\sqrt{u_0} + \frac{b_0}{2\sigma_1} (e^{\sigma_1 t} - 1) \right)^2 \leq \text{Const}$, которая завершает доказательство теоремы 4 [2, с.15].

Замечание 2. Теорема 2 является аналогом метода усреднения для заданного класса задач.

4. Анализ периодических систем в критических случаях

Рассмотрим систему:

$$\dot{x} = \varepsilon A(t, \varepsilon)x; \quad \sum_{j=1}^n F_j x(t_j, \varepsilon) = \beta, \quad (x(0, \varepsilon) = x_0), \quad (9)$$

(где матричный ряд $A(t, \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k(t) \varepsilon^k$ из непрерывных T -периодических матриц $A_k(t)$, ($k=0, 1, 2, \dots$), сходится абсолютно и равномерно при $|\varepsilon| \ll 1$ и $t \geq 0$).

Теорема 5. Для однозначно разрешимой краевой задачи (9) при наличии T -периодической матрицы $A_0(t)$ произвольной жордановой структуры при $|\varepsilon| \ll 1$ существует невырожденная T -периодическая замена

$$x = H_{(N)}(t, \varepsilon) y \quad \left(H_{(N)}(t, \varepsilon) = E + \sum_{k=1}^N H_k(t) \varepsilon^k \right), \quad (10)$$

приводящая задачу (9) к эквивалентной задаче с почти постоянной матрицей вида

$$\dot{y} = \varepsilon B(t, \varepsilon) y, \quad \sum_{j=1}^n F_j S_0 y(t_j, \varepsilon) = \beta, \quad y(0, \varepsilon) = y_0 \quad (11)$$

$$\left(B(t, \varepsilon) = B_{(N)}(\varepsilon) + \varepsilon^{N+1} G(t, \varepsilon), \quad B_{(N)}(\varepsilon) = \sum_{k=1}^N B_k \varepsilon^k, \quad \|G(t, \varepsilon)\| \leq C_0 \right),$$

причем матрицы B_k и $H_k(t)$ однозначно определяются с помощью итерационного алгоритма ($k=0, 1, 2, \dots, N$).

Доказательство. Прямая подстановка (10) в (9) даёт нужный результат (11), если матрицы $A(t, \varepsilon)$, $H_{(N)}(t, \varepsilon)$ и $B(t, \varepsilon)$ удовлетворяют дифференциальному матричному уравнению

$$\dot{H}_{(N)}(t, \varepsilon) = \varepsilon (A(t, \varepsilon) H_{(N)}(t, \varepsilon) - H_{(N)}(t, \varepsilon) B(t, \varepsilon)).$$

Приравнявая в последнем уравнении коэффициенты при одинаковых степенях ε , получим набор однотипных дифференциальных матричных уравнений вида $\dot{H}_{k-1}(t) = P_k(t) - B_k$, где $P_0 = A_0(t)$,

$$P_k(t) = A_k(t) + \sum_{j=1}^{k-1} (A_j(t) H_{k-j}(t, \varepsilon) - H_{k-j}(t, \varepsilon) B_j) \quad (k=1, 2, \dots, N), \quad \text{которые имеют единственное } T \text{ -}$$

периодическое решение при каждом $k=1, \dots, N$. В этом случае $H_{k-1}(t) = \int_0^t (P_k(s) - B_k) ds$, и $B_k = \frac{1}{T} \int_0^T P_k(t) dt$.

Оценка $\|G(t, \varepsilon)\| \leq C_0$ проверяется простым вычислением.

Теорема 6. Если в условиях теоремы 5 для однозначно разрешимой краевой задачи (9) спектр $\{\lambda_{0j}\}_1^n$ матрицы B_0 удовлетворяет условиям $\operatorname{Re} \lambda_{0j} \leq -\sigma_0 < 0$ ($j=1, -n$), тогда решение задачи (9) и эквивалентной ей задачи (11) будет асимптотически устойчиво.

Доказательство. Всегда существует невырожденная замена:

$$y = S_0 z, \quad \left(S_0 : S_0^{-1} B_0 S_0 = J_0 = \Lambda_0 + N_0, \|N_0\| < \frac{\sigma_0}{2} \right).$$

С помощью этой замены задача (11) приводится к эквивалентной ей задаче вида $\dot{z} = \varepsilon Q(t, \varepsilon) z$,

$$\sum_{j=1}^n F_j S_0 z(t_j, \varepsilon) = \beta. \quad (12)$$

Здесь $Q(t, \varepsilon) = J_0 + \varepsilon R(t, \varepsilon)$ и $\|R(t, \varepsilon)\| \leq C$.

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{d|z|^2}{dt} &= \varepsilon \operatorname{Re}(z^* \Lambda_0 z) + \varepsilon \operatorname{Re}(z^* N_0 z) + \varepsilon^2 C |z|^2 \leq \\ &\leq \left(-\varepsilon \sigma_0 + \varepsilon \frac{\sigma_0}{2} + \varepsilon^2 C \right) |z|^2 \leq -\varepsilon \sigma_1 |z|^2, \quad \left(0 < \sigma_1 < \frac{\sigma_0}{2} \right) \end{aligned}$$

Оценка $|z(t, \varepsilon)| \leq |z_0| \exp(-\varepsilon \sigma_1 t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow +\infty$, гарантирует асимптотическую устойчивость решений эквивалентных задач (12), (11) и (9), что и требовалось доказать.

Вывод. В данной статье с помощью нетрадиционного подхода (т.е. без использования функции Грина) продемонстрирован метод расщепления для анализа краевых задач на полуоси.

Для систем с T -периодической матрицей получены конструктивные достаточные критерии устойчивости (и асимптотической устойчивости) решений таких задач, что можно рассматривать как обобщение теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости по первому приближению для указанного класса задач.

Литература

1. Коняев Ю.А. Асимптотические и аналитические методы решения некоторых классов прикладных модельных задач: Монография. – М.: изд-во Российского университета дружбы народов, 2005. – 160 с.
2. Коняев Ю.А., Кленина Л.И. О некоторых классах многоточечных краевых задач для T -периодических систем на полуоси / Современное состояние естественных и технических наук: Материалы XIX Международной научно-практической конференции (19.06.2015). – М.: Издательство «Спутник +», 2015. с. 10-16.

References

1. Konyaev Yu. A. Asymptotic and analytical methods for solving some classes applied model problems: Monograph. – M.: publishing house of the Russian University of friendship of peoples, 2005. – 160 p.
2. Konyaev Yu. A., Klenina L. I. On some classes of multipoint boundary value problems for T -periodic systems on the half-line / The modern condition of natural and technical Sciences: The materials of the XIX International scientific-practical conference (19.06.2015). – M.: Publishing House "Sputnik +", 2015. p. 10-16.



Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris. Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций BAK.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 миллионами структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

Надарейшвили М.М.¹, Гегечкори Т.О.¹, Мамниашвили Г.И.², Зедгинидзе Т.И.³, Петриашвили Т.Г.³,
Цакадзе С.Дж.¹

¹Кандидат физ.мат.наук, ²доктор физ.мат.наук, ³ магистр,
Тбилисский государственный университет, институт физики им.Э.Андроникашвили
Работа выполнена при поддержке гранта фонда им.Ш.Руставели #AR/126/3-250/14

ВЛИЯНИЕ КЛАСТЕРОВ Ni-B НА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОПОРОШКОВ TiO₂

Аннотация

Была изучена возможность изменения спектров поглощения фотокаталитических нанопорошков TiO₂ с целью увеличения эффективности фотокаталитической реакции и тем самым более эффективного использования энергии солнечного излучения. Было найдено, что нанесение кластеров Ni-B на поверхность наночастиц порошков TiO₂ с помощью оригинальной нанотехнологии, разработанной авторами статьи, существенно увеличивает поглощение солнечной энергии.

Ключевые слова: нанотехнология, фотокатализаторы, диоксид титана.

Nadareishvili M.M.¹, Gegechkori T.O.¹, Mamniashvili G.I.², Zedginidze T.I.³, Petriashvili T.G.³, Tsakadze S.J.¹

¹PhD in Physics and Mathematics, ²PhD in Physics and Mathematics, ³Magister,
Tbilisi State University, E.Andronikashvili Institute of Physics

The work was supported by Rustaveli foundation grant #AR/126/3-250/14

IMPACT OF CLUSTERS Ni-B ON THE PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF TiO₂ NANOPOWDERS

Abstract

The possibilities for changing the absorption spectra of the anatase modification of the photocatalytic TiO₂ nanopowder were studied with the aim enhancing the efficiency of the photocatalytic reaction and to use more efficiently the energy of solar radiation for photocatalysis. It was found that the deposition of Ni-B clusters on the TiO₂ powder by the unique nanotechnology developed by the authors increases significantly the absorption of solar energy.

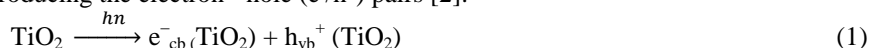
Keywords: nanotechnology, photocatalisators, titanium dioxide

1. Introduction

It is well known that gas and fuel supply on the Earth under the conditions of current consumption will soon be exhausted. The current fuel consumption intensity is defined by the industrialization of mankind, and practically it is impossible to slow it down. For this reason the only way out is finding of alternative energy sources: one of the most promising trends on this way is the water dissociation into hydrogen and oxygen using the solar energy and the use of produced hydrogen as fuel, the final product of which under burning is again water.

The nowadays actual problem hindering the wide application of the above-described method in practice is the low efficiency of the photocatalytic reaction – the reaction of water dissociation into hydrogen and oxygen with solar radiation energy by using catalysts. Hence the pressing problem many investigations are devoted to is the enhancement of the efficiency of the photocatalytic reaction. Considering the importance of the problem, enhancement of the efficiency of photocatalysts attracts the attention of many researchers throughout the world [1-3].

It is believed currently that the most promising substance for the photocatalysis is titanium dioxide TiO₂. Photocatalysis over a semiconductor oxide such as TiO₂ is initiated by the absorption of a photon with energy equal to or greater than the band gap of the semiconductor (3.2 eV for TiO₂) producing the electron - hole (e⁻/h⁺) pairs [2].



Consequently, after irradiation, the TiO₂ particle can act as either an electron donor or as an acceptor for molecules in the surrounding media. However, the photoinduced charge separation in bare TiO₂ particles has a very short lifetime because of charge recombination. Therefore, it is important to prevent the hole-electron recombination before the above-mentioned chemical reaction occurs on the TiO₂ surface.

Having recognized that charge separation is a major problem, numerous techniques were developed to minimize this effect. One such technique is to scavenge photogenerated charges with strongly absorbed substances. The increase of the distance of charge separation can be obtained by adding metal and metal oxide clusters to the surface of the semiconductor particle.

The electrons produced upon band-gap excitation are injected into the metal particles, and positively charged holes are injected into the metal oxide. Various substances can be used to capture either holes or electrons, allowing them to react.

2. Results and discussion

In this paper we investigated the optical absorption spectra of the TiO₂ nanopowders in order to study the possibility of improvement of their photocatalytic properties by increasing the light absorption and of enhancement of photocatalysis reaction efficiency. We performed some investigations in the above-mentioned field, namely, the nanotechnology making it possible to change the optical properties of TiO₂ powders as desired were found. First of all, at Andronikashvili Institute of Physics a unique nanotechnology of coating of nanoparticles with clusters of different sizes from different materials (as example, Ni-B) was developed [4]. These nanostructures were fabricated using electroless deposition of metals and alloys. The peculiarity of the method consists in the maintaining of low temperature during the coating reaction (58-60°C), which preserves the physical – technical properties of the substance to be coated. The proposed nanotechnology has a number of other advantages: it is simple, low-cost and hence competitive of production process purposes.

For studying the possibilities of nanotechnology we developed, the experiments were conducted by the following procedure: the optical absorption spectra of the distillate suspension of the photocatalyst powder was studied, two crystallographic modifications of the TiO₂ powder (anatase and rutile) were used. The light absorption of distilled water over the entire working spectral range was preliminarily studied. It appeared to be rather low. However, in order to exclude the

distortion of absorption spectra of the powders under study as a result of the distillate effect, we recorded the absorption spectra of the powders dissolved in the distillate in reference to pure distillate instead of the air. For this purpose, the cell with the solution of the powder under study was placed in one compartment of the 4-compartment spectrophotometer Φ -46 and an identical cell with pure distillate – in other compartment. To check the validity of the procedure used, we prepared several similar reference aqueous solutions of the same powder. Then their absorption curves were taken. The obtained spectra coincided very closely with the maximum difference of $\pm 5\%$.

For testing the efficiency of the developed nanotechnology of deposition of Ni clusters on photocatalytic TiO_2 nanopowders, we took two modifications of the TiO_2 powder, anatase and rutile, with the grains $\sim 200\text{nm}$ in size. We prepared their identical suspensions in distillate and recorded their absorption spectra over the wavelength range from 200 to 800 nm. The measurements showed that the absorption spectra of the nanopowders under study were very much alike, without any particular absorption at any wavelength. Then we deposited Ni-B clusters on the surface of powder particles under study and recorded again their absorption spectra over the same wavelength range by the same technique. The measurements showed that the absorption spectrum of rutile changed only slightly, while that of anatase altered dramatically: there appeared a clear and wide maximum at the wavelength 350nm. This implies a sharp increase in the absorption of light energy

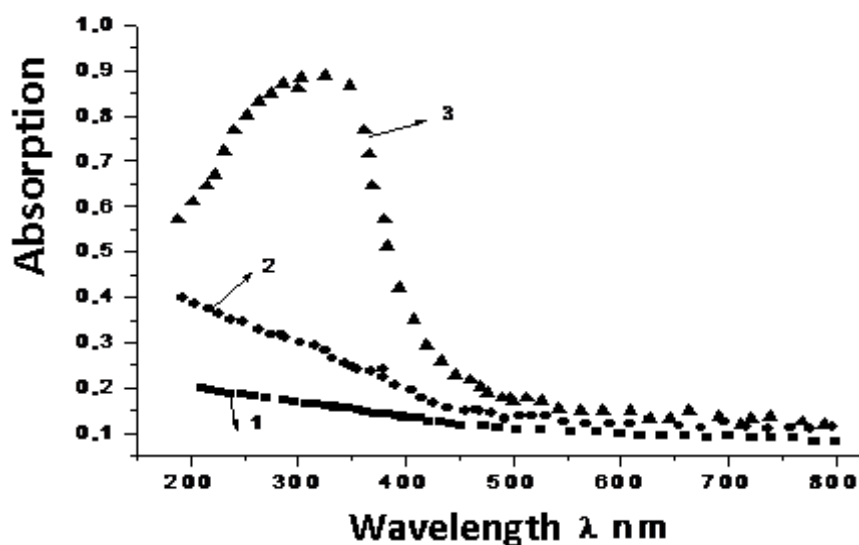


Fig.1

Absorption spectra of the TiO_2 nanopowders

curve 1 corresponds to the absorption spectra of the TiO_2 nanopowders of the Rutile modification.

curve 2 corresponds to the absorption spectra of the TiO_2 nanopowders of the Anatase modification.

curve 3 corresponds to the absorption spectra of the TiO_2 nanopowders of the Anatase modification after their coating with Ni-B nanoclusters.

at the given wavelength, which in turn would enhance the efficiency of photocatalysis in the result of treatment of photocatalytic TiO_2 nanopowders by the nanotechnology we developed. Figure1 shows the absorption spectra of the TiO_2 nanopowders of rutile (curve 1) and anatase (curve 2) modification, curve 3 shows the absorption spectra of the TiO_2 nanopowders of anatase modification coated with Ni-B nanoclusters.

Acknowledgment: The authors express their very deep gratitude to Prof. J.J.Ramsden (University of Buckingham - UK) for his very useful discussions,

References

1. M. Kaneko. I. Okuna. Photocatalysis Science and Technology. Kodansha Springer. Tokyo 2002.
2. J.J.Ramsden, Nanotechnology, Copenhagen: Ventus (2009).
3. Vishnu Prabhakar, Tahira Bibi. Nanotechnology: Future Tools for Water Remediation. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, vol.3 Iss.7, p. 54-59, 2013.
4. Teimuraz Kheperia, Grigor Mamniashvili, Malkhaz Nadareishvili and Tinatin Zedginidze. Competitive nanotechnology for deposition of films and fabrication of powder-like particles. ECS Trans. vol.35, Iss.10, 17 (2011)

Онянов С.Е.

Учитель физики, Пермский государственный педагогический университет.

Работа выполнена без поддержки грантов

НОВАЯ ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ

Аннотация

В статье рассмотрено – на примере существующих аналогий и на примере воображаемых и возможных к проведению экспериментов – проанализирован возможный механизм гравитации как вида движения тел, возбуждаемого на уровне атомов.

Ключевые слова: гравитация, сила тяжести, природа гравитации.

Onyanov S.E.

Teacher of physics, Perm State Pedagogical University.

This work without the support of grants.

NEW THEORY OF GRAVITY

Abstract

In the article - for example, there is an analogy, and the example of the imaginary and possible to conduct experiments - to analyze the possible mechanism of gravity as a form of motion of bodies excited at the atomic level.

Keywords: gravity, the force of gravity, the nature of gravity.

Описание

Если допустить, что абсолютного вакуума нет, а есть некий эфир, или сам вакуум в роли эфира, то можно провести следующие теоретические выводы по вопросу – Что такое гравитация?

1) Вакуум является первичной основой и строительным материалом физической материи, и переносчиком энергии между объектами микромира в форме волновых возмущений.

2) Основными параметрами вакуума являются его энергетическая плотность и скорость распространения возмущений этой плотности, как в консервативной нелинейной системе (Н.с.*), в которой **энергия колебательных (волновых) процессов сохраняется**. И соответственно в местах скопления частиц материи – вакуум имеет большее насыщение волновой энергией.

3) Каждая элементарная частица микромира – протон, электрон и другие, исходя из своего строения и своих энергий движения, воздействуют на окружающий их вакуум в виде изменений нелинейных возмущений его плотности. **

4) Нелинейные возмущения плотности вакуума распространяются во все стороны от частицы и имеют векторную и энергетическую характеристики. Энергия данных возмущений пропорциональна квадрату расстояния от частицы как от центра возмущения.

5) Ввиду того, что частиц микромира в небольшом объёме пространства находится множество, то возмущения плотности вакуума от всех частиц в целом образует пересечения векторов этих возмущений и их энергетической плотности, и соответственно в целом вокруг любой группы частиц образуется определённый фон/шум/поле нелинейных возмущений плотности вакуума. Данное «поле», как и энергия данных возмущений, изменяется пропорционально квадрату расстояния от группы частиц. Что совершенно соответствует уже признанным теориям гравитации.

6) «поля» всех групп частиц (тел) схожи по всем своим параметрам и при сближении сливаются в одно, и соответственно поле большей группы, и соответственно большей энергии, безусловно – поглощает меньшее. И все частицы меньшего тела начинают колебаться в соответствии с общим объединившимся полем (появляется общий центр масс)

7) На характеристики колебания частиц в вакууме и, особенно на частоту колебаний частиц действует плотность волновой энергии окружающего вакуума: если плотность энергии вакуума больше, то частота колебаний частицы меньше. **Т.к. для совершения колебательных движений частица испытывает большее сопротивление окружающего её поля, и наоборот – меньше плотность энергии вакуума – частота колебания частицы больше, т.к. меньше сопротивление окружающего её «поля».** А поскольку плотность энергии вакуума всегда больше в месте большего скопления частиц, ввиду их постоянного колебания и излучения волновой энергии, то вектор уменьшения частоты колебаний частиц всегда будет направлен к центру масс скопления частиц.

8) Исходя из п.7. далее можно провести некоторые аналогии, и сделать выводы: почему тела, состоящие из системы частиц/осцилляторов, приобретают направленное движение к центру масс (ЦМ), которое мы истолковываем как притяжение гравитации. Откуда берётся движущая сила?

Для простого наглядного объяснения проведём мысленный эксперимент:

Например, рассмотрим систему из трёх частиц/осцилляторов, обозначим кружочками, расположены в «поле» справа от центра масс (ЦМ), сами частицы тоже являются источниками колебаний плотности вакуума, обозначим просто «волнами» (скобками) расходящихся в разные стороны от осцилляторов, как круги на воде.

(ЦМ) ((о)) ----- (((о))) ----- (((о)))

А поскольку любая волна в любой среде является процессом переноса энергии, то справедливо предположить, что волна распространения плотности/энергии вакуума – имеет некий силовой импульс, по примеру морского прибоя.

Посчитаем количество условных волн/импульсов исходящих от частиц, при условии что каждая частица возбуждает волны вакуума во все стороны (по аналогии волн на воде), и что чем ближе к центру масс, тем меньше частота колебания частиц/осцилляторов (п.7). Допустим что каждая «волна» имеет свой условный импульс =1, и каждая «волна» воздействует на каждый осциллятор, отталкиваясь от него или сталкиваясь с ним.

Но, так же следует учитывать, что при столкновении волн, при их идентичности, силовые импульсы гасятся. Примерно как волна гасит встречную волну, а энергия волн при этом переходит в нелинейную энергию всего поля.

Итак, рассмотрим модель волновых взаимодействий в системе их 3-х осцилляторов по отношению к центру масс, находящемуся слева от системы из 3-х частиц/осцилляторов.

(ЦМ) ((o)) ----- (((o))) ----- (((o)))

Первый осциллятор:

к ЦМ - 2 волны отталкиваются от осциллятора, соответственно толкая его к ЦМ, 7 сталкиваются с осциллятором, итого силовых импульсов воздействующих на частицу и направленных в сторону ЦМ =9

((o)) ----- (((o))) ----- (((o)))

от ЦМ – 2 отталкиваются =2

((o)) ----- (((o))) ----- (((o)))

Соотношение импульсов 9 к ЦМ, 2 от ЦМ

Второй осциллятор:

к ЦМ - 3 волны отталкиваются, 4 сталкиваются =7

((o)) ----- ((o)) ----- (((o)))

от ЦМ – 3 отталкиваются, 2 сталкиваются

((o)) ----- ((o)) ----- (((o)))

7/5

Третий осциллятор:

к ЦМ - 4 волны отталкиваются, =4

((o)) ----- ((o)) ----- (((o)))

от ЦМ – 4 отталкиваются, 5 сталкиваются =9

((o)) ----- ((o)) ----- (((o)))

4/9

Суммируем:

в направлении ЦМ будет 9+7+4=20 импульсов, а против - от ЦМ 2+5+9=16 импульсов

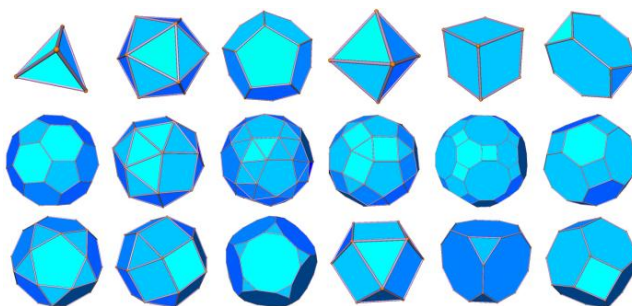
20 против 16

Вывод: вся система частиц/осцилляторов получает больше направленных импульсов в сторону ЦМ (!), что соответственно является причиной движения всей системы частиц (тела) в направлении к ЦМ, что мы истолковываем как силу притяжения или гравитации.

* Консервативные Нелинейные системы –http://femto.com.ua/articles/part_2/2458.html

** (п.3.) остаётся выяснить вопрос – почему частицы (протон, электрон и другие) вызывают возмущение плотности вакуума, или почему они пульсируют с некоторой частотой..?

Ответ на данный вопрос может быть банальным и простым. Предлагаю рассмотреть такой вариант: как уже известно, и доказано, что частицы не являются некими идеально ровными шариками. Они состоят из кварков, т.е. естественно что внешняя форма любой частицы на границе соприкосновения с вакуумом – имеет некую неровную форму. И, т.к. каждая частица имеет некий спин, т.е. постоянно вращается вокруг какой-то своей оси, то вполне можно ожидать – что вакуум вокруг частицы будет реагировать на вращение частицы расходящимися от частицы волнами. А внешнему наблюдателю будет казаться – что частица пульсирует... можно провести или представить простой мысленный или реальный эксперимент: взять камень/объект любой даже пусть пропорциональной формы, как например на рисунке:



Поместить внутрь моторчик, который бы вращал объект в любом направлении. И поместив крутящийся объект в воду, при условии что он сделан не тяжелее воды для наглядности эксперимента. И мы будем наблюдать расходящиеся от объекта волны, с частотой пропорциональной скорости вращения/спина и пропорционально самой формы частицы.

А теперь небольшое дополнение – а если вместо простой воды возьмём более плотную жидкость, например кисель)) (?) изменится ли частота расходящихся волн? Вполне логично что – ДА! Частота будет меньше, т.к. сопротивление среды больше.

И ещё одна красивая догадка к этой теории... Если частицы, при своём вращении и своей форме – вызывают в вакууме некие расходящиеся от частицы волны, которые в свою очередь имеют некий импульс, по примеру волн на воде))) То будет понятно – почему электроны никак не могут упасть на ядро атома. Просто волны возмущения вакуума расходящиеся от ядра атома, состоящего из протонов и нейтронов, расходящиеся во все стороны волны своим импульсом создают отталкивающую силу.

И зная силу электрического притяжения и расстояние между ядром и электроном, можно подсчитать силу импульса отталкивающей волны, и, следовательно, и плотность вакуума.

P.S. Признаю, что данная теория может быть очень сырой, и со временем она может быть основательно переписана и дополнена при участии разных учёных, я просто попытался объединить все свои догадки относительно вопроса «что такое гравитация?». И данное описание позволило мне понять и объяснить многие процессы, такие как:

- гироскопические эффекты
- почему гравитация всепроникающая и не может быть экранирована
- принцип работы Платформы Гребенникова (полеты майских жуков и шмелей)
- и др.

Знать и выдвигать теории это одно, а вот применить их для создания технических моделей. Т.е. остаётся подтвердить теорию экспериментальным путём, основные направления: создание гравитационного двигателя; получение подъёмной силы и движущей силы за счёт изменения частот колебаний атомов.

Возможные способы:

- 1) гироскопический и центробежный;
- 2) инфразвуковой (<http://zavprod.com/gipoteza.html>);
- 3) ультразвуковой;
- 4) электромагнитный;
- 5) радиоволновой;
- 6) лазерный и световой.

Т.к. «Новая Теория Гравитации» является простым описанием процессов по аналогиям, и многие выводы основываются на уже известной и доказанной научной теории Ритмодинамики (<http://rhythmodynamics.com>), то естественно, что основные экспериментальные работы следует проводить при тесном сотрудничестве и под руководством автора Ритмодинамики Иванова Ю. Н.

Литература

1. Ритмодинамика [<http://rhythmodynamics.com>]
2. Консервативные Нелинейные системы [http://femto.com.ua/articles/part_2/2458.html]

References

1. Rhythmodynamics [<http://rhythmodynamics.com>]
 2. Conservative Nonlinear Systems [http://femto.com.ua/articles/part_2/2458.html]
-

Рогожин М.В.¹, Роголин В.Е.², Крымский М.И.³

¹Студент, Московский физико-технический институт (Государственный университет); ²кандидат физико-математических наук, ОАО «Национальный центр лазерных систем и комплексов «Астрофизика», Тверской государственный университет; ³кандидат технических наук, ОАО «Национальный центр лазерных систем и комплексов «Астрофизика», Московский физико-технический институт (Государственный университет)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫХОДНОМ ОКНЕ ВЫСОКОМОЩНОГО CO₂-ЛАЗЕРА

Аннотация

Разработана математическая модель, описывающая термомеханические процессы, протекающие в выходном окне непрерывного газового лазера высокой мощности, на примере CO₂ – лазера. Получены зависимости максимальной выдерживаемой мощности излучения от диаметра пучка, распределения температур и механических напряжений, а также исследована расходимость излучения для окон, изготовленных из ZnSe, KCl и поликристаллического алмаза.

Ключевые слова: поликристаллический алмаз, CO₂-лазеры, выходное окно, теплопроводность, лучевая стойкость, предел прочности, термолинза.

Rogozhin M.V.¹, Rogalin V.E.², Krymskii M.I.³

¹Student, Moscow Institute of Physics and Technology (State University); ²PhD in Physics and mathematics, Open joint stock company «National Center of Laser Systems and Complexes «Astrophysica», Tver State University;

³PhD in technics, Open joint stock company «National Center of Laser Systems and Complexes «Astrophysica», Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

MODELING OF THERMOMECHANICAL PROCESSES IN A HIGH-POWER CO₂-LASER OUTPUT WINDOW

Abstract

A mathematical model of thermal and mechanical processes in an output window of a high-power continuous gas laser is developed and applied to a cw CO₂ – laser. A laser-induced damage threshold dependence from beam diameter, thermal stress distribution and optical path distortion are obtained for ZnSe, KCl and polycrystalline diamond windows.

Keywords: CVD-diamond, CO₂-laser, output window, thermal conductivity, laser-induced damage threshold, thermal lensing.

Введение

Одним из важнейших конструктивных элементов газового, ограничивающим его максимальную мощность и качество выходящего излучения, является выходное окно. К ним предъявляются высокие требования – даже при мульткиловаттных мощностях выходное окно должно не только успешно выдерживать лучевые нагрузки, но и обеспечивать минимально возможную расходимость исходящего излучения. Поэтому, материалы окон, должны помимо прозрачности в ИК-диапазоне обладать целым рядом свойств: низким коэффициентом поглощения на длине волны 10,6 мкм, низким коэффициентом температурного расширения и dn/dT , а также высокими значениями теплопроводности и механической прочности. Наиболее часто для изготовления окон используются ZnSe, KCl [1,2] и поликристаллический алмаз (ПА) [3-5]. Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками, поэтому целесообразно провести сравнение характеристик окон, изготовленных из данных материалов.

Постановка задачи

Целью работы являлась разработка математической модели поведения выходного окна, показанного на рисунке 1. Окно дисковой формы закреплено в водоохлаждаемой медной оправе. Гауссовский пучок CO₂-лазера проходит сквозь окно вдоль оси его симметрии.

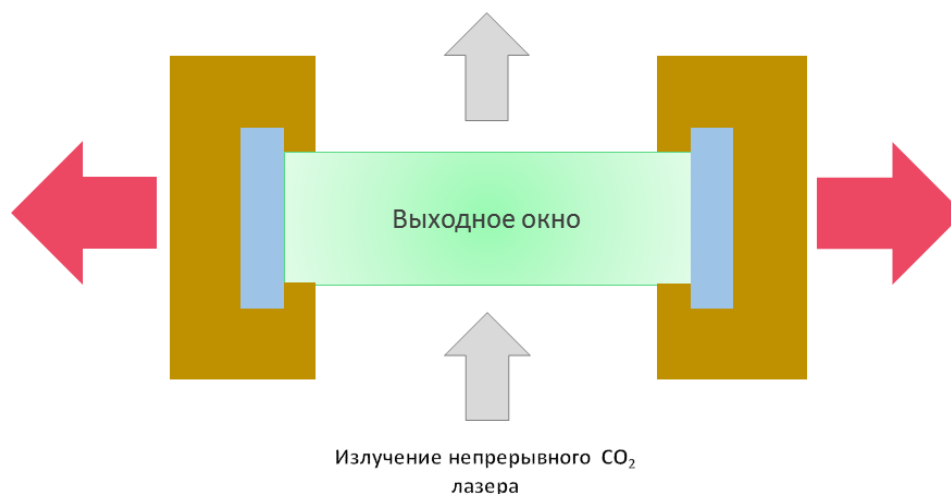


Рис. 1 – Принципиальная схема выходного окна

Математическая модель, использованная для вычислений, состоит из двух частей – температурной и механической. На первом этапе рассчитывается температурное поле внутри окна путём решения уравнения теплопроводности в цилиндрических координатах:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + Q(r, z) \quad (1)$$

где $Q(r, z)$ – плотность мощности поглощаемого излучения, определяемая как

$$Q(r, z) = \frac{2P_0\alpha}{\pi W_0^2} e^{-\alpha z} * e^{-2\frac{r^2}{W_0^2}} \quad (2)$$

В модели учтена зависимость теплопроводности от температуры $\lambda = \lambda(T)$. Для рассматриваемого диапазона температур 300-600 К, зависимости $\lambda(T)$ для используемых материалов хорошо аппроксимируются формулой $\lambda(T) = \lambda_0/T$, где λ_0 – значение коэффициента теплопроводности при начальной температуре $T_0=300$ К).

Граничные условия: адиабатическое граничное условие на оси симметрии окна (3), условие конвективного теплообмена с охлаждающей жидкостью у боковой поверхности (4), условие конвективного теплообмена с воздухом и поверхностного поглощения излучения [7-9] у передней и задней поверхностей окна (5).

$$r = 0: \lambda \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (3)$$

$$r = R: -\lambda \frac{\partial T}{\partial r} = k_2 (T - T_{e2}) \quad (4)$$

$$z = 0, z = H: \pm \lambda \frac{\partial T}{\partial z} = k_1 (T - T_{e1}) + q(r, z) \quad (5)$$

где $q(r, z)$ – поверхностная плотность мощности поглощаемого излучения, определяемая как

$$q(r, z) = \frac{P_0\alpha_s}{\pi W_0^2} e^{-\alpha_s z} e^{-2\frac{r^2}{W_0^2}} \quad (6)$$

Здесь, в отличие от (2), использован безразмерный коэффициент поверхностного поглощения излучения α_s , выражающий долю поглощенного излучения в расчете на одну поверхность.

Механическая часть модели представляет собой расчет смещений и механических напряжений на основе полученного температурного поля [10]. Потенциал смещения рассчитывается из уравнения:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} = (1 + \nu) \beta T \quad (7)$$

Боковая поверхность окна закреплена в охлаждающей оправе, поэтому в качестве граничного условия использовано:

$$r = R: u(R) = 0 \quad (8)$$

В модели учтена зависимость коэффициента температурного расширения β от температуры [11]. На основе эмпирических значений КТР при разных значениях температур были построены функции, аппроксимирующие зависимость $\beta(T)$ в диапазоне температур 300-600 К. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимости КТР от температуры

Материал	Функция
Селенид цинка	$\beta(T) = (2.69 \times \ln(T) - 8.14) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Хлорид калия	$\beta(T) = (4 \times 10^{-2} T + 20) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Поликристаллический алмаз	$\beta(T) = (2.77 \times \ln(T) - 14.67) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

На основе полученного потенциала смещения по уравнениям (9) – (11) рассчитываются радиальное, тангенциальное и эффективное механические напряжения в окне.

$$\sigma_r(r) = -\frac{E}{(1+\nu)} \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \quad (9)$$

$$\sigma_{th}(r) = -\frac{E}{(1+\nu)} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} \quad (10)$$

$$\sigma_{eff}(r) = \sqrt{\sigma_r^2(r) + \sigma_{th}^2(r) - \sigma_r(r)\sigma_{th}(r)} \quad (11)$$

Таким образом, уравнения (1) – (11) полностью описывают математическую постановку задачи.

В чем измерять порог разрушения?

Нами проведено численное моделирование работы окон, изготовленных из ZnSe, KCl и ПА. На рисунке 2 представлены полученные зависимости максимальной мощности от радиуса гауссова пучка. За максимальную мощность принималось значение, при которой максимальное механическое напряжение в окне достигало предела прочности материала.

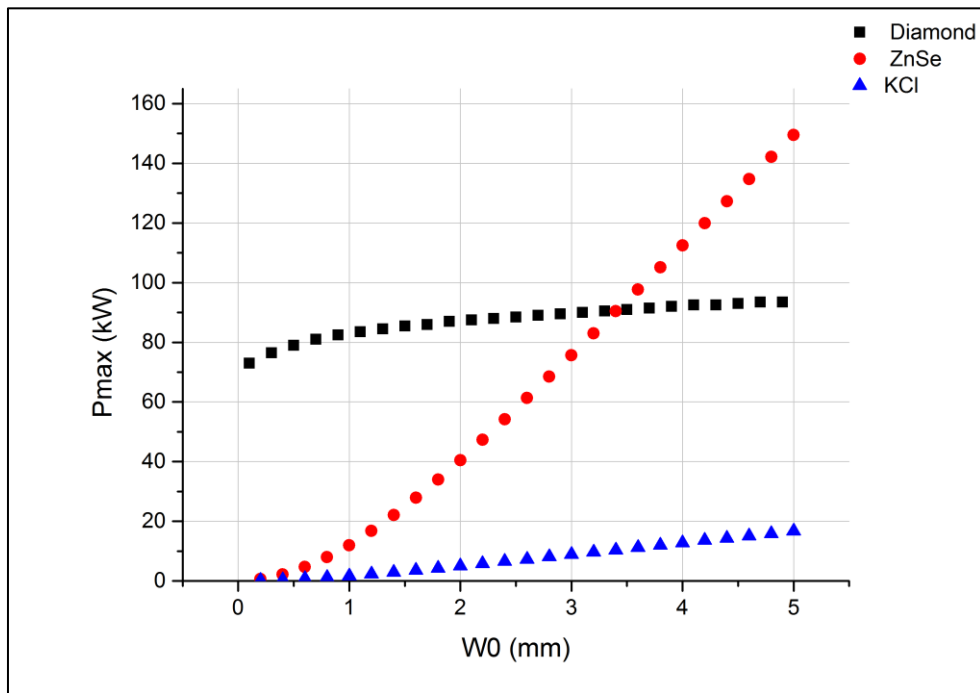


Рис. 2 – Зависимость максимальной мощности от радиуса пучка

На рисунке 2 видно, что зависимости максимальной выдерживаемой мощности от радиуса пучка для алмаза и для KCl и ZnSe имеют принципиально разный характер. Ни одна из кривых не аппроксимируется на полном диапазоне значений W_0 функцией вида $y=kx$ или $y=kx^2$. Это говорит о том, что традиционно используемые для описания лучевой стойкости параметры плотности мощности (P/d^2) и линейной плотности мощности (P/d), несмотря на свою наглядность, не являются в достаточной степени объективными, т.к. сами зависят от параметров излучения.

Распределения температур и механических напряжений

Произведен расчет распределений температуры и механического напряжения внутри окон вблизи порога разрушения. На рисунках 3 и 4 представлены термомеханические профили окна из ПА при мощности излучения 83 кВт и окна из ZnSe при мощности 12 кВт. Диаметр пучка в обоих случаях задан равным 2 мм. Максимальная температура для указанных мощностей в алмазном окне - 615 К, а в окне из селенида цинка 481 К.

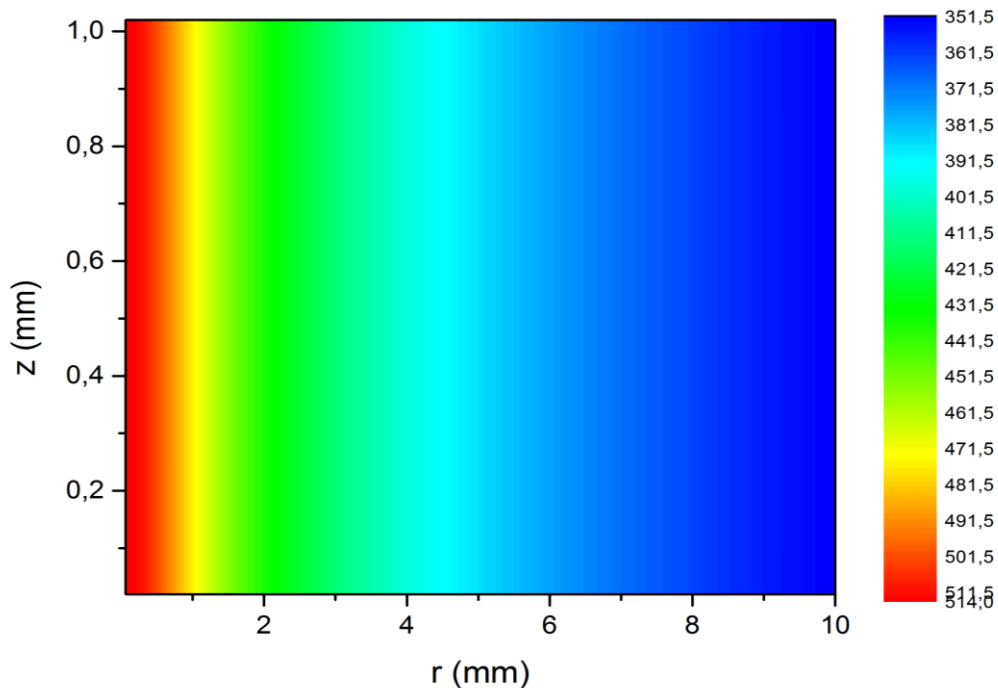


Рис. 3 – Распределение температур и механических напряжений внутри алмазного окна вблизи порога разрушения

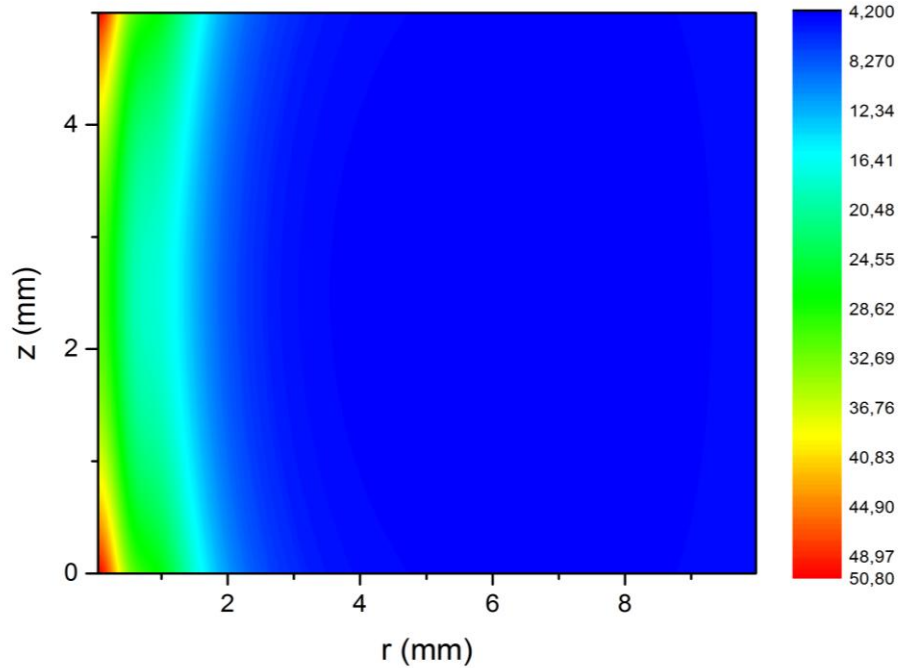


Рис. 4 – Распределение температур и механических напряжений внутри окна из ZnSe вблизи порога разрушения

Как видно на рисунках 3-4, за счет поверхностного поглощения излучения окно из ZnSe испытывает максимальные механические нагрузки в области входа-выхода лазерного луча, в то время как алмазное окно имеет практически равномерные распределения температур и напряжений вдоль направления распространения луча.

Влияние размеров окна

Проведено численное моделирование влияния радиуса окна на максимальные значения температуры и механического напряжения, достигаемые при мощности излучения 10 кВт и диаметре пучка 4 мм (рисунки 5 и 6).

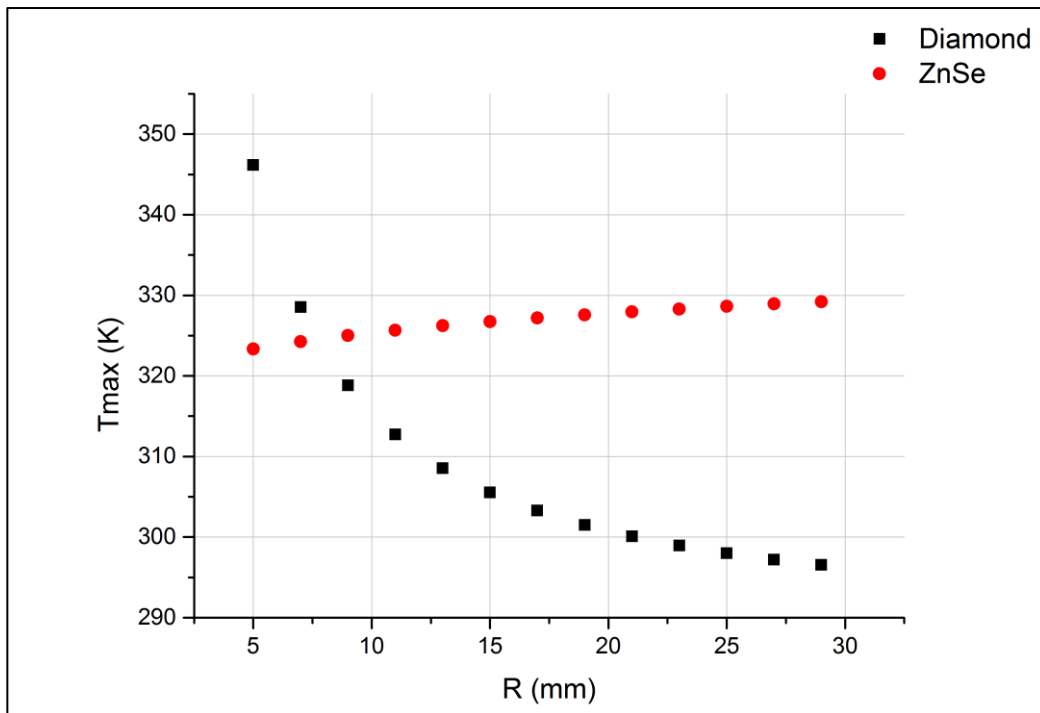


Рис. 5 – Зависимость температуры в центре поверхности окна от его радиуса

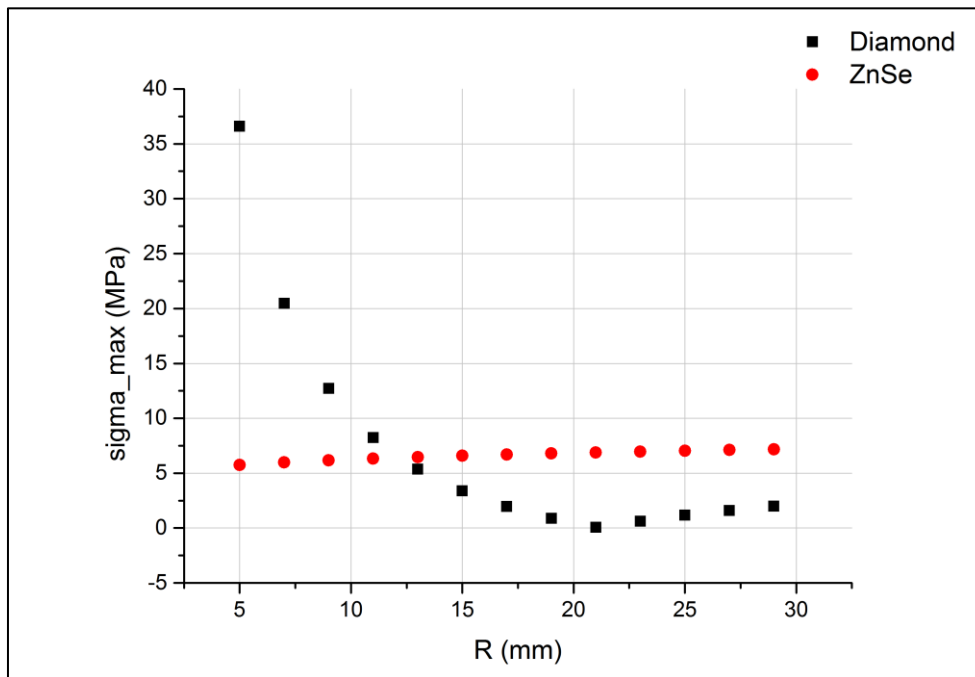


Рис. 6 – Зависимость механического напряжения вблизи центра поверхности окна от его радиуса

Из рисунков 5 и 6 следует, что увеличение диаметра алмазного окна приводит к значительному увеличению его лучевой стойкости, а стойкость окна из ZnSe в этом случае незначительно снижается. Это объясняется тем, что у алмаза чрезвычайно высок коэффициент теплопроводности (~ 2000 Вт/м \times К), в результате чего поглощаемое тепло даже при мощности излучения 10 кВт распределяется по объему алмазного окна практически равномерно, и рост радиуса не влечет за собой ухудшение теплоотвода. Плотность же поглощаемой энергии при этом квадратично снижается, что приводит к увеличению лучевой стойкости. У селенида цинка коэффициент теплопроводности на 2 порядка ниже, чем у алмаза, благодаря чему поглощаемое тепло выделяется в объеме окна неравномерно. Поэтому увеличение радиуса диска приводит к ухудшению теплоотвода и, как следствие, к снижению лучевой стойкости.

Искажения волнового фронта при прохождении излучения сквозь окно

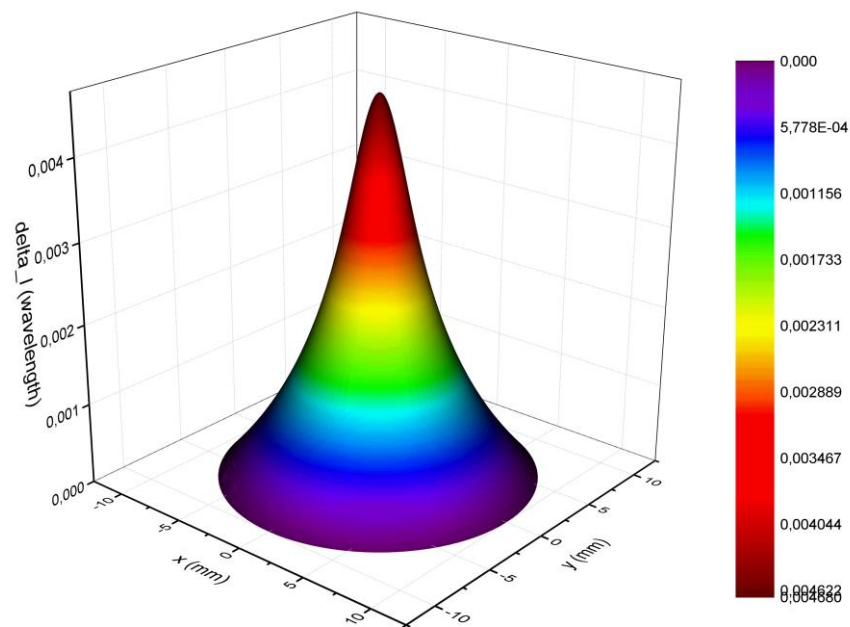


Рис. 7 – Искажение волнового фронта при прохождении сквозь алмазное окно

Важнейший параметр лазерного излучения - расходимость. Из-за наличия радиального температурного градиента в окне, а также зависимости показателя преломления от температуры, возникает эффект термлинзы, играющий значительную роль в силовой оптике. На основе полученных температурных профилей, а также значений коэффициентов dn/dT , рассчитано увеличение оптического пути для луча, проходящего через определенную точку окна, по сравнению с оптическим путем луча, проходящим через точку на краю диска. Пользуясь данными значениями, получены профили волнового фронта (рисунки 7-9) для излучения мощностью 10 кВт и диаметром пучка 4 мм, прошедшего сквозь окна из ПА (толщина 1 мм), ZnSe и KCl (толщина 5 мм).

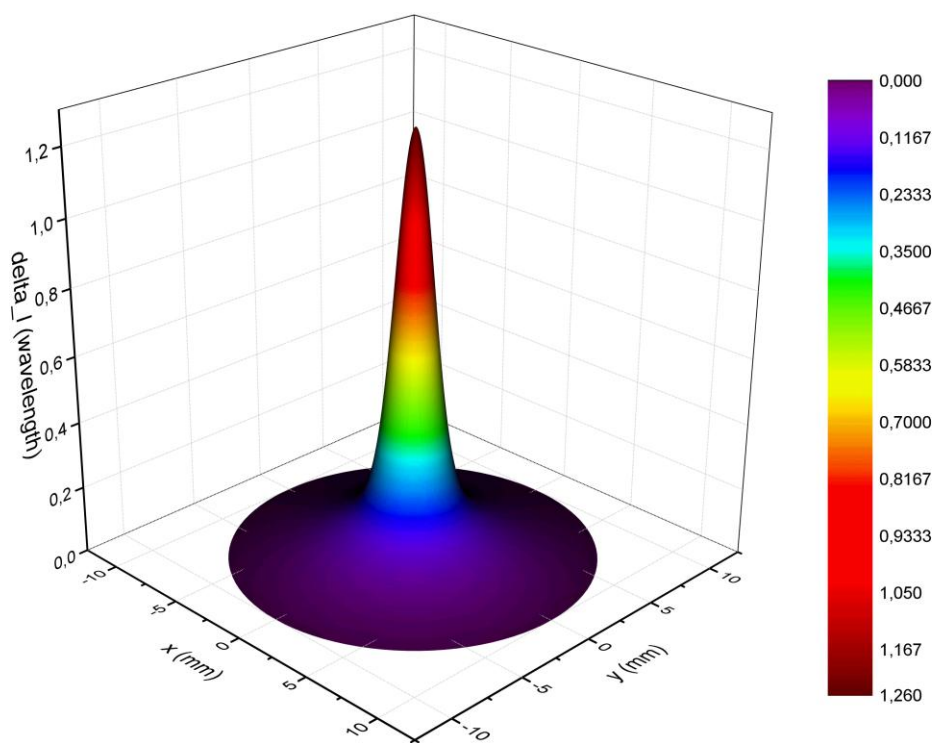


Рис. 8 – Искажение волнового фронта при прохождении сквозь окно из ZnSe

Для наглядного сравнения на рисунке 10 в одинаковом масштабе представлены 3 вышеуказанных профиля волнового фронта в единицах длины волны в плоскости $x=0$.

Для алмазного окна максимальное искажение составило всего $0,004 \lambda$, для окон из ZnSe и KCl максимальное искажение составило $1,26 \lambda$ и $-0,12 \lambda$ соответственно. Искажение волнового фронта в обратную сторону при прохождении излучения сквозь окно из KCl обусловлено отрицательным значением dn/dT для данного материала.

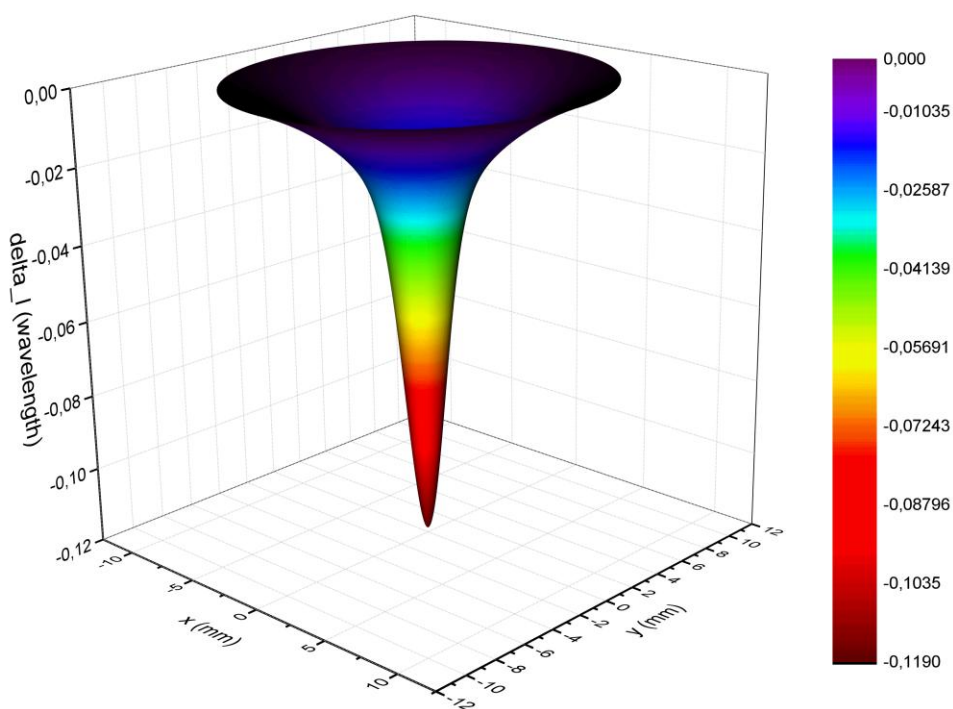
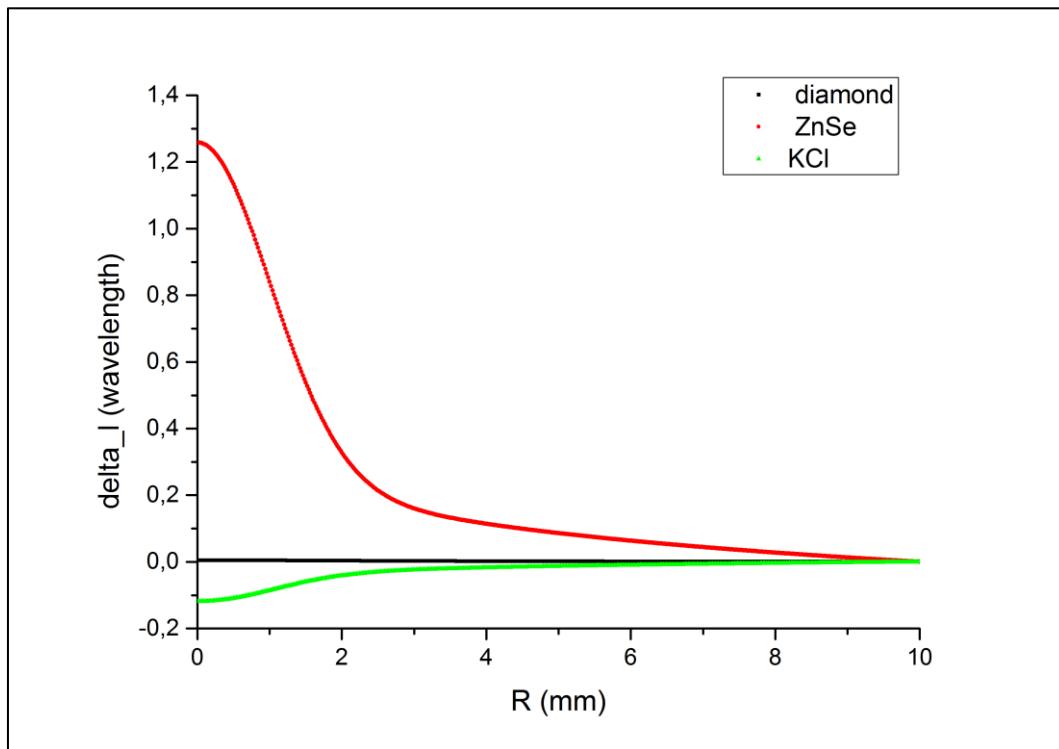


Рис. 9 – Искажение волнового фронта при прохождении сквозь окно из KCl

Рис. 10 – Профили волновых фронтов в плоскости $x=0$ **Ключевые результаты численного моделирования.**

В таблице 2 представлены ключевые численные результаты, полученные в рамках разработанной модели. Они получены для окон диаметром 20 мм, находящихся под воздействием непрерывного излучения с гауссовским профилем пучка.

Таблица 2 – Ключевые результаты

Показатель	KCl	ZnSe	Алмаз (поликристалл)
Макс. мощность при $W_0=1\text{мм}$, кВт	1,7	12	83,5
Макс. температура*, К	319**	325	315
Радиальный температурный*, К градиент	19**	45	4
Фокусное расстояние термолинзы*, м	-0,4**	0,08	86

* При $P=10\text{ кВт}$, $W_0=2\text{ мм}$, $D=20\text{ мм}$

** Смоделированы параметры при мощности, превышающей максимально допустимую

Заключение

Порог лазерного разрушения не является константой материала, более того, может измеряться в разных единицах в зависимости от параметров материала и излучения.

За счет поверхностного поглощения излучения окна из ZnSe и KCl испытывают максимальные механические нагрузки в области входа-выхода лазерного луча, а алмазные окна имеют практически равномерные распределения температур и напряжений вдоль направления распространения луча.

Рост диаметра алмазного окна приводит к значительному увеличению его лучевой стойкости, а стойкость окна из ZnSe при увеличении диаметра незначительно снижается.

Поверхностное поглощение в ZnSe и KCl вблизи оси распространения пучка приводит к значительному искажению волнового фронта и, как следствие, к возникновению короткофокусной термолинзы.

Литература

1. Sparks M., Chow H.E. // High-power 2-to-6 μm window materials figures of merit with edge cooling and surface absorption included, Appl. Phys. -1974. - V. 45, № 4. - p. 1510 - 1517.
2. Sparks M. // Recent developments in high-power infrared window research, in proceedings of symp. Laser Induced Damage in Optical Materials. Boulder, Colorado, 1972. - p. 172 - 175.
3. Brierley C.J., Beck C.M., Kennedy G.R., Metcalfe J., Wheatley D. // The potential of CVD diamond as a replacement to ZnSe in CO₂ laser optics, Diamond and Related Materials 8 (1999), 1759–1764.
4. Godfried H.P., Coe S.E., Hall C.E., Pickles C.S.J., Sussmann R.S., Tang X., van der Voorden W.K.L. // Use of CVD diamond in high-power CO₂ lasers and laser diode arrays, Proceedings of SPIE Vol. 3889 (2000), 553-563.
5. Pickles C.S.J., Madgwick T.D., Sussmann R.S., Wort C.J.H. // Optical performance of chemically vapour-deposited diamond at infrared wavelengths. Diamond and Related Materials, 2000, V.9, p. 916-920.
6. Sparks M., Gottis. M. // Pressure-induced optical distortion in laser windows, Appl. Phys. - 1973. -V. 44, № 2. - p. 787 – 794.
7. Duthler C.J., Sparks M. // Extrinsic absorption in laser window materials, in proceedings of symp. Laser Induced Damage in Optical Materials. Boulder, Colorado, 1974. - p. 219 - 226.
8. Rowe J. M., Harrington J. A. // Temperature dependence of surface and bulk absorption in NaCl and KCl at 10.6 μm , Physical Review, V. 14, (1976), 5442-5450.
9. Flannery M., Sparks M. // Extrinsic absorption in infrared laser window materials, in proceedings of symp. Laser Induced Damage in Optical Materials. -Washington: NBS Spec. Publ., U.S. Government Printing office, 1977. - № 509. - p. 3 - 23.
10. Wankhede P.C. // On the quasi-static thermal stress in a circular plate, Indian J. pure appl. Math., 13(11): (1982), 1273-1277.
11. Slack G.A., Bartram S.F. // Thermal expansion of some diamondlike crystals, Journal of Applied Physics, V. 46, No.1, (1975).

Родионова Н.А.¹, Шмидко И.Н.², Родионов Е.В.³¹Кандидат физико-математических наук, ²соискатель, Институт физики полупроводников им.В.Е.Лашкарева Национальной Академии наук Украины,³аспирант, Национальный университет пищевых технологий.**ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК ОКСИДА ХРОМА, ПОЛУЧЕННЫХ ПО МОС ТЕХНОЛОГИИ****Аннотация**

В данной работе были проведены спектральные исследования пленок в диапазоне 30-1000 нм. Спектральные зависимости поглощения и отражения проводились на пленках толщиной от 00 до 1000 Å. Проведены оптические исследования полученных пленок хрома после воздействия на них термических, механических воздействий, а также после воздействий агрессивных сред. Измеренные спектральные характеристики позволили связать их с изменением и наличием в пленках различных карбидных и оксидных фаз, влияющих на оптические свойства пленок.

Ключевые слова: пленки оксида хрома, оптические свойства, металлоорганические соединения

Rodionova N.A.¹, Shmidko I.N.², Rodionov E.V.³¹PhD in Physics and Mathematics, ²postgraduate student,

V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Science of Ukraine,

³postgraduate student, National University Of Food Technologies**OPTICAL PROPERTIES OF CHROMIUM OXIDE FILMS, OBTAINED BY THE MOC TECHNOLOGY****Abstract**

Spectroscopic studies of films have been conducted in the range of 30-1000 nm. Spectral dependence of the absorption and reflection were carried out on films with a thickness from 800 to 1000 Å.

Optical studies of obtained chromium films were conducted after exposure to thermal, mechanical effects, as well as after exposure to corrosive environments.

The measured spectral characteristics allowed to connect them with the change and the presence in films of various carbide and oxide phases, affecting the optical properties of the films.

Keywords: chromium oxide films, optical properties, organometallic compounds

В современном приборостроении в значительной мере возрастает использование уникальных технологий и методик изготовления различных материалов. Таковыми являются и оксикарбидные пленки черного хрома, применяемые в качестве поглощающих в оптических и оптоэлектронных системах космического приборостроения.

Аналогичные материалы (гальванический черный хром, керметы, лаки, эмали) значительно уступают по физико-механическим параметрам, что делает их менее эффективными при экстремальных условиях эксплуатации.

Полученные путём термораспада хроморганического соединения в окислительной среде, плёнки черного хрома имеют значительную устойчивость в агрессивных средах, термоустойчивость, адгезионные свойства, наряду с хорошим коэффициентом поглощения - в видимом диапазоне энергий интегральный коэффициент поглощения измеренный на приборе ФМ-59 составил 97– 98%, а в ИК области 80%.

Эти свойства сохраняются при нагревании до 300-400⁰С на воздухе и до 1000⁰С в вакууме. Такие плёнки находят применение в поглотителях световой и лучистой энергии, а также в приборах, работающих в условиях высокого вакуума и открытого космоса.

Однако, методика получения пиролитических оксидохромовых пленок из металлоорганических соединений с их сложной поликристаллической структурой сравнительно мало изучены, а практическое применение таких плёнок дает значительный положительный эффект.

Исследования оптических свойств оксикарбидохромовой пленки проводилось на образцах пленок, полученных путем термораспада бис-этилбензолхрома в окислительной среде в специально сконструированной установке, которая позволяет получать плёнки методом термического разложения металлоорганического соединения (МОС) при различных концентрациях исходных компонентов МОС – окислитель. Исследования проводились на образцах с концентрацией исходных компонентов от 10:1 до 1:1 при различных видах обработки поверхности подложки, её материала и режимах термической обработки осажденной пленки черного хрома.

Целью работы является исследование оптических свойств пиролитических пленок черного хрома и определение возможных пределов их практического применения. Для этого были проведены испытания по определению коэффициента поглощения в диапазоне длин волн от 320 до 1000 нм, полученные пленки имели толщину от 600 до 1000 Å.

Спектральные зависимости поглощения и отражения К и R определялись с помощью спектрофотометров. Была поставлена общая задача определения влияния количества окислителя в составе исходных компонентов на величину коэффициента поглощения в зависимости от изменения спектральных параметров.

Известно, что толщина пленки сильно влияет на величину оптических параметров, поэтому для выбора оптимальной толщины была приготовлена плёнка в виде клина, на которой проведена стабилизация структуры путем отжига при температуре 800°C в вакууме $P=10^{-5}$ мм.рт.ст.

Толщина пленки измерялась при помощи интерферометра Линника МИИ-4. В результате проведенных экспериментов была выбрана толщина исследуемых пленок, не влияющая на коэффициент поглощения, которая составила 0,6–0,8 мкм.

Исследование оптикомеханических свойств пленок черного хрома проводилась по методикам, используемым при испытаниях материалов в космическом приборостроении в соответствии с программой лабораторно-отрабаточных испытаний (ЛОИ) М63.914.996 ПМ ЛОИ.

Проводились испытания оксикарбидохромовой пленки при воздействии агрессивных сред термических и механических воздействий с последующей проверкой оптического поглощения на каждом этапе испытаний.

На Рис.1 приведена спектральная зависимость коэффициента поглощения от температуры отжига в вакууме. Исследование этой зависимости показывает, что отжиг и увеличение окислителя в исходном. соотношении МОС-окислитель несколько смещает кривые в сторону длинных волн, а величина коэффициента поглощения резко увеличивается при уменьшении длины волны до 0,4 мкм. Отжиг образцов на воздухе при 300°C для идентичных концентраций исходных компонентов МОС – окислитель имеет похожий ход кривых спектральной зависимости коэффициента поглощения (Рис.2). Причем, составы, содержащие относительно небольшое количество окисной фазы, например 10:1, взаимодействуют с кислородом воздуха при нагреве, в результате происходит, по-видимому, выгорание углерода и структурные превращения в составе пленки, что приводит к снижению коэффициента поглощения.

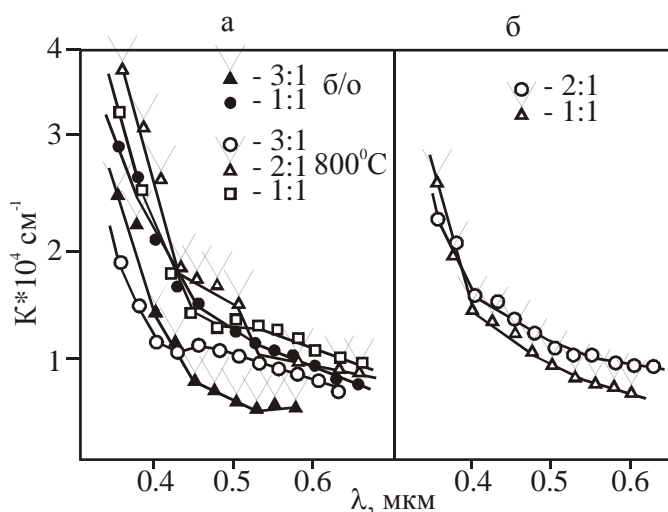


Рис. 1 – Спектральные характеристики оксикарида хрома:
а – кварцевая подложка, б – сапфир.

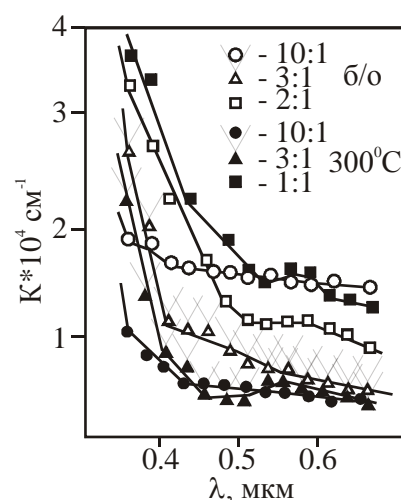


Рис. 2 – Спектральные зависимости
поглощения при отжиге на воздухе
оксикарида хрома

Для составов с большим содержанием окисной фазы (2:1, 1:1) наблюдается увеличение коэффициента поглощения при отжиге на воздухе и в вакууме. Как показывают электронографические и рентгеновские исследования пленок аналогичных составов исходных компонентов, с увеличением окислителя и температуры отжига в их составе увеличивается количество окисных фаз.

При этом, выделяясь по границам зерен, окисные фазы создают дополнительные поверхностные уровни, что соответственно приводит к увеличению поглощающих свойств материала. Общим для всех составов и отжигов является относительно резкий спад величины коэффициента поглощения от энергии фотона.

На Рис.3 и Рис.4 представлены спектральные зависимости коэффициента поглощения $K_{\lambda\text{гранич}}$ от состава исходных компонентов МОС - окислитель и температуры отжига, которые построены по данным измерения коэффициента поглощения исследуемых пленок.

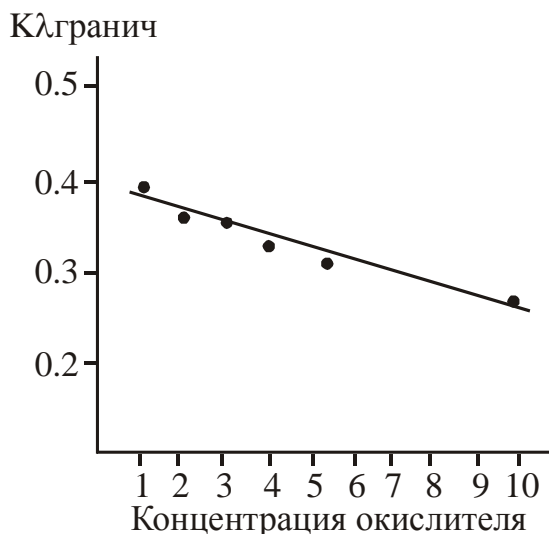


Рис. 3 – Спектральные зависимости коэффициента поглощения $K_{\lambda\text{гранич}}$ от состава исходных компонентов

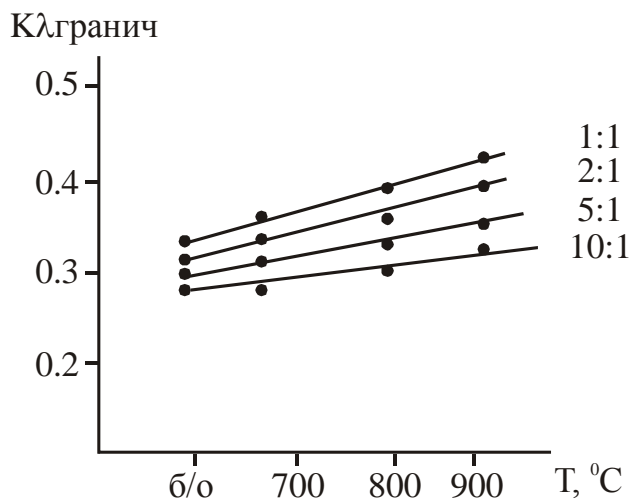


Рис. 4 – Спектральные зависимости коэффициента поглощения $K_{\lambda\text{гранич}}$ от состава исходных компонентов

В таблице 1 приведены сравнительные данные по оптическим свойствам различных материалов, используемых зарубежными фирмами при изготовлении оптических приборов различного функционального назначения, и материалы наших исследований пиролитической оксикарбидохромовой пленки. Наблюдается хорошая корреляция наших данных и лучших зарубежных аналогов. По некоторым параметрам, например, адгезия, износостойчивость, стойкость в агрессивных средах оксикарбидохромовая поглощающая пленка, полученная из металлоорганического соединения хрома при термораспаде в окислительной среде, имеет несколько лучшие результаты.

Полученная пиролитическая оксикарбидохромовая пленка, имеющая хорошие оптико-механические свойства находит большое применение при изготовлении оптических приборов применяемых при работе в условиях с повышенными факторами внешних воздействий и в частности в космическом приборостроении.

Основной предпосылкой при разработке поглощающей пленки стало наличие в её составе оксидных групп фаз с различными электрическими, оптическими и механическими свойствами, дающими в совокупности интегральный коэффициент поглощения порядка 97–98% в диапазоне видимой области спектра.

Рентгенофазовый анализ пиролитических пленок черного хрома различного состава исходных компонентов МОС-окислитель показывает увеличение оксидных групп фаз в составе которых имеются фазы с малой величиной энергии активации (например, CrO_2 , CrO_3 , Cr_2O_3 и т.д.) при увеличении окислителя в составе исходных компонентов. Эти фазы, по всей вероятности, отвечают за высокое значение коэффициента поглощения. Так, например, фаза Cr_2O_3 с $E_g = 1,6$ эВ имеет $\lambda = 510$ нм, что и наблюдается для состава 1:1 с максимальным содержанием Cr_2O_3 по данным рентгенофазового анализа.

Таблица 1 – Свойства некоторых поверхностей, поглощающих световое излучение

№	Материал	Метод изготовления	Изготовитель	α	ϵ	термоустойчивость, °C
1	Черный хром гальванический	электроосаждение	многие фирмы	0,94-0,96	0,05-0,1	300
2	Табор черный NiS-ZnS	электроосаждение наружное покрытие	-	0,91	0,14	-
3	Cu-Al ₂ O ₃	напыление	-	0,91	0,045	200
4	PbS	вакуум. осаждение	-	0,98	0,3	300
5	Cr-Cr ₂ O ₃	осаждение ВЧ	-	0,92	0,08	400
6	SiO-Cr-SiO (многослойный)	испарении в вакууме	-	0,88	0,1	450
7	Cr ₂ O ₃ +CO	плазменное распыление	-	0,9	0,5	800
8	CO ₃ O ₄	электроосаждение	-	0,9	0,5	450-500
9	Черный хром МОС	пиролиз МОС хрома в окислителе	ИХ ОКБ ИКИ	0,96-0,98	0,7-0,8	1000 (вакуум)

По данным исследования пленок черного хрома разного состава установлено, что отжиг и увеличение окислителя в составе исходных компонентов в получаемой пленке приводит к образованию большого количества оксидов хрома и оксидов более высших порядков, что характеризуется смещением края поглощения спектральных кривых в длинноволновую область энергии.

Электронномикроскопические исследования образцов пленок различного состава показывают, что с увеличением количества окислителя в составе исходных компонентов наблюдается уменьшение размеров зерен из-за образования оксидных фаз играющих роль центров кристаллизации. Такое уменьшение размеров зерен - мелкодисперсная структура поверхности приводит к дополнительному диффузному поглощению.

Таким образом, изменением концентрации окислителя в составе исходных компонентов МОС-окислитель можно в широких пределах регулировать оптические и другие физико-механические параметры пиролитической оксикарбидной пленки черного хрома.

1. Основное требование к материалам, применяемым в космическом приборостроении - это способность работать при повышенных факторах внешних воздействий.

Полученная пленка может использоваться для снижения количества рассеянного света в оптических приборах: при изготовлении ослабителей света, регулирующих интенсивность световых потоков, а также для превращения солнечной энергии в тепловую и электрическую, для измерения энергии излучения, в том числе - лазерного.

Впервые получены пленки черного хрома, способные работать в условиях высоких значений внешних механических воздействий, агрессивных средах и повышенных температур без изменения своих оптических свойств, делают эти пленки перспективными в данной области техники.

2. Исследования спектральной зависимости коэффициента поглощения от температуры отжига и увеличения концентраций окислителя в составе исходных компонентов МОС-окислитель показали, что кривые смещаются в длинноволновую сторону, а при уменьшении длины волны величина коэффициента поглощения резко увеличивается.

3. На спектральной зависимости коэффициента поглощения от энергии фотона имеются максимумы полос поглощения при $\lambda = 5900 \text{ \AA}$ и 4600 \AA , соответствующие иону трехвалентного хрома фазы Cr_2O_3 , что соответствует выводам, сделанным из рентгеновских и электронографических исследований.

Чистый Cr_2O_3 – обычно зеленого цвета, т.е. его $E_g \sim 490\text{-}540 \text{ нм}$, что и наблюдается на крае поглощения.

4. Увеличение окислителя в составе исходных компонентов приводит к интенсивному образованию оксидных фаз хрома и увеличивает мелкодисперсность структуры поверхности, что является дополнительным вкладом в величину коэффициента поглощения.

Литература

1. Семёнычев. В.В., Смирнова Т.Б. О возможности оценки пористости покрытий потенциостатическими методами. Авиационные материалы и технологии, Научно-технический сборник. Выпуск №2, 2009 г., с.7-9.
2. Глезер А.М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы. Рос. хим. журнал. 2002, Т.46, №5, с. 57-63.
3. Шапник М.С. Металлокластеры. Соросовский образовательный журнал. 1999, №5, с. 54-59.

References

1. Semjonychev. V.V., Smirnova T.B. O vozmozhnosti ocenki poristosti pokrytij potenciostaticeskimi metodami. Aviacionnye materialy i tehnologii, Nauchno-tehnicheskij sbornik. Vypusk №2, 2009 g., s.7-9.
2. Glezer A.M. Amorfnye i nanokristallicheskie struktury: shodstva, razlichija, vzaimnye perehody. Ros. him. zhurnal. 2002, T.46, №5, s. 57-63.
3. Shapnik M.S. Metalloklastery. Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 1999, №5, s. 54-59.

Родионова Н.А.¹, Шмидко И.Н.², Родионов Е.В.³

¹Кандидат физико-математических наук, ²соискатель,

Институт физики полупроводников им.В.Е.Лашкарева Национальной Академии наук Украины,

³аспирант, Национальный университет пищевых технологий Украины.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ОКСИДА ХРОМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Аннотация

В данной работе рассматриваются пленки оксидокарбидов хрома, получаемые по достаточно простой технологии из металлоорганических соединений пиролизом последних на поверхности упрочняемого материала в присутствии окислителя.

Рассматривается влияние технологических факторов, а именно температуры пиролиза исходного МОС соединения, соотношения металлоорганическое соединение – окислитель.

Ключевые слова: оксидокарбид хрома, металлоорганические соединения

Rodionova N.A.¹, Shmidko I.N.², Rodionov E.V.³

¹PhD in Physics and Mathematics, ²postgraduate student, V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Science of Ukraine,

³Postgraduate student, National University Of Food Technologies of Ukraine

MECHANICAL PROPERTIES OF CHROMIUM OXIDE FILMS DEPENDING ON THE TECHNOLOGICAL FACTORS

Abstract

This paper discusses the chromium oxidokarbid films, obtained by relatively simple technology of organometallic compounds by means of their pyrolysis on the surface of reinforcement material in the presence of an oxidant.

We consider the effect of technological factors such as temperature of pyrolysis of source MOC compound, ratio of organometallic compound - oxidant.

Keywords: chromium oxidokarbid, organometallic compounds

Производство приборов, работающих в условиях повышенных воздействий внешних факторов предполагает использование материалов, способных работать в экстремальных условиях. Это особенно актуально для приборов, использующихся в космической технике, получение и применение таких материалов обуславливается необходимостью использования их свойств, способных оставаться стабильными при эксплуатации в широком диапазоне внешних воздействий

Известно, что получаемые из металлоорганических соединений (МОС) пленки имеют ряд положительных свойств:

1. Стойкость при их эксплуатации в условиях агрессивных сред,
2. Повышенная устойчивость при механических воздействиях, а также хорошая плотность осадков и величина адгезии к различным подложкам,
3. Термоустойчивость.

Эти пленки в виде карбидов хрома (Cr_7C_3) применяются для получения матриц и пресс-форм в автомобилестроении, фотошаблонов и масок в производстве печатных плат электронной техники а также как износостойчивые при нанесении на режущий инструмент.

В процессе осаждения с повышением температуры хром интенсивно вступает во взаимодействие с углеродом и углеродосодержащими радикалами, кислородом, что характеризуется с точки зрения термодинамики уменьшением свободной энергии процесса.

Целью работы является исследование механических свойств пиролитических пленок, получаемых термораспадом металлоорганического соединения хрома в окислительной среде, для этого были получены пленки на специально сконструированной установке с различным составом исходных компонентов МОС-окислитель от 10:1 до 1:1, на металлических подложках и подложках из пористого никеля.

Подготовленные подложки размещались в реакционной камере установки, где на них термическим разложением определенного состава исходных компонентов МОС-окислитель, получали слои с заданными свойствами. Полученные образцы подвергались отжигу выше температуры распада хроморганического соединения до 900°C .

Твердость того или иного материала в определенной степени отражает его физические характеристики внутреннего состояния, зависит от состава и структуры конкретного материала. В частности, твердость является функцией величины структурных напряжений в пленке, а также зависит от условий получения. Для пленок из металлоорганических соединений хрома характерно увеличение твердости при больших температурах распада, термообработка полученных пленок увеличивает твердость за счет дополнительного образования карбидов.

Характерно, что увеличение твердости происходит в результате того, что повышается количество искажающих кристаллическую решетку и увеличивающих микронапряжения факторов. Оказалось, что самый высокий уровень микронапряжений возникает при повышенном содержании в хrome углерода. Однако, с увеличением твердости, как следствие происходит увеличение хрупкости хромовых пленок.

Для сравнения - твердость пленок из МОС хрома изменяется от 600 до 2000 кг/мм^2 , в то время как гальванические пленки хрома имеют твердость порядка 70 - 90 кг/мм^2 .

Установлено, что содержание углерода колеблется от 0,3 до 13%. Увеличение твердости хромовых пленок можно получить вводя и другие элементы, например, молибден или ванадий, при этом микротвердость достигает $2100\text{--}2300 \text{ кг/мм}^2$ и даже 2700 кг/мм^2 на образцах предварительно покрытых никелем.

Величина микротвердости пиролитических хромовых пленок определялась с помощью микротвердомера ПМТ-3. Для уменьшения влияния подложки на величину твердости пленки её изготавливают из стали. Наличие комплекса положительных свойств пиролитических пленок хрома дает возможность использовать их в различных областях техники. Для исследования этих свойств применялись методики, используемые при испытаниях материалов в космическом приборостроении, такие исследования проводились с целью применения положительных свойств пиролитических пленок при изготовлении приборов различного функционального назначения.

Испытания проводились с целью проверки механической прочности оптических параметров на образцах, подложки которых изготавливались из нержавеющей стали, алюминия, пористого никеля после нанесения плёнок черного хрома, полученных термораспадом в окислительной среде: после воздействия агрессивных сред, термических воздействий и определения износостойчивости.

Измерения проводились на специальном оборудовании в соответствии с программой лабораторно-отработанных испытаний (ЛОИ).

По результатам измерений микротвердости построена зависимость от исходных компонентов МОС-окислитель, которая приведена на Рис.1, из которой видно, что при увеличении окисной фазы в осажденной пленке, например, до состава 1:1, микротвердость её уменьшается Рис.2, так как кислород несколько лучше растворяется в хrome и его охрупчивающее действие менее эффективно.

Однако, из приведенной зависимости на Рис.1 следует, что незначительные добавки окислителя (соотношение исходных компонентов МОС-окислитель 10:1) в процессе термораспада повышают микротвердость пленки до 2100 кг/мм^2 [5]. По данным электронных микроскопических исследований можно сделать вывод, что незначительное введение окислителя в процессе получения карбидной пленки еще не приводит к образованию химических соединений хрома, а вносит значительные искажения в структуре образующего карбида хрома. Это, по-видимому, приводит к увеличению микротвердости получаемой пленки. Дальнейшее образование и увеличение окисной фазы в пленке приводит к её разрыхлению и как следствие - падению микротвердости.

Увеличение микротвердости при незначительных добавках окислителя было использовано для получения износостойчивых осадков на режущем инструменте, **износостойчивость** которых повышалась в 5-6 раз.

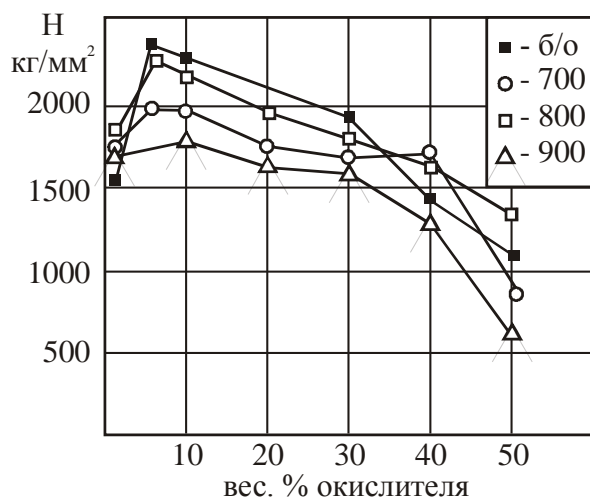


Рис. 1 – Зависимость микротвердости оксикарбида хрома от состава

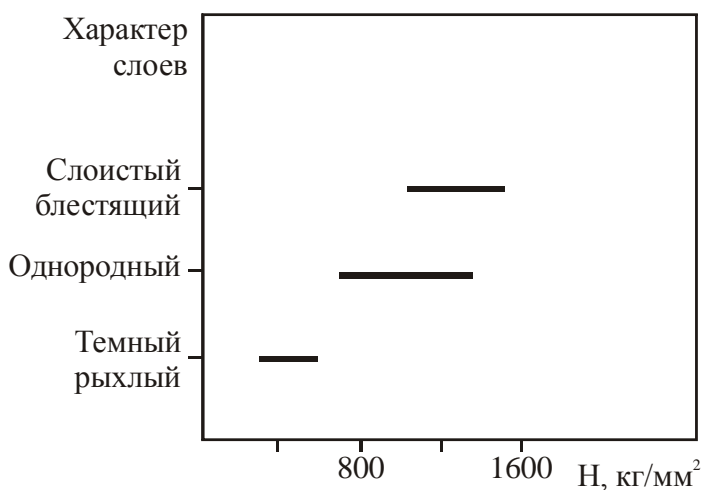


Рис. 2 – Зависимость твердости осажденного хрома от характера слоев

Механические свойства оксикарбидохромовых пленок.

Испытания проводились на образцах из нержавеющей стали и пористом никеле, покрытых пиролитической оксикарбидохромовой пленкой. Состав исходных компонентов МОС-окислитель выбран 3:1, толщина пленки 8 - 10 мкм.

Результаты испытаний приведены в таблице 1, из которой следует:

- Коэффициент диффузного отражения изменяется от 2,2 до 3,4% при этом наблюдаются хорошие результаты по параметру сцепления (адгезии), отрыв происходил когезионно по припою.
- Наблюдалась хорошая устойчивость при воздействии температуры в вакуумной среде до 1000°C , на воздухе до 400°C без изменения своих первоначальных свойств по механическим и оптическим характеристикам.
- Воздействие линейных и ударных перегрузок до 207 g не вызывает механических повреждений оксикарбидохромовой пленки.
- Аналогичные результаты получены при климатических испытаниях и испытаниях в условиях агрессивных сред.

Таблица 1–Результаты механических испытаний

№	Наименование контролируемого параметра	Контролируемые параметры		Значение	
		наименование	ед.изм.	требование ПМ ЛОИ	фактически
1	Определение коэффициента коэф. отражения	Коэф. отражения до испытаний	%	0 – 10	1,7 – 2,4
2	Определение поверхностного электрического сопротивления		Ом	10	10 – 10 ³
3	Испытание на воздействие пониженного давления и изменения температуры от минус 50 ⁰ С до плюс 80 ⁰ С	Коэф. отражения	%	не должно быть отслаивания пленки	замечаний нет
4	Испытание на воздействие вибрационных нагрузок			Отсутствие отслаивания покрытия и обрывов в структуре образцов	замечаний нет
5	Испытание на воздействие динамических нагрузок			То же	замечаний нет
6	Испытание на воздействие динамических перегрузок	м/сек ²	g	207	замечаний нет
7	Испытание на воздействие ударов однократного действия			Отсутствие отслаивания и обрывов в структуре образцов	замечаний нет
8	Испытания на воздействие линейных нагрузок			То же	замечаний нет
9	Испытание на воздействие повышенной влажности			Отсутствие коррозии и отслаивания покрытия	замечаний нет
10	Определение коэффициента отражения	Коэф. отражения после испытаний	%	0 – 10	1,8 – 2,7

Процесс термораспада металлоорганического соединения (МОС) хрома в окислительной среде связан с образованием сложных структур, включающих окисные и карбидные группы фаз расположенные в определенной последовательности друг относительно друга.

Рентгеновскими и электронографическими исследованиями установлено, что такое взаимное расположение фаз в большей мере зависит от концентрации исходных компонентов МОС-окислитель, например, для состава 1:1 в пленке присутствует в основном окисные группы фаз. Поскольку в составе пленки могут находиться различные соединения хрома, а также хром в свободном состоянии, то выделяясь по границам зерен, он может придавать пленке определенные физикомеханические свойства. Этим, по-видимому, можно объяснить повышенные значения износостойчивости, стойкости к агрессивным средам, а также увеличение адгезионных свойств пиролитических пленок хрома.

Наличие в отдельных составах пленок карбидов хрома еще больше увеличивает её механические параметры. Если на границах зерен происходит выделение окисных фаз хрома, то наблюдается изменение электрофизических свойств пиролитических пленок в сторону увеличения удельного сопротивления.

Таким образом, изменение состава исходных компонентов МОС-окислитель, а также введение дополнительных добавок (кислород воздуха, ацетилацетонат алюминия) приводит к значительному изменению физикомеханических свойств, получаемых оксикарбидохромовых пленок: удельное сопротивление, микротвердость, адгезия, стойкость к агрессивным средам.

Механические испытания образцов пленок черного хрома на различных подложках по техническим заданиям приборов, работающих в сложных условиях внешней среды и механических перегрузок, показали возможность использования их в технологических процессах при изготовлении оптических и оптоэлектронных приборов, а также как износостойчивые и стойкие к агрессивным средам, пленки, имеющие следующие функциональные особенности:

- Светопоглощающие для работы в условиях агрессивных сред и механических перегрузок с интегральным коэффициентом поглощения 97-98% в видимой области и 80% в ИК области спектра.
- Проводящие с удельным сопротивлением $\rho = 10 - 10^3 \text{ Ом} \cdot \text{см}$
- Износостойчивые пленки на режущем инструменте (обработка вязких и твердых материалов Ni, Ti, Mo и их сплавов) при незначительных добавках окислителя в процессе термораспада хроморганического соединения.

Литература

1. Слушков А.М., Петров Б.И., Левин К.П. Газофазное получение новых функциональных материалов и пленок. I Украинская республиканская конференция, Ужгород, 1989, вып.1., с.33.
2. Глезер А.М. Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы. Рос. хим. журнал. 2002, Т.46, №5, с. 57-63.
3. Шмидко И.Н., Родионов Е.В. Влияние технологических факторов на механические свойства пленок оксида хрома. Труды IV-й международной Самсоновской Конференции “Материаловедение тугоплавких соединений”, Киев, Украина, 2014 г., с.121
4. Салахова Р.К. Влияние легирующих добавок молибдена и ванадия на свойства хромовых покрытий Cr(III). 6-я Международная конференция Покрытия и обработка поверхности. Сборник тезисов докладов. 2009 г., с.120-122

References

1. Slushkov A.M., Petrov B.I., Levin K.P. Gazofaznoe poluchenie novyh funkcional'nyh materialov i plenok. I Ukrainskaja respublikanskaja konferencija, Uzhgorod, 1989, vyp.1., s.33.
2. Glezer A.M. Amorfnye i nanokristallicheskie struktury: shodstva, razlichija, vzaimnye perehody. Ros. him. zhurnal. 2002, T.46, №5, s. 57-63.
3. Shmidko I.N., Rodionov E.V. Vlijanie tehnologicheskikh faktorov na mehanicheskie svojstva plenok oksida hroma. Trudy IV-j mezhdunarodnoj Samsonovskoj Konferencii "Materialovedenie tugoplavkih soedinenij", Kiev, Ukraina, 2014 g., s.121
4. Salahova R.K. Vlijanie legirujushchih dobavok molibdena i vanadija na svojstva hromovyh pokrytij Cr(III). 6-ja Mezhdunarodnaja konferencija Pokrytija i obrabotka poverhnosti. Sbornik tezisov dokladov. 2009 g., s.120-122

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

АНАЛИЗ И ВЫБОР GPS И AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ

Аннотация

В данной работе будет проводиться сравнительный анализ и выбор GPS модуля и AVR микроконтроллера для позиционирования робота в условиях лесистой местности. Подключение всех элементов.

Ключевые слова: AVR микроконтроллер, GPS, u-blox.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

ROBOT CONTROL GPS MODULES AND AVR MICROCONTROLLERS ANALYSIS AND SELECTION

Abstract

The article contains comparative analysis and selection of GPS modules and AVR microcontrollers for robot positioning in the woodland, elements connection description provided.

Keywords: AVR microcontroller, GPS, u-blox.

ТРЕБОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАВИГАЦИИ РОБОТА

В статье "Анализ и выбор систем навигации робота для позиционирования в лесной местности" указаны требования к системе позиционирования и решаемые задачи.

Из задачи движения позиционирования вытекает задача движения робота по траектории. Для этого нужно учесть некоторые факторы.

Для движения по прямой необходимо:

- Начальная точка;
- Направление.

Для определения положения робота в каждый момент времени необходимо:

- Привязка к точке и определение относительно нее текущих координат робота, либо по глобальным координатам.

Для поворота робота необходимо:

- Определения направления в каждый момент времени;
- Определения пройденного расстояния.

Для возвращения направления робота на исходную траекторию после обхода препятствий необходимо:

- Конечная точка;
- Текущее направление движения;
- Текущее положение робота.

Выбор микроконтроллера

Широкий ассортимент, поддержка со стороны производителя, высокая доступность повлияли на выбор используемого микроконтроллера. Также значительным критерием был опыт работы. Поэтому были выбраны микроконтроллеры семейства AVR от производителя Atmel. Существенным достоинством является наличие среды программирования, рекомендуемая производителем, Atmel studio полной версии, а также компилятора Win-AVR в свободном доступе.

Также представлена среда программирования, ориентированная непосредственно на AVR микроконтроллеры – CodeVisionAVR. Имеется опыт работы в данных средах.

В наличии был контроллер ATmega328, установленный на плате с выводами, внешним кварцем, индикацией портов диодами, а также встроенным программатором, на котором ранее проводились тестирования различной периферии. Поэтому использование данной платы Arduino UNO с МК позволит ускорить процесс разработки и апробирования работы проекта.

На начальном этапе проектирования устройства и испытания на макетном образце мощности (частота тактирования, количество выводов, памяти, прерывания и поддержка протокола UART) МК AVR ATmega328 достаточно.

При необходимости подключения дополнительной периферии, применения объемных программ, требующих большей внутренней памяти и вычислительной мощности возможна замена на более мощный МК AVR с незначительными изменениями, так как настройки регистров остаются прежними.

Выбор GPS модуля

На рынке электронных компонентов представлено большое количество встраиваемых GPS-модулей, отличающихся техническими характеристиками, функциональными возможностями и ценой.

Итак, для сравнения были взяты последние разработки GPS модулей в ценовом диапазоне от 900 до 1700 рублей с погрешностью от 2,5 метров в зависимости от условий эксплуатации.

Для сравнения были выбраны GPS-модули Locosys версий AC-1513, UC-1513, SC-1513, MC-1513-96, а также u-blox LEA-6M.

В таблице 1 представлены модули и основные характеристики.

Таблица 1 – Основные технические характеристики модулей

Производитель / Модуль	Чипсет	Потребление, мА	Чувствительность (холодный старт), дБм	Чувствительность (рабочий режим), дБм	Время старта (Cold/Warm/Hot)	Число каналов
Locosys AC-1513	Atmel ANTARIS 4	39	-141	-158	42/30/4	16
Locosys UC-1513	ATHEROS	46	-142	-154	38/30/2	20
Locosys SC-1513	SiRFstarIII (GSC3f/LP)	40	-144	-159	38/15/2	20
Locosys MC-1513-96	MediaTek (MT3329)	45	-148	-165	36/33/1	22/66
u-blox LEA-6M	u-blox 6	40	-146	-160	32/32/1	18/50

Количество каналов, с которым может работать GPS-чипсет, является одним из самых важных параметров. Каждый канал необходим для обработки одного сигнала от одного из спутников. Большое количество каналов позволяет GPS-чипсету принимать не только прямые, но и отраженные сигналы и использовать их при расчете координат. Другими словами, появляется возможность обработки не только прямого сигнала (часть которого может быть «испорчена» помехами), но и отраженного (который может быть слабее, но без искажений), что позволяет в итоге повысить точность определения координат.

Исходя из представленных характеристик, наибольшую точность и устойчивость работы должны давать GPS-модули на чипсетах MediaTek и u-blox 6 (у них большая чувствительность и большее число каналов).

Принципиальных различий в характеристиках MediaTek и u-blox 6 нет, поэтому был приобретен модуль u-blox 6 (рис.1), который был в наличии, и меньший по стоимости.

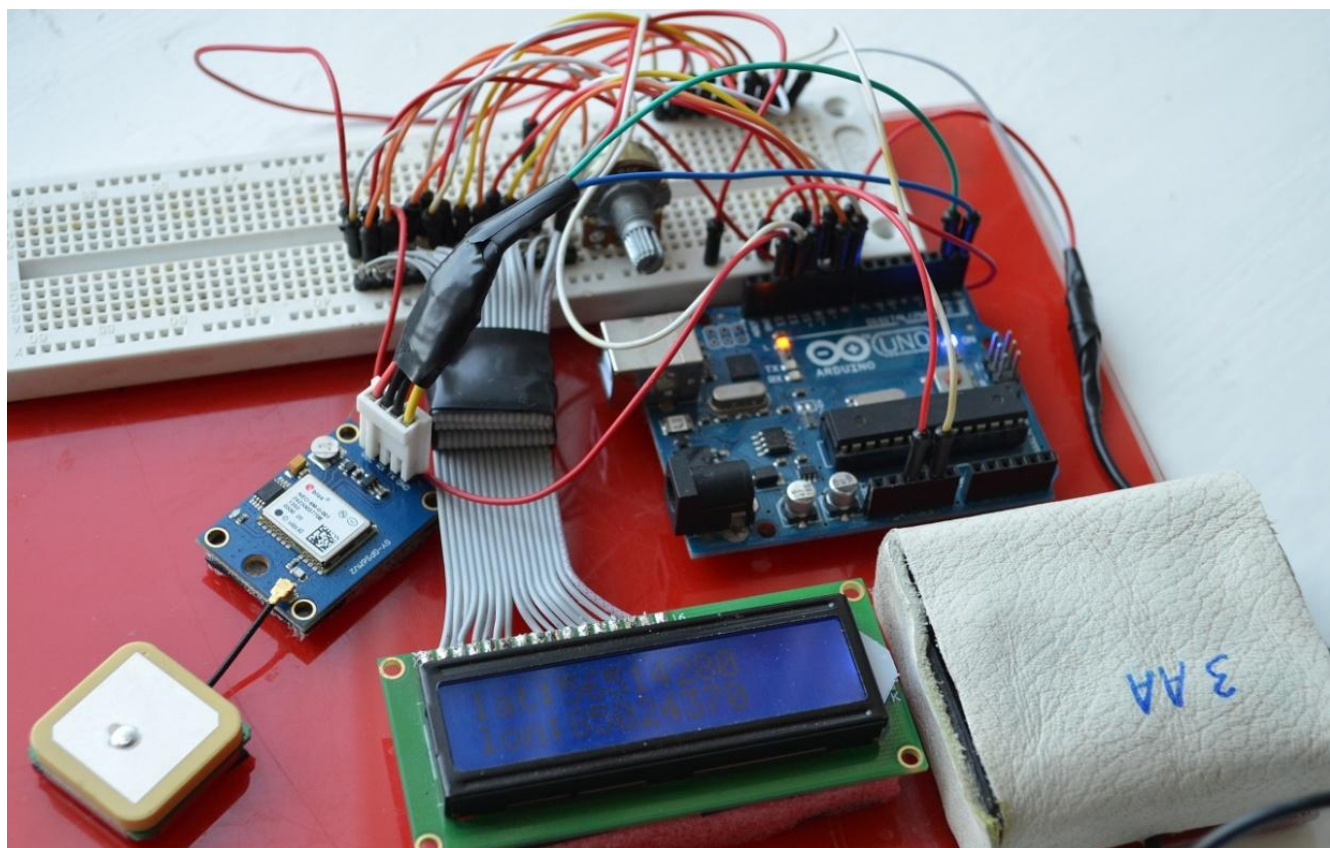


Рис. 1 – Подключение GPS к МК

Также преимуществом является наличие официальной программы u-center с сайта производителя для настройки, обновления, прошивки, отображения и анализа данных с GPS, ориентированной на данный чипсет.

Последнее программное обеспечение для чипсета поддерживает ГЛОНАСС.

Литература

1. Статья в PC Week/RE № 9 от 16.04.2004 г., стр. 52; № 10 от 23.04.2004 г., стр. 53; № 11 от 30.04.2004 г., стр. 45. Автор: Сергей Бобровский.
2. Разработка роботов [Электронный ресурс]. URL: <http://robot-develop.org/archives/484> Режим доступа: свободный (дата обращения: 21.03.2014).
3. Официальный сайт GPS модулей Ublox [Электронный ресурс]. URL: <http://www.u-blox.com/en/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 17.06.2015).

References

1. Stat'ja v PC Week/RE № 9 ot 16.04.2004 g., str. 52; № 10 ot 23.04.2004 g., str. 53; № 11 ot 30.04.2004 g., str. 45. Avtor: Sergej Bobrovskij.
2. Razrabotka robotov [Elektronnyj resurs]. URL: <http://robot-develop.org/archives/484> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 21.03.2014).
3. Oficial'nyj sajt GPS modulej Ublox [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.u-blox.com/en/> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 17.06.2015).

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

АНАЛИЗ И ВЫБОР СИСТЕМ НАВИГАЦИИ РОБОТА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЛЕСНОЙ МЕСТНОСТИ

Аннотация

В данной работе будет проводиться сравнительный анализ систем для позиционирования роботов и выбор наиболее подходящей для дальнейшей работы.

Ключевые слова: AVR микроконтроллер, GPS, гироскоп, RTK, цифровой компас.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

ROBOT NAVIGATION SYSTEM ANALYSIS AND SELECTION FOR POSITIONING IN THE WOODLAND

Abstract

This work describes robot positioning systems analysis and selection of the most suitable system for further work.

Keywords: AVR microcontroller, GPS, gyroscope, RTK, digital compass.

Известные технические решения

Уже существуют роботы, которые также работают на открытой местности, и имеют систему навигации:

- Yeti - робот для антарктических экспедиций;
- Робот Пластун – разведывательный робот.

Разработка системы навигации робота

Каждая компания или фирма, которая проектирует и конструирует роботов, использует определенный набор средств, позволяющий решать задачу позиционирования в определенных условиях.

Для этого подбирается управляющий узел (микроконтроллер, ЭВМ) и набор датчиков и модулей.

На рынке представлено множество готовых модулей, которые напрямую подключаются к микроконтроллеру, что существенно облегчает задачу разработки устройства.

Как правило, конструктивные особенности роботов для решения тех или иных задач накладывают ряд ограничений. Это может быть разная реализация поворотного механизма. Различные габариты платформы и мощность двигателей, скорость движения, маневренность, рабочая среда и т.д.

Поэтому разработчики берут в расчет конструктивные особенности и применяют уже конкретные модули для решения поставленных задач. Учитывая специфичность среды работы робота, будем проектировать свою систему.

В основном на рынке представлены готовые роботы, то есть платформы с системой навигации. Основную ценность в данных системах представляют алгоритмы и разработанные по ним программы. Как правило, они в закрытом доступе и применяются в готовых устройствах. Программное обеспечение индивидуально, поэтому на рынке на сегодняшний день фактически не существует универсальных решений.

Поэтому будем разрабатывать свою систему позиционирования робота для автономного движения робота в условиях леса с точностью 4 метра.

АНАЛИЗ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ РОБОТА

Для реализации систем навигации необходимо использовать набор модулей, который зависит от требуемой функциональности, точности и других параметров.

Определение положения робота в каждый момент времени ("Где я нахожусь"), движение робота по прямой, разворот робота в противоположное направление, и возвращение направления робота на исходную траекторию после обхода препятствий сводится к задаче позиционирования и ориентации робота в пространстве.

Рассмотрим основные применяемые модули, и выберем наиболее подходящий.

Классификация систем

В робототехнике по одному из способов классификации выделяют четыре вида навигационных систем: персональная, локальная, автономная система, глобальная системы.

Персональная система

Позиционирование роботом частей своего тела и взаимодействие с близлежащими предметами, что актуально для устройств, снабженных манипуляторами. К такой системе можно отнести: движение вдоль кабелей и линий, движение робота по меткам, движение с использованием энкодеров.

В целом данные способы являются дорогими и не гибкими. Подходят для позиционирования робота на конкретной небольшой территории.

Локальная система

Определение координат устройства по отношению к некоторой (обычно стартовой) точке. Эта схема востребована разработчиками тактических беспилотных самолетов и наземных роботов, выполняющих миссии в пределах заранее известной области. К данной системе относятся методы определения координат робота по локальным координатам маяков, позиционирование в сотовых сетях.

Данные способы не подходят по причине отсутствия сотовой связи в районе леса, отдаленных мест от городской местности. Также имеет низкую точность.

Автономная система

К данной системе относят гироскопы, цифровые компасы.

Следует отметить, что существенными недостатками гироскопа и цифрового компаса, применительно к нашей задачи, являются их чувствительность к наклонам роботизированной платформы, и по этой причине наблюдается колебание измерений.

Поэтому гироскоп и цифровой компас будут применяться как дополнительное устройство для корректировки и сглаживания “плавания” координат в навигационной системе.

Глобальная система

Определение абсолютных координат устройства при движении по длинным маршрутам (GPS, RTK-GPS, Глонасс).

Наилучшую точность на данный момент обеспечивает GPS. Погрешность такой системы на данный момент не превышает шести метров. При условиях близких к идеальным, точность соответственно увеличивается, и погрешность не превышает 2-3 метров. А новое поколение спутников, обеспечит точность не менее 60-90 см.

Основной недостаток глобальных систем – зависимость от условий использования. Практически невозможно определять местонахождение внутри зданий, в подвалах или тоннелях. На прием сигналов GPS влияют помехи от наземных источников.

В условиях леса перечисленные факторы, снижающие точность глобальной навигационной системы, отсутствуют.

Заключение

Были рассмотрены основные методы по решению системы навигации робота. Из перечисленных способов для позиционирования и решения поставленных задач подходит использование глобальных навигационных систем, а именно GPS. Главным преимуществом является своевременное получение актуальных координат платформы без привязки относительно начальной точки. Сам модуль с антенной в зависимости от производителя и функциональности стоит в пределах 500-2000 рублей. При необходимости увеличения точности координат возможна установка гироскопа и акселерометра. Это позволит сгладить “плавание” показаний с GPS модуля путем движения робота по данным гироскопа с акселерометром с периодической привязкой к глобальным координатам для исключения искажения траектории.

Остальные способы позиционирования, относящиеся к персональной, локальной, а также автономной (за исключением использования дополнительного оборудования в качестве корректировки) системам не подходит в нашем случае.

Литература

1. Статья в PC Week/RE № 9 от 16.04.2004 г., стр. 52; № 10 от 23.04.2004 г., стр. 53; № 11 от 30.04.2004 г., стр. 45. Автор: Сергей Бобровский.

2. Технический форум по робототехнике [Электронный ресурс]. URL: <http://roboforum.ru/wiki/Навигация> Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.04.2015).

References

1. Stat'ja v PC Week/RE № 9 ot 16.04.2004 g., str. 52; № 10 ot 23.04.2004 g., str. 53; № 11 ot 30.04.2004 g., str. 45. Avtor: Sergej Bobrovskij.

2. Tehniceskij forum po robototehnike [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://roboforum.ru/wiki/Navigacija> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 20.04.2015).

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ИНЕРЦИОННОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATLAB SIMULINK**Аннотация**

В данной работе будут проводиться лабораторные испытания по нагреву и охлаждению датчика резистором с выводом информации на ПК в виде графиков с использованием пакета matlab simulink для последующего регулирования его температуры.

Ключевые слова: микроконтроллер, терморезистор, simulink, matlab, АЦП, UART интерфейс, ШИМ.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

THE INERTIAL OBJECT HEATING RESEARCH WITH MATLAB SIMULINK PACKAGE**Abstract**

This article contains the laboratory experiments description aimed to control the sensor temperature while its heating and cooling with the help of resistor. Matlab Simulink package is used to get plots on PC.

Keywords: microcontroller, thermistor, simulink, matlab, ADC, UART interface, PWM.

РЕАЛИЗАЦИЯ АППАРАТНОЙ И ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ МАКЕТА СТЕНДА

Для сборки лабораторного стенда была выбрана следующая элементная база: плата с микроконтроллером Atmega 16, датчик температуры LM35, макетная плата, резистор 5 Ком, резистор 220 Ом, транзистор, соединительные провода, переходник USB – UART.

Собранный стенд (схема) представлен на рисунке 1. Нагрев маломощного резистора осуществляется через транзистор, управляемый МК с порта PD0. Датчик был прикреплен к резистору и место контакта было обработано термопастой. К порту PA0 подключен вывод датчика Lm35 для измерения температуры.

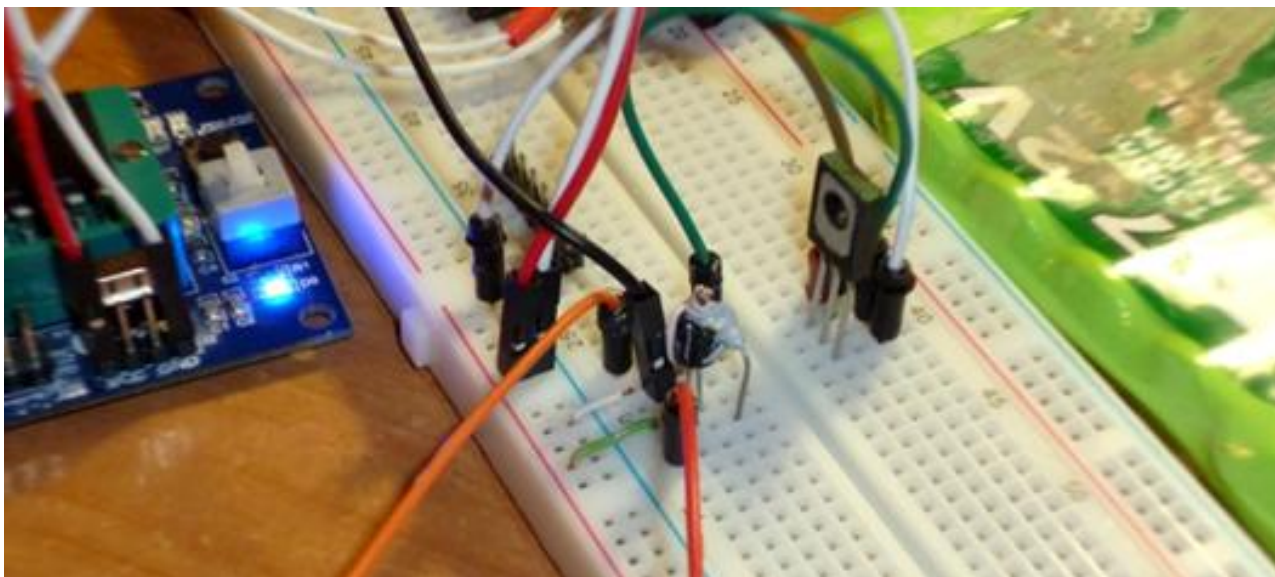


Рис. 1 – Монтаж схемы для отладки ПИД регулятора

Данный сенсор представляют собой интегральный параллельный стабилизатор напряжения с линейной зависимостью напряжения стабилизации от температуры. Описанное свойство позволяет строить схемы, основанные на том, что напряжение пропорционально температуре (1 градус = 10мВ).

Принцип работы стенда

Терморезистор Lm35 принудительно будем нагревать сопротивлением с номиналом 100 Ом и мощностью 0,25 Вт, подавая на него различное напряжение через транзистор, управляемый с порта МК посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Через АЦП микроконтроллера будет считываться сигнал температуры с датчика Lm35 и выводиться в терминал на ПК. Для передачи данных в ПК используется интерфейс UART. Передача между ПК и МК осуществляется через переходник USB-UART.

Программное обеспечение для стенда

В моей предыдущей статье “ОРГАНИЗАЦИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ДАТЧИКОВ С АНАЛОГОВЫМ ВЫХОДОМ С ПК И ДЕМОНСТРАЦИЕЙ В MATLAB” описано сопряжение МК и ПК для проведения лабораторных испытаний[3].

Для вывода информации в ПК с микроконтроллера используется ПО Terminal 1.9b и Matlab 2010. Есть возможность просматривать принимаемые данные с МК в виде графика в реальном времени.

Лабораторные испытания

В результате эксперимента было выявлено, что результаты теории и практики (испытания на макете стенда) существенно отличаются как скоростью нагрева, так и временем выхода в установившийся процесс.

Для построения графиков был применен matlab. Использовались команды:

```
s1 = serial('COM2'); % указываем номер порта
set(s1, 'BaudRate', 1200); % настраиваем скорость
.....
fopen(s1); % открываем порт для приема данных с COM порта
.....
plot(A(:,2),A(:,1)); % строим график в реальном времени
.....
end;
fclose(s1); % закрываем COM-порт чтобы не загружать буффер
```

Также для имитации стенда была построена схема для моделирования нагрева датчика стенда в simulink.

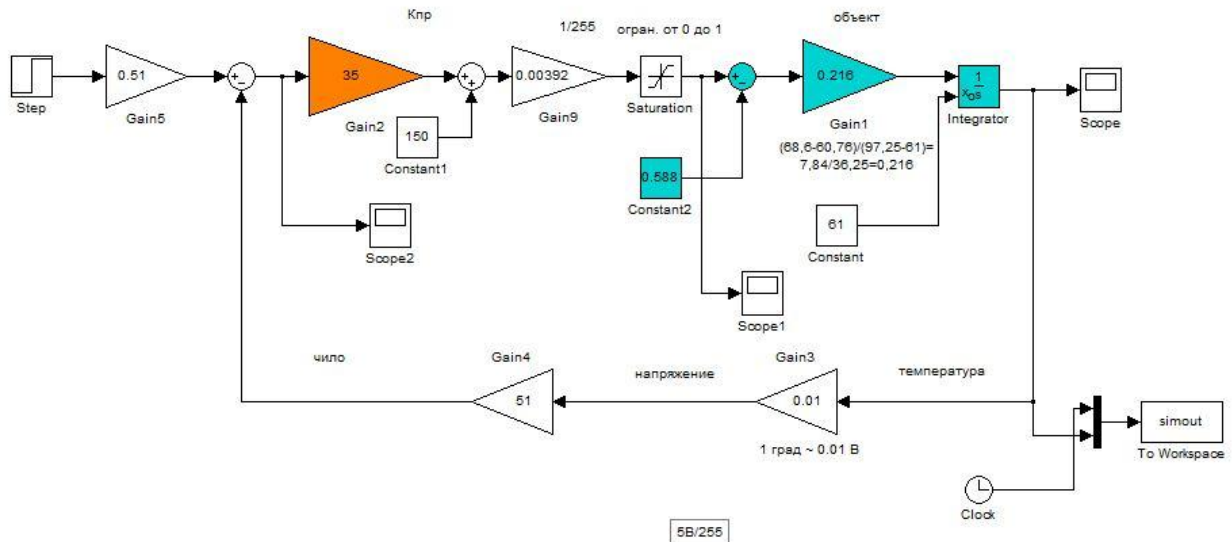


Рис. 2 – Схема регулятора в simulink

Причина таких различий заключается в том, что интервал линейного охлаждения/нагрева очень мал и составил не более 10ти градусов. При незначительных изменениях внешней среде результаты эксперимента могут существенно меняться при прочих равных.

Эксперимент настройки регулятора на основе апериодического звена первого порядка

Апериодическое звено было реализовано формулой с выводом графика и наложением его на график из значений, снятых с эксперимента.

```
>> step(tf(40.28, [4069 1])+27.4400)
>>
```

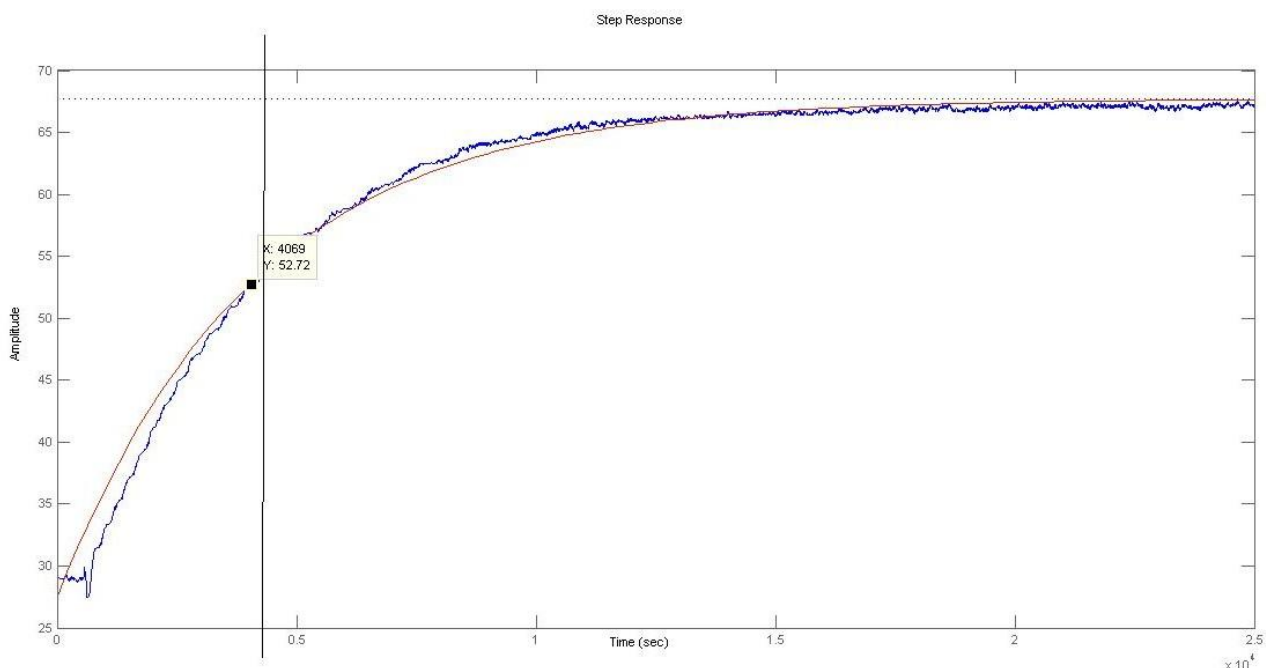


Рис. 3 – Соответствие графиков, построенных по экспериментальным данным и по формуле

Из графика (рис.3) видно, что нагрев происходит по графику апериодического звена первого порядка и совпадает с небольшим отклонением с графиком, построенным по формуле апериодического звена.

Полный процесс нагрева/охлаждения проведенный на лабораторном стенде со скользящим средним показан на рисунке 4.

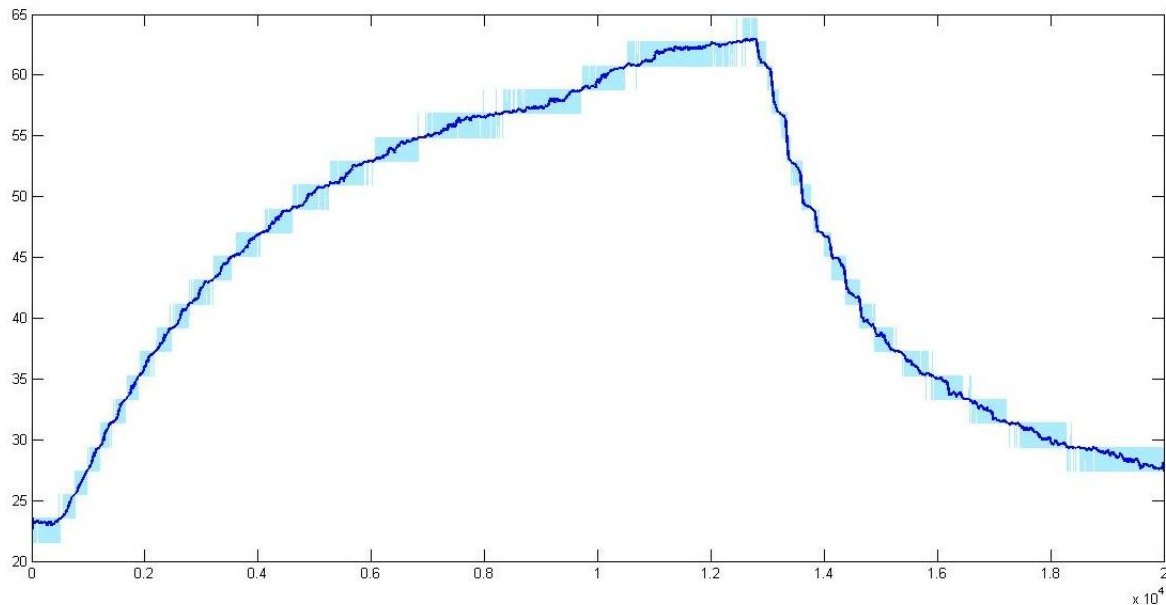


Рис. 4 – нагрев и охлаждение термодатчика с выводом на ПК

Литература

1. Datasheet на микроконтроллер ATmega16.
2. Datasheet на термодатчик Lm35.
3. Сайт: MathWorks – Центр компетенций [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 30.12.2014).
4. Черных А.А. “Организация сопряжения датчиков с аналоговым выходом с ПК и демонстрацией в Matlab” международный научно-исследовательский журнал ISSN 2303-9868 №1 (32) 2015 Часть 1.

References

1. Datasheet na mikrokontroller ATmega16.
2. Datasheet na termodatchik Lm35.
3. Sajt: MathWorks – Centr kompetencij [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 30.12.2014).
4. Chernyh A.A. “Organizacija soprjazhenija datchikov s analogovym vyhodom s PK i demonstraciej v Matlab” mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal ISSN 2303-9868 №1 (32) 2015 Chast' 1.

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



*Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе **Science Index РИНЦ**.*

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ.

Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на нашем сайте <http://research-journal.org/> в разделе «Полезно знать».

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY**Никитин Ю.Н.¹, Скрипник А.А.², Процкая Л.А.³, Иваненко Т.Н.⁴**¹Доктор технических наук, ²аспирант, ³канд. химических наук, ⁴студент

Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Омск

О СТРУКТУРЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ СЕТОК НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА**Аннотация***Исследована структура ненаполненных и наполненных эластомерных сеток НК во взаимосвязи с прочностными свойствами резин.***Ключевые слова:** каучук, техуглерод, резина, структура сеток**Nikitin Yu. N.¹, Skripnik, A. A.², Prockaya L. A.³, Ivanenko T.N.⁴**¹PhD in Engineering, ²postgraduate, ³PhD in Chemistry, ⁴student

Siberian Cossack Institute of technology and management (branch) of Federal STATE budgetary educational institution IN «MGUTU name K.G. Razumovsky (First Cossack University)», Omsk

ABOUT STRUCTURE OF ELASTOMERIC NETS OF NATURAL RUBBER**Abstract***The structure of ungap-filling and gap-filling elastomeric nets of HK is investigational in intercommunication with properties of rubbers.***Keywords:** rubber, carbon black, structure of nets**Введение**

Натуральный каучук (НК) не превзойдён по качеству ни одним из его синтетических заменителей, а дефицит его при растущем спросе не снижает плантационная технология гевеи в экваториальном поясе Юго-Восточной Азии [1,2]. Россия с опытом получения НК из отечественных каучуконосов продолжает применять немецкие заменители на базе Буна S, которые США после вынужденного внедрения в 1943 году с печной технологией активного техуглерода заменяют наноккомпозитами на основе латекса НК [3]. С 1988 года НК, полибутадиен и печной техуглерод N375 в соотношении 80:20:55 признаны мировой практикой как основа типовой протекторной смеси [4].

В 30-х годах физики-теоретики пришли к представлениям о «газовой» природе упругости эластомеров и разработали молекулярно-кинетическую теорию высокоэластичности [5], положив начало исследованиям структуры эластомерных сеток [6]. Зависимость прочности ненаполненных серных вулканизатов НК от концентрации поперечных связей (узлов) описывается кривой с максимумом при $(2-6) \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, то есть при концентрации активных цепей $(4-12) \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, а высокая прочность их обусловлена ориентационной кристаллизацией цепей. С алкилфенолформальдегидными смолами (АФФС) первые аналогичные резины имели низкую прочность, которую объяснили наличием жёстких химических связей с хромановыми структурами, препятствующих ориентационной кристаллизации активных цепей [7,8].

Олигомерные молекулы АФФС содержат метилольные (на концах) и диметиленэфирные функциональные группы, которые в присутствии двухлористого олова обладают одинаково высокой активностью по отношению к НК, образуя из одной молекулы 3-4 поперечные связи [9-11]. Оксид цинка снижает активность двухлористого олова, и при их совместном применении требуется в два раза больше смолы для достижения близкой концентрации поперечных связей, из которых до 30% связей с эфирными группами оказались менее прочными и повышали прочность резин. Смолы отличаются от серы также условиями применения - температура валков при смешении с каучуком должна быть не ниже 90°C и форм при загрузке смесей для вулканизации - не выше 50°C. При соблюдении этих условий смоляные резины не уступают по прочности при растяжении серным резинам.

Деформационно-прочностные свойства информируют о зависимости напряжения от деформации резин и отражают особенности структуры их сеток [12]. По классической теории упругости, в равновесном состоянии эластомерной сетки связь между напряжением и деформацией линейна, однозначна и не зависит от условий испытания и времени. Отношение равновесного напряжения σ_∞ к деформации E является главной характеристикой структуры сетки и называется равновесным модулем E_∞ :

$$E_\infty = \rho_k RT / M_c,$$

где $\rho_k = 0,92 \cdot 10^{-3} \text{ кгс/см}^3$ - плотность каучука, $R = 84,8 \text{ кгс}\cdot\text{см/град}\cdot\text{моль}$ - универсальная газовая постоянная, $T = 300 \text{ град}$ - абсолютная температура, M_c - эффективная молекулярная масса (длина) цепей между узлами сетки.

Согласно молекулярно-кинетической теории высокоэластичности [12], зависимость напряжения на исходное сечение образца f_p от кратности деформации λ для простого растяжения описывается уравнением:

$$f_p = E_\infty (\lambda - 1/\lambda^2), \text{ отсюда } E_\infty = f_p / (\lambda - 1/\lambda^2) \text{ кгс/см}^2.$$

Из формулы следует, что E_∞ является коэффициентом пропорциональности между напряжением на исходное сечение образца f_p при кратности растяжения λ и $K = (\lambda - 1/\lambda^2)$, характеризующим уменьшение площади его сечения при этой же кратности растяжения. Коэффициент K равен единице для кратности 1; 1,75 для кратности 2; 2,89 для кратности 3, и т.д. Далее можно упростить формулу расчёта M_c , подставив значения ρ_k , R и T :

$$M_c = \rho_k RT / E_\infty = 23,3 / E_\infty \text{ кгс/моль}.$$

Подставив значения ρ_k и числа Авогадро $A = 6,023 \cdot 10^{23}$, получаем формулу для расчёта концентрации поперечных связей (узлов) эластомерной сетки:

$$n_c = A \rho_k / 2 M_c = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 0,92 \cdot 10^{-3} / 2 M_c = 27,7 \cdot 10^{19} / M_c \text{ см}^{-3}.$$

Расчётные формулы верны при условии, если E_∞ характеризует густоту идеальной ненаполненной сетки, не разрушающейся при деформации.

Реальные сетки НК неоднородны, и при деформации перенапряжённые цепи и тетрафункциональные узлы рвутся, а пучки цепей формируют полифункциональные узлы – кристаллиты вытянутых цепей (КВЦ), которые превосходят по прочности единичные перенапряжённые цепи. Достижение сегментального равновесия цепей затрудняют медленные релаксационные процессы, и их пытаются ускорить снижением скорости деформации образцов, повышением температуры их испытания или предварительным набуханием в вазелиновом масле. Часто равновесного состояния сеток не удаётся достигнуть, и тогда говорят об условно-равновесном модуле, а его возможности информировать об особенностях их структуры мало изучены.

Давно установлено повышение вязкости и ухудшение технологических свойств каучука слабо сшитыми глобулами микрогеля БСК в результате набухания их в свободных сегментах с образованием полифункциональных узлов физической сетки [13,14]. По сравнению со сшитыми глобулами канальный техуглерод значительно сильнее структурирует каучук, в три раза снижая скорость его шприцевания и почти в два раза повышая усадку при значительном росте жёсткости [2,15]. Сорбционным связыванием каучука при диспергировании по релаксационному механизму техуглерод формирует физические полифункциональные углерод-каучуковые узлы сетки, а при вулканизации превращает их в химические [16,17]. Однако информацию о слабых полифункциональных взаимодействиях в сетках замалчивают [18-20], а исследуют вместо структуры наполненных и кристаллизующихся сеток и методов их анализа [12] влияние концентрации техуглерода и показателей его структуры на свойства резин [19,21]. Целью проведённых исследований было расширение базы данных о структуре и свойствах ненаполненных и наполненных техуглеродом сеток НК для прогнозирования качества резин.

Экспериментальная часть

Ненаполненные сетки НК имели близкую концентрацию химических поперечных связей при больших различиях в их прочности и в составе вулканизующих групп [9-11]. Сетка серного вулканизата с ДФГ образована слабыми полисульфидными связями, смоляного с двухлористым оловом – прочными углерод-углеродными связями, а с комбинацией активаторов – прочными и слабыми связями. Исходные данные для расчёта параметров структуры сеток - напряжения f_p при кратностях растяжения от 1 (100%) до 8 (800%) получены на разрывной машине AGS-X фирмы «Shimadzu».

Растяжение образцов до кратности 3 приводит к равному снижению условно-равновесного модуля и росту длины активных цепей, что свидетельствует о процессе разрыва перенапряжённых связей, не зависящем от их прочности (табл.1). С кратности 4 начинается ориентационная кристаллизация цепей, которая приводит к ускоренному изменению всех показателей структуры в противоположном направлении и самоупрочнению резины, а с кратности 5 показатели сетки с прочными связями изменяются быстрее других. Очевидно, диссипация перенапряжений при ориентационной кристаллизации идёт в сетке с прочными связями через разрывы активных цепей с увеличением доли её неактивной части, что затрудняет рост КВЦ и повышает их дефектность. Это и приводит к разрыву образцов при меньших значениях относительного удлинения и прочности, а в двух других резинах разрывы по слабым связям удлиняют цепи, облегчая рост КВЦ и увеличивая показатели удлинения и прочности к моменту разрыва образцов.

Таблица 1 – Параметры структуры и прочностные свойства ненаполненных сеток НК, полученных с серной и смоляной вулканизующими группами

Вулк. группа (масс.ч)	Напряжение и параметры структуры сетки	Заданное удлинение, % (кратность растяжения)								Свойства	
		100 (1)	200 (2)	300 (3)	400 (4)	500 (5)	600 (6)	700 (7)	800 (8)	прочность, МПа	относительное удлинение, %
Сера (3,5), ДФГ (3), ZnO (3)	f_p , кгс/см ²	7	9	13	18	30	58	130	225	27,2	860
	E_{∞} , кгс/см ²	7	5,1	4,5	4,6	6,31	9,71	18,67	28,2		
	M_c , кг/моль	3,33	4,63	5,18	5,06	3,7	2,4	1,25	0,82		
	$n_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	8,32	6,01	5,35	5,49	7,49	11,54	22,15	33,78		
SP-1045 (3), SnCl ₂ (2)	f_p , кгс/см ²	7	9	13	18	32	63	165	-	22,4	720
	E_{∞} , кгс/см ²	7	5,1	4,5	4,6	6,74	10,55	23,62	-		
	M_c , кг/моль	3,33	4,63	5,18	5,06	3,45	2,21	0,98	-		
	$n_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	8,32	6,01	5,35	5,49	8,03	12,25	28,27	-		
SP-1045 (6), SnCl ₂ (2), ZnO (2)	f_p , кгс/см ²	7	9	13	18	30	58	130	225	27,5	860
	E_{∞} , кгс/см ²	7	5,1	4,5	4,6	6,31	9,71	18,67	28,2		
	M_c , кг/моль	3,33	4,63	5,18	5,06	3,7	2,4	1,25	0,82		
	$n_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	8,32	6,01	5,35	5,49	7,49	11,54	22,15	33,78		

Далее исследовано влияние вулканизации при 145°C на зависимость от кратности растяжения структуры наполненных сеток стандартной смеси состава (масс.ч.): НК - 100, техуглерод N330 - 50, стеариновая кислота - 3, оксид цинка - 5, бензотиазилдисульфид – 0,6 и сера – 2,5. При растяжении исходной смеси вырывание связанных сегментов перенапряжённых цепей из физических полифункциональных узлов приводит к небольшому росту их длины и снижению условно-равновесного модуля (табл.2), что подтверждает лабильность сорбционных взаимодействий внутри них [17]. К пяти минутам вулканизации превращение физических узлов в химические начинается с ускоренного изменения всех параметров структуры в противоположном направлении. К 10 минутам вулканизации условно-равновесный модуль при кратности растяжения 3 увеличивается на порядок и достигает 40 кгс/см², и его начинает догонять модуль при кратности растяжения 2. К 20 минут вулканизации условно-равновесные модули при кратностях растяжения 2 и 3 различаются между собой не более чем на 10% и достигают 85% их величин

в оптимуме вулканизации. Это приводит к уменьшению длины активных цепей и росту эффективной концентрации узлов сетки и прочности резины при мало изменяющемся её относительном удлинении при разрыве.

Таблица 2 – Влияние продолжительности вулканизации при 145°C стандартной резиновой смеси на основе НК с теуглеродом N330 на её структуру и свойства

Показатели структуры и свойств наполненных сеток	Кратность растяжения	Значения показателей структуры сеток:				
		исходной смеси	вулканизованных в течение (мин)			
			5	10	20	50
Напряжение на исходное сечение f_p , кгс/см ²	1	7,6	10,5	23,1	27,5	35,7
	2	8,8	25,3	63,8	75,5	87,3
	3	14,1	52,6	114,7	132,5	151,3
Условно-равновесный модуль E_{∞} , кгс/см ²	1	7,6	10,5	23,1	27,5	35,7
	2	6,03	14,46	36,46	43,14	49,89
	3	4,86	18,14	39,55	45,69	52,17
Молекулярная масса (длина) цепей между узлами M_c , кгс/моль	1	3,066	2,219	1,009	0,847	0,653
	2	3,864	1,611	0,639	0,540	0,467
	3	4,794	1,284	0,589	0,510	0,447
Концентрация узлов сетки $n_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	1	9,035	12,483	27,453	32,704	42,420
	2	7,169	17,194	43,349	51,296	59,315
	3	5,778	21,573	47,029	54,314	61,969
Прочность при растяжении, МПа		2,9	12,9	22,6	24,4	27,5
Относит. удлинение при разрыве, %		480	500	500	500	480

Из табл. 1 и 2 следует, что вулканизация наполненных сеток оказывает такое же влияние на зависимость их структуры и свойств от кратности растяжения, как и ориентационная кристаллизация активных цепей в ненаполненных сетках. Повышение условно-равновесного модуля и концентрации узлов сетки в обоих типах сеток сопровождается упрочнением резины, при этом КВЦ упрочняет при кратностях растяжения 4-8, а печной теуглерод - с начала растяжения до разрыва без признаков ориентационной кристаллизации. В изменениях структуры наполненной сетки от кратности растяжения доминирует процесс вырывания из узлов связанных сегментов перенапряжённых цепей с разрывом внутри них относительно более слабых серных поперечных связей и уменьшением их функциональности. В результате этого к моменту разрыва (кратность 3-5) структура сетки необратимо изменяется: активные цепи становятся длиннее, химические узлы - прочными тетрафункциональными и одновременно лабильными, замещая вырванные сегменты перенапряжённых цепей сорбцией свободных.

Линейная зависимость показателей структуры наполненной сетки резиновой смеси от кратности растяжения сохраняется даже при снижении на два порядка скорости деформации образцов, что подтверждает наличие в ней слабых полифункциональных узлов (табл.3). Физическая природа и лабильность узлов привела к релаксационному снижению в 2-4 раза их концентрации (точнее – функциональности) и условно-равновесного модуля, а также прочности резины практически без изменения относительного удлинения при её разрыве. Химическая природа узлов в резине снизила релаксационные изменения параметров структуры её наполненной сетки до 3-12%, включая и концентрацию (функциональность) узлов, а снижение прочности при растяжении и удлинения при разрыве резины - до 20-25%.

Таблица 3 – Влияние скорости растяжения образцов на зависимость параметров структуры и свойств наполненных сеток НК от кратности растяжения

Показатели структуры и свойств	Скорость растяжения мм/мин	Значения показателей при кратности растяжения					
		резиновой смеси			вулканизата		
		1	2	3	1	2	3
f_p , кгс/см ²	500	7,6	8,8	14,1	33,3	90,0	161,5
	50	3,9	5,0	7,3	33,0	89,0	160,8
	5	3,0	3,6	4,4	32,4	80,0	153,0
E_{∞} , кгс/см ²	500	7,6	6,03	4,86	33,3	51,43	55,69
	50	3,9	2,86	2,52	33,0	50,86	55,45
	5	3,0	2,06	1,52	32,4	50,29	52,76
M_c , кгс/моль	500	3,07	3,86	4,79	0,699	0,453	0,418
	50	6,97	8,15	9,25	0,706	0,458	0,420
	5	7,76	11,31	15,33	0,719	0,463	0,442
$n_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	500	9,03	7,18	5,78	39,63	61,15	66,27
	50	3,97	3,40	2,99	39,24	60,48	65,95
	5	3,57	2,45	1,81	38,53	59,83	62,67
Прочность при растяжении, МПа	500	2,9			27,5		
	50	1,6			26,7		
	5	0,8			21,9		
Относительное удлинение при разрыве, %	500	480			480		
	50	530			445		
	5	490			400		

С повышением структурности техуглерода растут доля каучука в углерод-каучуковых узлах сетки и функциональность узлов, которую метод оценивает как эквивалентный прирост к концентрации тетрафункциональных узлов. Поэтому структурность техуглерода реализуется в повышении на 30% вязкости резиновых смесей, и более чем в два раза концентрации узлов сетки резины при кратности растяжения 1 (табл.4). У техуглерода N347 и N375 больше межагрегатных пустот и более открытая форма агрегатов, что увеличивает долю каучука в виде связанных пространственно сшитых сегментов. Часть своих связанных сегментов вырывают при деформации перенапряжённые цепи, а узлы потерю сегментов компенсируют сорбцией новых. К моменту разрыва сетка подходит с меньшим количеством узлов, падающей до четырёх их функциональностью и растущей долей в них слабых физических взаимодействий, повышающих прочность резины.

Таблица 4 – Влияние структурности активного печного техуглерода подгруппы N300 на структуру сетки и свойства стандартных композиций на основе НК

Показатели структуры и свойств		Марка печного техуглерода				
		N326	N330	N339	N347	N375
Свойства техуглерода:						
Адсорбция иода, г/кг		82,4	82,1	89,8	89,5	90,0
Абсорбция ДБФ, мл/100г		72,6	102,5	119,8	125,3	115,5
Абсорбция ДБФ после сжатия, мл/100г		69,4	87,6	101,0	100,2	96,3
Объём межагрегатных пустот, мл/100г		3,2	14,9	18,8	25,1	19,2
Удельная поверхность по ЦТАБ, м ² /г		82,5	82,7	85,9	87,3	96,4
Уд. адсорбц. поверхн. по Джемину, м ² /г		78,0-	77,8	91,8	84,9	92,7
Уд. внешняя поверхн. по Джемину, м ² /г		78,0-	77,6	87,6	83,2	90,4
Показатели структуры сетки стандартного вулканизата:						
кратность растяжения 1	$f_p = E_{\infty}$, кгс/см ²	25,8	38,4	43,0	45,0	40,3
	M_c , кг/моль	0,903	0,607	0,542	0,518	0,578
	$\rho_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	30,68	45,63	61,11	63,47	47,92
кратность растяжения 3	f_p , кгс/см ²	125	163	176	173	169
	E_{∞} , кгс/см ²	43,25	56,40	60,90	59,86	58,48
	M_c , кг/моль	0,539	0,413	0,383	0,389	0,398
	$\rho_c \cdot 10^{19}$, см ⁻³	61,39	67,07	72,32	71,21	69,60
Свойства стандартной резиновой смеси и резины:						
Вязкость смеси МБ-1-4-100		62,0	74,3	92,7	98,1	88,2
Напряжение при 300% растяжения, МПа		12,5	16,3	17,6	17,3	16,9
Прочность резины при растяжении, МПа		23,5	23,2	22,6	24,5	23,9
Относительное удлинение при разрыве, %		470	450	450	430	440

Выводы

1. Установлена возможность применения молекулярно-кинетической теории высокоэластичности для исследования структуры реальных высокопрочных сеток НК.
2. Доказано существование и исследованы особенности структуры физических и химических сеток, образованных полифункциональными углерод-каучуковыми узлами.
3. Показано, что эффективная концентрация узлов в реальных эластомерных сетках является суммарным показателем концентрации и степени функциональности этих узлов.
4. Доказана идентичность влияния вулканизации наполненных сеток и ориентационной кристаллизации активных цепей в ненаполненных сетках на зависимость их структуры и свойств от кратности растяжения.
5. Исследованы особенности изменения структуры наполненных и ненаполненных эластомерных сеток и проявления эффекта усиления от кратности растяжения образцов.
6. Исследовано влияние релаксационных процессов, структурности и открытости формы агрегатов техуглерода на структуру и свойства наполненных сеток.
7. Высказано предположение о доминировании при деформации таких сеток процессов вырывания из химических узлов сегментов перенапряжённых цепей с разрывом внутри них серных связей и уменьшением их функциональности до четырёх и роста физических слабых взаимодействий между ними за счёт сорбции свободных сегментов.

Литература

1. Агаянц И.М. Пять столетий каучука и резины. - М.: «Модерн-А», 2002. - 432с.
2. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А. // Research Journal International Studies. 2015, №2 (33), Ч.1. - С.54-58.
3. Куперман Ф.Е. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XIX симпозиума. - М., 2008. Т.2. - С.32-41; Каучук и резина. 2010. №2. - С.2-5.
4. Агаянц И.М. // Поваренная книга резинщика. М.: МИТХТ, 2009. – 120с.
5. Кулезнёв В.Н., Шершнёв В.А. Химия и физика полимеров. М.: Колос С, 2007. - 367с.
6. Догадкин Б.А., Тарасова З.Н. и др. // Коллоидн. ж., 1962. Т.24. С.141; 1966. Т.28. №3. С.353-361.
7. С. Thelamon // Kautschuk und Gummi, 1961. V.14. №11. WT-347.
8. Шершнёв В.А., Гинзбург Л.В., Догадкин Б.А. // Коллоидн.ж., 1963. Т.25. С.626; Каучук и резина, 1963. №5. С.20.
9. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г., Поляк М.А. // Каучук и резина, 1968. №4.-С.8-11; Высокомолек. соед., Б. 1970.-Т.12.-№12.-С.882-887.

10. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г. // Коллоидн. журн., 1970.-Т.32.-№3.-С.403-408; 1971, Т.33, №6.-С.873-878.
11. Никитин Ю.Н. // Каучук и резина, 1988. №7.-С.11-14.
12. Лабораторный практикум по технологии резины. Учеб. пособие для вузов. Под ред. Н.Д. Захарова. М.: Химия, 1988. - 256с.
13. Чиркова Н.В., Эпштейн В.Г., Захаров Н.Д. // Коллоид. журн. 1970, Т.32, №6. – С.912.
14. Никитин Ю.Н., Копылов Е.П. // Производство шин, РТИ и АТИ. 1973. №12. - С.23.
15. Никитин Ю.Н. // Каучук и резина. 1982. №6. – С.16.
16. Бартенев Г.М. и др. // Коллоидн. журн., 1984. Т.46. №6. - С.1065-1072; Высокомол. соед., 1986. А, Т.28. №3. - С.463-467.
17. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А. // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Материалы XXV симпозиума. - М., 2014. - С.271 -278; Research Journal International Studies. 2014, №12 (31), Ч.1. - С.71-76.
18. Никитин Ю.Н. Материалы IX Межд. науч.-практич. конф. «Образование и наука без границ - 2013». – Przemysl, 2013, V 41. S. 7-17.
19. Орлов В.Ю., Комаров А.М., Ляпина Л.А. Производство и использование технического углерода для резин. – Ярославль: Издательство Александр Рутман, 2002. – 512с.
20. Каучук и резина. 2013. №3. – 76с.
21. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. – М.: НППА «Исток», 2009. – 504с.

References

1. Agajanc I.M. Pjat' stoletij kauchuka i reziny. - М.: «Modern-A», 2002. - 432s.
2. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A. // Research Journal International Studies. 2015, №2 (33), Ch.1. - S.54-58.
3. Kuperman F.E. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XIX simpoziuma. - М., 2008. Т.2. - S.32-41; Kauchuk i rezina. 2010. №2. - S.2-5.
4. Agajanc I.M. // Povarennaja kniga rezinshhika. М.: MITHT, 2009. – 120s.
5. Kuleznjov V.N., Shershnojov V.A. Himija i fizika polimerov. М.: Kolos S, 2007. - 367s.
6. Dogadkin B.A., Tarasova Z.N. i dr. // Kolloidn. zh., 1962. Т.24. S.141; 1966. Т.28. №3. S.353-361.
7. C. Thelamon // Kautschuk und Gummi, 1961. V.14. №11. WT-347.
8. Shershnojov V.A., Ginzburg L.V., Dogadkin B.A. // Kolloidn.zh., 1963. Т.25. S.626; Kauchuk i rezina, 1963. №5. S.20.
9. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G., Poljak M.A. // Kauchuk i rezina, 1968. №4.-S.8-11; Vysokomolek. soed., B. 1970.-T.12.-№12.-S.882-887.
10. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G. // Kolloidn. zhurn., 1970.-Т.32.-№3.-S.403-408; 1971, Т.33, №6.-S.873-878.
11. Nikitin Ju.N. // Kauchuk i rezina, 1988. №7.-S.11-14.
12. Laboratornyj praktikum po tehnologii reziny. Ucheb. posobie dlja vuzov. Pod red. N.D. Zaharova. М.: Himija, 1988. - 256s.
13. Chirkova N.V., Jepshtejn V.G., Zaharov N.D. // Kolloid. zhurn. 1970, Т.32, №6. – С.912.
14. Nikitin Ju.N., Kopylov E.P. // Proizvodstvo shin, RTI i ATI. 1973. №12. - С.23.
15. Nikitin Ju.N. // Kauchuk i rezina. 1982. №6. – С.16.
16. Bartenev G.M. i dr. // Kolloidn. zhurn., 1984. Т.46. №6. - С.1065-1072; Vysokomol. soed., 1986. А, Т.28. №3. - С.463-467.
17. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A. // Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Materialy XXV simpoziuma. - М., 2014. - С.271 -278; Research Journal International Studies. 2014, №12 (31), Ch.1. - С.71-76.
18. Nikitin Ju.N. Materialy IX Mezhd. nauch.-praktich. konf. «Obrazovanie i nauka bez granic - 2013». – Przemysl, 2013, V 41. S. 7-17.
19. Orlov V.Ju., Komarov A.M., Ljapina L.A. Proizvodstvo i ispol'zovanie tehničeskogo ugljroda dlja rezin. – Jaroslavl': Izdatel'stvo Aleksandr Rutman, 2002. – 512s.
20. Kauchuk i rezina. 2013. №3. – 76с.
21. Kornev A.E., Bukanov A.M., Sheverdjaev O.N. Tehnologija jelastomernyh materialov. – М.: NPPA «Istok», 2009. – 504s.

Розанова Е.Н.¹, Кометиани И.Б.², Лопухина О.Н.³, Искендерова С.Р.⁴¹Кандидат химических наук, ²кандидат биологических наук, ³студент направления Химическая технология,⁴студент специальности Химия, Курский государственный университет**ВЛИЯНИЕ СУЛЬФИДА НАТРИЯ НА НАТИВНУЮ СТРУКТУРУ КОЛЛАГЕНА В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ****Аннотация**

В статье рассмотрено – использование сульфида натрия для дезагрегации нативных надмолекулярных структур коллагена в условиях ультразвуковой обработки, получение растворимых форм коллагена с сохранением полимерной структуры.

Ключевые слова: сульфид натрия, коллаген, ультразвук.

Rozanova E.N.¹, Kometiani I.B.², Lopuchina O.N.³, Iskenderova S.R.⁴¹PhD in Chemistry, ² PhD in Biology, ³Student of direction Chemical Engineering, ⁴Student of specialty Chemicals, Kursk State University**INFLUENCE SODIUM SULFIDE TO THE NATIVE COLLAGEN STRUCTURE IN THE CONDITIONS OF ULTRASONIC TREATMENT****Abstract**

In the article - the use of sodium sulfide for the disaggregation of supramolecular structures of native collagen in a ultrasonic treatment, obtaining soluble forms of collagen while preserving the polymer structure.

Keywords: sodium sulfide, collagen, ultrasound.

В области применения коллагенсодержащего сырья существуют два пути. Первый состоит в использовании отходов выдубленного измельченного коллагена для производства коротковолокнистых картонов. В качестве второго пути можно назвать использование длинных коллагеновых волокон, выделенных из дермы разными способами, для изготовления нетканых материалов нового типа, искусственных колбасных оболочек и пленок, протезов, кровеносных сосудов, губок, пленок и других препаратов, применяемых в хирургии, а также при лечении ожогов. Эффективно применение коллагена в виде желатина в области медицины для инъекций при кровотечениях и для изготовления препаратов, заменяющих кровяную плазму. Растворимые продукты деструкции коллагена рекомендованы для изготовления различных поверхностно-активных веществ: моющих препаратов, эмульгаторов, вспенивателей и др. [1]

Одним из источников сырья для получения коллагена являются отходы мясоперерабатывающей и кожевенной промышленности: шкуры и кости животных. В настоящее время ведется поиск наиболее эффективных с экономической точки зрения и экологически безопасных способов получения коллагена, в числе которых находятся и технологии ультразвуковой обработки [2].

Коллаген самый распространенный белок млекопитающих, главными компонентами аминокислотного состава коллагена кожного покрова млекопитающих являются глицин, аланин, пролин, оксипролин. Основную роль в образовании нативной структуры коллагена играют водородные связи, которые необходимо разрушить при извлечении коллагена.

Для выявления основных факторов, влияющих на процесс извлечения коллагена, был проведен анализ различных воздействий на структуру коллагена.

Известны методы извлечения коллагена из кожного покрова: кислотные, щелочно-солевые, щелочно-перекисные, ферментативные, физические (нагрев, ультразвук).

Из всех воздействий были выбраны вода, щелочно-солевой состав (водный раствор сульфида натрия), ультразвук.

При диспергировании коллагена происходят следующие процессы:

- 1) распад полипептидов, образующих трехцепочечные молекулы коллагена;
- 2) дезагрегация надмолекулярных структур.

Процесс дезагрегации надмолекулярных структур коллагена приводит к образованию:

- 1) продуктов денатурации, растворы которых состоят из частиц, утративших трехцепочечную спиральную структуру исходного коллагена;
- 2) надмолекулярных агрегатов, состоящих из молекул коллагена, сохранивших структуру трехцепочечных спиралей.

На первом этапе исследований определили оптимальную концентрацию сульфида натрия, при которой наблюдали наибольший выход продукта – растворимого коллагена. Изучение процесса ультразвукового диспергирования образцов сырой свиной шкуры позволило сделать выводы о том, что, в условиях проведения эксперимента, образцы в присутствии только воды практически полностью диспергируются в течение 1,5 часов и более. Для ускорения процесса необходимо использовать вещества, способствующие набуханию сырой свиной шкуры в воде. В качестве такого вещества был использован сульфид натрия в концентрациях $(0,8-8,0) \cdot 10^{-4}$ г/мл, что соответствовало $pH=(11,26-12,68)$ и соотношению $m_{\text{сыр.шк.}}/m_{\text{сульфида натрия}} = (50 - 500)$.

На основе полученных экспериментальных данных были проанализированы графические зависимости времени полного растворения сырой шкуры, скоростей растворения сырой шкуры и образования первой и второй фракций коллагена, диаграммы выхода первой, второй фракций и общего выхода коллагена от показателей, характеризующих условия проведения эксперимента (соотношения $m_{\text{сыр.шк.}}/m_{\text{сульфида натрия}}$, концентрации сульфида натрия, pH коллагенсодержащего состава). Показано, что для достижения наибольшего выхода белка не рекомендуется использовать соотношения $m_{\text{сыр.шк.}}/m_{\text{сульфида натрия}}$ меньше 62,5 (что соответствует в условиях эксперимента концентрации сульфида натрия больше $6,4 \cdot 10^{-4}$ г/мл или $pH > 12,26$). Наибольшие скорости растворения сырой шкуры, образования первой и второй фракций, соответствовали условиям процесса приведенным выше.

Следующим этапом исследований являлась оценка эффективности процесса извлечения коллагена по выходу, скорости растворения сырья при обработке сырой и консервированной тузлукованием шкуры. Для исследования были выбраны оптимальные составы, в которых фиксировался наибольший выход коллагена, с использованием соотношения $m_{\text{сыр.шк.}}/m_{\text{сульфида натрия}} = 100; 83,3; 62,5$.

Для составов с соотношением $m_{\text{сырья}}/m_{\text{сульфида натрия}} = 100$ г/г в условиях проведения эксперимента выход коллагена из сырой шкуры превышал выход белка из консервированной шкуры в 1,62 – 3,96 раз. Экспериментальные данные подтвердили предположения о значительном влиянии величины жидкостного коэффициента (отношение объема раствора к массе обрабатываемого коллагенсодержащего сырья) на эффективность процесса, определены оптимальные значения жидкостного коэффициента: 20 и 25.

Анализ влияния времени озвучивания на выход коллагена для составов с соотношением $m_{\text{сырья}}/m_{\text{сульфида натрия}} = 62,5$ г/г (жидкостной коэффициент 20) показал, что этот фактор является определяющим при данном содержании сульфида натрия. Даже без промежуточного набухания озвучивание в течение 30 мин для этих составов привело к выходу продукта в 15-17 %.

Таким образом, главными факторами, влияющими на процесс извлечения коллагена из свиной шкуры в условиях ультразвуковой обработки составами, содержащими сульфид натрия, являются соотношение $m_{\text{сырья}}/m_{\text{сульфида натрия}}$, жидкостной коэффициент и длительность озвучивания.

Были проведены ИК-спектроскопические исследования полученных образцов, рассчитаны спектральные коэффициенты, подтверждена структура коллагена в продуктах дезагрегации коллагенсодержащего сырья – свиной шкуры [3].

Экспериментальные данные показали, что исследуемый способ извлечения коллагена из свиной шкуры с применением ультразвуковой обработки приводит к получению продукта, состав которого аналогичен желатину, предположительно, с более короткими молекулами белка. Такой продукт может быть использован в различных областях применения коллагена (желатина) после дополнительных исследований.

Литература

1. Михайлов, А.Н. Коллаген кожного покрова и основы его переработки / А.Н. Михайлов. - М.: Легкая индустрия, 1971. - 525 с.
2. Акопян Б.В., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Учеб. пособие / Под ред. С.И. Щукина. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.-224 с.
3. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров / А.Х. Купцов, Г.Н.Жижин - М.: Техносфера, 2013 - 696 с.

References

1. Mihajlov, A.N. Kollagen kozhnogo pokrova i osnovy ego pererabotki / A.N. Mihajlov.- M.: Legkaja industrija, 1971. - 525 s.
2. Akopjan B.V., Ershov Ju.A. Osnovy vzaimodejstviya ul'trazvuka s biologicheskimi ob#ektami: Ucheb. posobie / Pod red. S.I. Shhukina. - M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2005.-224 s.
3. Kupcov A.H., Zhizhin G.N. Fur'e-KR i Fur'e-IK spektry polimerov / A.H. Kupcov, G.N.Zhizhin - M.: Tehnosfera, 2013 - 696 s.

Розанова Е.Н.¹, Кометиани И.Б.², Лопухина О.Н.³, Искендерова С.Р.⁴

¹Кандидат химических наук, ²кандидат биологических наук, ³студент направления Химическая технология,

⁴студент специальности Химия, Курский государственный университет

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФИДА НАТРИЯ НА НАТИВНУЮ СТРУКТУРУ КОЛЛАГЕНА В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Аннотация

В статье рассмотрено – использование сульфида натрия для дезагрегации нативных надмолекулярных структур коллагена в условиях ультразвуковой обработки, получение растворимых форм коллагена с сохранением полимерной структуры.

Ключевые слова: сульфид натрия, коллаген, ультразвук.

Rozanova E.N.¹, Kometiani I.B.², Lopuchina O.N.³, Iskenderova S.R.⁴

¹PhD in Chemistry, ² PhD in Biology, ³Student of direction Chemical Engineering, ⁴Student of specialty Chemicals,

Kursk State University

INFLUENCE SODIUM SULFIDE TO THE NATIVE COLLAGEN STRUCTURE IN THE CONDITIONS OF ULTRASONIC TREATMENT

Abstract

In the article - the use of sodium sulfide for the disaggregation of supramolecular structures of native collagen in a ultrasonic treatment, obtaining soluble forms of collagen while preserving the polymer structure.

Keywords: sodium sulfide, collagen, ultrasound.

In the application of the collagen raw material, there are two ways. The first is the use of crushed waste tanned collagen production SHORT cardboard. The second way can be called the use of long collagen fibers isolated from the dermis by different methods for the manufacture of a new type of non-woven materials, artificial sausage casings and films, prostheses, blood vessels, sponges, films, and other drugs used in surgery as well as in the treatment of burns. Effective use of collagen in the form of gelatin in the field of medicine for injection for bleeding and for the manufacture of drugs, blood plasma substitute.

Soluble degradation products of collagen are recommended for the manufacture of various surfactants: detergent compositions emulsifiers, blowing agents, and others. [1]

One of the sources of raw materials to produce collagen is waste meat and leather industry: the hides and bones of animals. Currently, the search is conducted the most effective from the economic point of view and environmentally friendly methods for producing collagen, among which are technology and ultrasonic treatment [2].

Collagen is the most abundant protein of mammals, the major components of the amino acid composition of collagen of the skin of mammals include glycine, alanine, proline, hydroxyproline. The main role in the formation of the native structure of the collagen plays hydrogen bonds, which is necessary to break the extraction of collagen.

In order to identify the main factors influencing the process of extracting collagen, an analysis of various influences on the structure of collagen.

Known methods for extracting collagen from the skin, acid, alkali salt, alkaline peroxide, enzymatic, physical (heat, ultrasound).

Of all the effects were water, an alkaline salt composition (aqueous solution of sodium sulfide), and ultrasound.

When dispersing the collagen occur following processes:

- 1) the collapse of polypeptides, forming a triple stranded molecules of collagen;
- 2) The disaggregation of supramolecular structures.

The process of disaggregation of supramolecular structures of collagen leads to:

1) denaturation products whose solutions consist of particles which have lost their original triple stranded helical structure of collagen;

2) supramolecular aggregates composed of collagen molecules have retained the structure of a triple stranded helix.

At the first stage research determined the optimal concentration of sodium sulfide, in which there is the highest yield - soluble collagen. Study of the ultrasonic dispersing raw pork skin samples allowed to draw conclusions that, in the conditions of the experiment, the samples in the presence of water alone almost completely dispersed for 1.5 hour or more. To accelerate the process you need to use a swelling agent of raw pork skins in water. As such a substance has been used in concentrations of sodium sulfide $(0,8-8,0) \cdot 10^{-4}$ g / ml, corresponding pH (11,26-12,68), and a relationship $msyr.shk. / sodium = msulfida$ (50–500).

On the basis of experimental data were analyzed according to the graphic time complete dissolution of crude skins dissolution rates raw hides and formation of the first and second fractions of collagen chart output first and second fractions total yield of collagen indicators describing the experimental conditions (the ratio $msyr.shk. / msulfida$ sodium concentration of sodium sulfide, the pH of the collagen structure). It is shown that in order to achieve the highest yield of protein is not recommended ratio $msyr.shk. / msulfida$ sodium less than 62.5 (which corresponds to the experimental conditions, the concentration of sodium sulfide more than $6,4 \cdot 10^{-4}$ g / ml or pH > 12.26). The highest rate of dissolution of raw hides, at first and second fractions, consistent with the terms of the above.

The next stage of research was to evaluate the efficiency of the extraction of collagen-out, the dissolution rate of the raw material in the processing of raw and canned brining skins. For investigation the optimal compositions in which recorded the highest yield of collagen, using a ratio $msyr.shk. / sodium msulfida$ 100; 83.3; 62.5.

For compounds with a ratio $msyrya. / Msulfida$ sodium = 100 g / g in experimental conditions yield of collagen from raw hides exceed protein yield of canned hides 1.62 - 3.96 times. Experimental data confirmed the assumption of a significant effect of the liquid ratio (ratio of volume of solution to weight of the processed collagen raw material) on the efficiency of the process, the optimal values of the coefficient of the liquid 20 and 25.

Analysis of the effect of time on the audio output for the collagen composition ratio $msyrya. / Msulfida$ sodium = 62.5 g / g (liquid ratio of 20) showed that this is the determining factor for a given content of sodium sulfide. Even without intermediate swelling dubbing for 30 minutes for these compounds resulted in a yield of 15-17%.

Thus, the main factors influencing the process of extracting collagen from porcine skin under ultrasound treatment formulations containing sodium sulfide, is the ratio of $msyrya. / Msulfida$ sodium liquid ratio and duration of sound.

Were held IR spectroscopic studies of the obtained samples, spectral coefficients are calculated, confirmed by the structure of collagen in the collagen product disaggregation of raw material - pork skin [3].

Experimental data has shown that the monitoring method of extracting collagen from pig skin using ultrasound treatment results in a product whose composition is similar to gelatin, presumably shorter protein molecules. This product can be used in various applications of collagen (gelatin), after further research.

References

1. Mikhailov, AN Collagen skin and bases its processing / AN Mihaylov.- M.: Light Industry, 1971. - 525 p.
2. Hakobyan BV Ershov YA Fundamentals of the interaction of ultrasound with biological objects: Proc. manual / Ed. SI Shchukin. - M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2005.-224 with.
3. Merchants AH, Zhizhin GN FT-Raman and FT-IR spectra of polymers / AH Merchants G.N.Zhizhin - M.: Technosphere, 2013 - 696 p.

Теляков А.Н.¹, Бажин В.Ю.², Пятёрнева А.А.³, Сергеев В.В.⁴

¹Кандидат технических наук, доцент кафедры металлургии, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», ²Доктор технических наук, декан факультета переработки минерального сырья, зав. кафедрой АТПП, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», ³аспирант 2-го года кафедры металлургии, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», ⁴студент 4-го года кафедры металлургии, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ОБРАБОТКА УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ВОДОУГОЛЬНЫХ СМЕСЯХ

Аннотация

Резкое снижение цен на нефть заставляет ученых, специалистов и аналитиков искать новые пути использования других традиционных энергетических источников, и в первую очередь таких, как уголь. Низкокачественные угли могут быть альтернативным источником жидкого топлива. Геологические ресурсы угля почти в тридцать раз превышают запасы нефти, что в условиях резкого падения цен на нефть особенно важно для экономической стабилизации.

Учитывая, что Россия обладает большими запасами бурых и каменных углей, пригодных для добычи открытым способом, стоит актуальная задача выбора метода подготовки и обогащения угля различных месторождений перед его использованием в водно-угольных смесях. Водно-угольные смеси - это искусственное композиционное топливо, представляющее собой дисперсную топливную систему, создаваемую на основе твердых частиц микронных фракций угля и воды, которое может заменить существующее дизельное топливо и бензин. В работе изучается возможность предварительной подготовки и обогащения угля перед его использованием в водно-угольных смесях. Также предлагается технологическая схема переработки угля при попутном извлечении некоторых металлов. Разработанный метод позволяет комплексно использовать природный уголь и получать наряду с ультрадисперсным углем, металлические концентраты.

Ключевые слова: обогащение, природный уголь, топливо, водно-угольная смесь, ультрадисперсный уголь, цветные металлы, редкоземельные металлы.

Telyakov A.N.¹, Bazhin V.Y.², Pyaterneva A.A.³, Sergeev V.V.⁴

¹PhD in Engineering, Associate Professor, National Mineral Resources University (Mining University), ²PhD in Engineering, professor, Dean of mineral raw materials processing faculty, National Mineral Resources University (Mining University), ³2nd year post-graduate, Department of Metallurgy, National Mineral Resources University (Mining University), ⁴Fourth-year student, Department of Metallurgy, National Mineral Resources University (Mining University)

COAL PROCESSING OF DIFFERENT DEPOSITS BEFORE USING IT IN COAL-WATER MIXTURES

Abstract

The sharp decline of oil prices makes scientists, experts and analysts to explore new ways of other traditional energy sources usage and especially the usage of such source as coal. Low-grade coals could be an alternative source of liquid fuel. Geological coal resources exceed thirty times the stocks of oil which is very important for economic stabilization due to the sharp decline of oil prices.

Considering that Russia has large reserves of suitable for open-pit mining lignite and coal, there is an actual problem of different fields coal processing method choice before using it in a coal-water mixture. Coal-water mixture – is an artificial composite fuel that is a dispersed fuel system, created on the basis of coal micron fractions solid particles and water, which can substitute the existing diesel fuel and gasoline. This paper investigates the possibility of coal preconditioning and preparation before it will be used in coal-water mixture. It is also proposed flow sheet of coal processing with metals extraction. The developed method allows integrated use of coal and getting along with ultrafine coal, metal concentrates.

Keywords: preparation, coal, fuel, coal-water mixture, ultrafine coal, non-ferrous metals, rare metals.

Половина всей энергии, производимой в мире, в настоящее время вырабатывается из нефти, в том числе, практически вся энергия для автономных подвижных потребителей. Поэтому проблема совершенствования топливно-энергетического баланса приобретает особую актуальность. В настоящее время в мировом масштабе израсходовано примерно [1]:

- 87% мирового запаса нефти;
- 73% мирового запаса газа;
- 2% мирового запаса угля.

Геологические ресурсы угля почти в тридцать раз превышают запасы нефти, что в условиях резкого падения цен на нефть особенно важно для экономической стабилизации [2]. Существующее положение заставляет ученых, специалистов и аналитиков искать новые пути использования традиционных энергетических источников, и в первую очередь таких, как уголь. Учитывая, что Россия обладает большими запасами бурых и каменных углей, пригодных для добычи открытым способом, стоит актуальная задача выбора метода подготовки и обогащения угля различных месторождений перед его использованием в водно-угольных смесях. Водно-угольные смеси - это искусственное композиционное топливо, представляющее собой дисперсную топливную систему, создаваемую на основе твердых частиц микронных фракций угля и воды, которое может заменить существующее дизельное топливо и бензин.

Использование антрацита в качестве исходного сырья для приготовления водно-угольной смеси может облегчить эту задачу, но его запасы на порядок ниже, чем бурого угля, и осуществление добычи требует больших затрат [3]. Поэтому, наиболее рациональным решением является разработка схемы для подготовки бурых углей, характеризующихся высокой зольностью и влажностью, содержащих в своем составе помимо энергетической составляющей при сгорании, различные цветные, редкие и редкоземельные металлы, извлечение которых может стать перспективным направлением развития металлургии.

Как видно из таблицы 1 [4,5] с увеличением степени углефикации общее содержание углерода увеличивается, а количество азота, серы и кислорода убывает. Таким образом, это подтверждает тот факт, что разработанную технологическую схему, в конечном счёте, можно будет применять для всех типов углей.

Таблица 1 – Изменение степени углефикации угля

Вид угля	Элементарный состав, %				Технологические свойства		
	C^{daf}	S^{daf}	O^{daf}	N^{daf}	W^r , %	V^{daf} , %	Q_s^{daf} , МДж/кг
Бурый	63-77	4-6,3	16-28	0,7-1,4	17-58	10-60	25,5-32,6
Каменный (Д-Ж)	74-87	5-5,9	5-16	1-2	4-16	30-50	30,6-35,8
Каменный (К-Т)	87-92	3,7-5,1	2-6	1,1-2	3-6	3-6	34,5-36,8
Антрацит	89-97	1-3,7	1-2	1-1,5	5-8	2-8	33,5-35,6

Проблема, которая не позволяет просто измельчить уголь и засыпать в раствор водно-угольной смеси, это содержание различных примесей, минеральных компонентов, серы, азота, различных металлов, содержащихся в углях, то есть компонентов, которые будут отрицательно влиять на работоспособность и коррозионноустойчивость агрегатов, а также, в процессе массового сжигания которых, будет загрязняться окружающая среда. В таблице 2 [6,7] приведены данные со средним содержанием некоторых токсичных элементов в углях.

Таблица 2 – Среднее содержание микроэлементов в различных марках угля, г/т

Элемент	Бурый уголь		Каменный уголь	
	Б1	Б2 – Б3	Д – Г	Г – ОС
Ванадий	23	35	10	29
Хром	58	16	3,5	11
Марганец	39	124	70	133
Кобальт	3,0	4,9	4,0	5,6
Никель	8,5	12	13	12
Медь	2,9	13	4,5	22
Цинк	5,0	43	28	66
Галлий	10	8,3	8,5	11
Германий	0,7	33	3,9	1,4
Стронций	-	95		170
Мышьяк	10	12	16	9,2
Цирконий	90	35	47	46
Свинец	2	9,6	4,5	20
Олово	1,3	1,0	3,2	0,8

На рисунке 1 представлена разработанная технологическая схема подготовки углей перед их использованием в водно-угольных смесях.

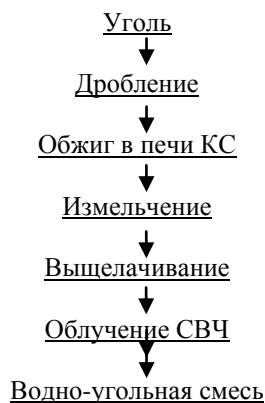


Рис. 1 – Схема подготовки угля перед использованием в водно-угольных смесях.

Предварительно исходный уголь подвергается дроблению, после которого гранулометрический состав представлен классом – (0,5-0,7 мм). Далее приготовленная угольная шихта подается в реактор печи кипящего слоя КС, где проходит ее очистка от серы и азота, при температуре внутри реактора 400-450°C. Печи кипящего слоя (КС) обладают рядом преимуществ по сравнению с печами других типов:

- не требуется предварительной сушки угля и предварительного подогрева дутья.
- возможно использования углей низкого качества – слабо реактивных, высокозольных и высоковлажных.
- в печах КС скорость потока газа относительно твердых частиц очень высока, что способствует интенсификации процесса сгорания.

При заданных температурах и крупности происходит удаление из углей связанной воды, карбоксильных групп и летучих серных и азотных компонентов. При избытке кислорода происходит окисление серы и переход ее в газовую фазу преимущественно в виде диоксида SO_2 и в незначительных количествах в виде SO_3 . Упомянутые оксиды серы могут быть связаны с помощью специальных реагентов, например, с помощью соединений щелочных и щелочноземельных металлов. Например, для этой цели используют недорогие известняк ($CaCO_3$) или известь (CaO) тонкого помола. При температурах, при которых проходит процесс, образуется очень мало термических оксидов азота. При этом образовавшиеся оксиды азота восстанавливаются до газообразного азота.

На следующей стадии уголь, очищенный от серы и азота, измельчается до крупности – 150 мкм в шаровой мельнице. Затем полученная шихта направляется в автоклав для группового выщелачивания соляной кислотой для извлечения таких металлов как цинк, медь, никель, марганец, хром и ванадий. Этап выщелачивания имеет большое значение, поскольку происходит очищение будущего топлива от токсичных элементов и золы, а также получение концентратов металлов, сырья для металлургического производства.

Для того чтобы получить водно-угольную смесь, которая обладает свойствами современного моторного топлива, угольная масса подвергается воздействию энергии сверхвысокочастотного излучения СВЧ. На этой стадии поглощаемая углём мощность СВЧ распределяется равномерно, что позволяет осуществить быстрый нагрев и разрушение угля под действием давления паров воды. Полученный ультрадисперсный уголь, очищенный не только от серы, азота, но и от золы, смешивается с водой, а образованный коллоидный раствор сможет служить альтернативой дизельного топлива.

Таким образом, разработанный метод комплексно использует природный уголь и позволяет получить наряду с основным компонентом для водно-угольных смесей – ультрадисперсным углем, концентраты цветных металлов.

Литература

1. А.Ф. Горовой, В.В. Кирюков, А.М. Брижанев/ Геология и разведка угольных месторождений [Текст]/ / Киев, 1994- 226 с.
2. У.-Л. Лом, А.Ф. Уильяме / Заменители природного газа Производство и свойства [Текст]/ / М., 1979- 248 с.
3. И.Б. Калинин/ Природоресурсное право [Текст]/ / Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009- 350с.
4. В.Е. Зайденберг, К.Н. Трубецкой, В.И. Мурко, И.Х. Нехороших/ Производство и использование водоугольного топлива [Текст]/ / М.: Изд-во Академии горных наук, 2001.-176 с.
5. Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис/ Токсичные элементы -примеси в ископаемых углях [Текст]/ / Екатеринбург: УрО РАН, 2005- 655 с
6. В.В. Гавриленко/ Экологическая минералогия и геохимия месторождений полезных ископаемых [Текст]/ / Санкт-Петербург, 1993.- 150с
7. Я . Э. Юдович, М . П. Кетрис, А. В. Мерц / Элементы-примеси в ископаемых углях [Текст]/ / Л.: Наука, 1985.- 239 с.

References

1. A.F. Gorovoj, V.V. Kirjukov, A.M. Brizhaney/ Geologiya i razvedka ugol'nyh mestorozhdenij [Tekst]/ / Kiev, 1994- 226 p.
2. U.-L. Lom, A.F. Yilyame / Zameniteli prirodnogo gaza Proizvodstvo i svojstva [Tekst]/ / M., 1979- 248 p.
3. I.B. Kalinin/ Prirodioresursnoe pravo [Tekst]/ / Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 2009- 350 p.
4. V.E. Zajdenberg, K.N. Trubeckoj, V.I. Murko, I.H. Nehoroshih/Proizvodstvo i ispol'zovanie vodougol'nogo topliva [Tekst]/ / M.: Izd-vo Akademii gornyh nauk, 2001.-176 p.
5. Y.E. Yudovitch, M.P. Ketris/Toksichnye elementy-primesi v iskopaemyh uglyah[Tekst]/ / – Ekaterinburg: UrO RAN, 2005- 655 p.
6. V.V. Gavrilenko Ekologicheskaya mineralogiya i geohimiya mestorozhdenii poleznyh iskopaemyh [Tekst]/ // St. Petersburg, 1993- 150 p.
7. Y.E. Yudovitch, M.P. Ketris, A. V. Merc / Elementy-primesi v iskopaemyh uglyah [Tekst]/ / L.: Nauka, 1985.- 239 p.

Фарафонова О.В.¹, Васильев С.В.², Еремин С.А.³, Ермолаева Т.Н.⁴¹Кандидат химических наук, ²студент, ⁴доктор химических наук, Липецкий государственный технический университет; ³доктор химических наук, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИНОГЛИКОЗИДНЫХ АНТИБИОТИКОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ИММУНОАНАЛИЗА****Аннотация**

Разработаны методики определения аминогликозидных антибиотиков (гентамицин, канамицин, стрептомицин, амикацин, неомицин) в пищевых продуктах методом поляризационного флуоресцентного иммуноанализа (FPIA). Исследовано влияние размера и структуры флуоресцентной молекулы на степень поляризации флуоресценции. Рассчитаны константы трейсеров и аффинности поликлональных антител, оптимизированы рабочие концентрации трейсеров и антител, обеспечивающие максимальное значение аналитического сигнала. Методики апробированы для анализа куриного мяса, яиц, молока.

Ключевые слова: поляризационный флуоресцентный иммуноанализ, антибиотик, гентамицин, канамицин, амикацин, неомицин, стрептомицин, пищевой анализ.

Farafonova O.V.¹, Vasiliev S.V.², Eremin S.A.³, Ermolaeva T.N.⁴¹PhD in Chemistry, ²Student, ⁴PhD in Chemistry, Lipetsk State Technical University; ³PhD in Chemistry, Lomonosov Moscow State University**DETERMINATION OF AMINOGLYCOSIDES IN FOOD BY FLUORESCENCE POLARIZATION IMMUNOASSAY****Abstract**

The methodic for quantitative determination of aminoglycoside antibiotics (gentamicin, kanamycin, streptomycin, amikacin, neomycin) in food by polarization fluorescent immunoassay (FPIA) is developed. The size and structure influence of a fluorescent molecule on a fluorescence polarization degree is analyzed. Affinity constants of antibodies to compounds and tracers were estimated, optimized working concentration of tracers and antibodies that provide the maximum value of analytical signal. Methods were tested in the antibiotics identification in milk, eggs and chicken.

Keywords: polarization fluorescence immunoassay, antibiotic, gentamicin, kanamycin, amikacin, neomycin, streptomycin, food testing.

INTRODUCTION

The regular use of aminoglycoside antibiotics for the treatment and prevention of cattle, poultry and bees infectious diseases leads to the accumulation of these substances in the muscle tissues of animals, milk, honey, eggs. This greatly complicates the preventive measures and treatment of diseases due to the toxic effect on cells and tissues, allergic reactions occurrences, antibiotic-resistant microorganisms appearance.

There are many methods for aminoglycoside antibiotics determination because of their widespread use. Such as: microbiological and physico-chemical methods. Chromatographic methods require long sample preparation, which includes separation and partition of components [1 - 4]. Microbiological methods have low specificity and selectivity [5 - 7]. Fluorescence Polarization Immunoassay (FPIA) can avoid these shortcomings. FPIA is a homogeneous method based on competition between defined antigen and the fluorescent-labeled antigen, for a limited number of specific antibodies binding sites. FPIA uses fluorescence polarization as the measurable value, which depends on the mobility of a fluorescent molecule. This allows you to control the binding of low-molecular labeled antigen, called tracer, with high-molecular antibodies. The measurement is performed on standard equipment, using mono and polyclonal antibodies. Polyclonal antibodies are used more frequently [8].

There are FPIA determination methods of gentamicin, kanamycin, amikacin, streptomycin in medical objects: plasma and serum [9 - 14]. These methods are means of regulating the dosage and duration of treatment, which help therapists. Plasma and serum may contain interfering components: proteins, lipids, bilirubin and hemoglobin [15, 16]. At the same time you can not apply these techniques to determine the food, because it is necessary to analyze the influence of the food matrix. Determination of aminoglycosides in food is a topical issue in society.

Maximum permissible concentration of aminoglycosides is different and depends on the type of antibiotic and determined object, for many aminoglycosides this concentration has not even entered. MPC of streptomycin is 500 µg/kg in meat and liver, 1000 µg/kg in kidney, 200 µg/l in milk. In Germany, MPC of streptomycin in honey is 20 µg/kg. MPC of gentamicin and kanamycin in various food products is 100 µg/kg, neomycin 500 µg/kg.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals. Azide, sodium chloride, acetonitrile, methanol, ethanol, chloroform, acetone (high purity grade, "Himmed", Russia), triethylamine (chemically pure grade "Merck", Germany), dimethylformamide (brand purity, "Vekton", Russia). Streptomycin, gentamicin, kanamycin, amikacin, neomycin; digidrostreptomycin bought in Abkame and used according to manufacturer's instructions. Polyclonal antibodies to streptomycin (An-STP), gentamicin (An-GENT), kanamycin (An-KANA), kindly provided by Professor R. Abukneshey (Imperial College, UK). Neomycin, gentamicin (Abcam) fluorescein isothiocyanate (FITC), cyanuric chloride (CC), N-hydroxysuccinimide (NHS), N, N'-dicyclohexylcarbodiimide (N, N'-DCC) (chemically pure grade, «Sigma Aldrich Corporation», USA), ethylenediamine dihydrochloride (grade chemically pure, "Himmed", Russia); tracers - to gentamicin with a fluorescent label fluorescein isothiocyanate (GENT - FITC), 5 - ([4,6-dihlorotriazin-2-yl] amino)-fluorescein (GENT - DTAF), to streptomycin with fluorescent label Fluoresceinthiocarbamyl ethylenediamine (STR-cc - EDF) ("Sigma", USA).

To prepare 1 liter of borate buffer solution, pH = 8.0 was dissolved 0,95g of Na₂B₄O₇ 10H₂O and 1,00g Na₃N.

To select antibiotics labeled with a fluorescent label, and their purification by thin layer chromatography were used «Silufol» (Czech Republic) plates.

Synthesis of the tracers

Method 1. The synthesis of tracers for streptomycin, dihydrostreptomycin, kanamycin, amikacin, gentamicin was carried out by the following procedure: 15 mg of antibiotic was dissolved in 500 µg of water-methanol mixture (3:1) containing 30 µL of triethylamine. 2.5 mg FITC was dissolved in 300 µL of methanol containing 10 mL of triethylamine. After that the first solution with mixing was added dropwise to a second solution. The reaction mixture was stirred for 12 hours in darkness at ambient temperature.

Cleaning tracers by thin layer chromatography. The reaction mixture containing the tracer, the initial components, byproducts of the reaction and decomposition of the tracer, as well as auxiliary reagents applied to the "Silufol" (Czech Republic) plate, size 20 × 20 cm: the developer - a mixture of methanol: chloroform 1:4 (by volume). The stripes, painted in yellow, and showed up in ultraviolet light contained fluorescent compounds with different values of R_f , were collected from the plate and eluted in 1 ml of methanol. The purification of fluorescent compounds monitored chromatographically by the values of $R_f = 0.1$, and further in work we used only those tracers, which bound to a specific antibody. Methanol solution of tracer was stored at 4°C, in work tracers solutions further diluted with borate buffer solution to a working concentration.

Method 2. In the synthesis of NEOM-FITC tracer used 80 mg of antibiotic. The rest of the technique is similar to the *Method 1*.

The fluorescence polarization was measured at TDx-analyzer ("Abbott", USA) and the polarization fluorimeter «Beacon 2000» («Panvera», USA).

For antibody titration curves were carried out serial dilution of tested antibodies solutions: in 10 cuvettes successively diluted antibody of 500 µL borate buffer solution, starting at a dilution of 1:20. Then in all cuvettes were added 500 µL of tracer working solution and measured the fluorescence polarization (mP). According to the results of measurements were build "antibody dilution" – "value of fluorescence polarization" (mP) graph, by this graph were determined the dilution of antibody that causes 70% binding of tracer.

Measurements on the TDx device in semi-automatic mode with manual dosing were performed by the "Photo Check" program. Within calibration curve building, to 50 µL of antibiotic solution with a concentration of 0.001 - 100.0 µg / mL were added 500 µL of tracer working solution and 500 µL antibodies with the dilution corresponding to 70% binding. The mixture was stirred and measured the fluorescence polarization. Denatured proteins were separated on a desktop centrifuge.

Sample preparation

Preparation of samples of chicken meat carried by the following method: the meat pre-homogenized, then extracted with an antibiotic. To 10,0 g sample was added 50 ml water and 10 ml of saturated solution of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, for the separation of protein components, stirred, cooled and centrifuged for 8 min (7000 rpm). The supernatant was used for analysis.

Milk samples before analysis were centrifuged for 3 minutes (6000 rpm), then removes the top layer of fat and the remaining skim milk was subjected to one of two types of processing. In the first case to 500 ml of milk was added 500 ml (or 1 ml) of methanol, ethanol, acetonitrile to precipitate the milk proteins. In the second case, add a saturated solution of ammonium sulfate. Then process the samples were centrifuged for 5 minutes (9000 rpm), supernatants were collected and conducted its analysis.

Chicken eggs were preparing for the procedure: Samples were homogenized eggs, were collected 2.0 g of the obtained mixture, to which was added 10 µl antibiotics (1 mg/ml) and 2.0 ml of acetonitrile, ethanol, methanol, stirred and centrifuged for 2 min (8000 rpm min). The supernatant portion was separated and evaporated; the residue was dissolved in 980 µl buffer solution.

RESULTS AND DISCUSSION

The first phase of the designed FPIA methodology is getting its fluorescent derivative, called a tracer. Aminoglycoside antibiotics contain active amino groups, which can easily react with FITC fluorescent label. Have been synthesized six tracers for different antibiotics (gentamicin, kanamycin and streptomycin, digidrostreptomycin, amikacin, neomycin) with the same fluorescent label GENT-FITC, KANA-FITC, STP-FITC, DSTP-FITC, AMIC-FITC and NEOM-FITC, respectively. Antibiotic molecules are very similar to each other. The difference is only in the number of substituents in the ring, as well as in the structure of neomycin. For all antibiotics except neomycin, used the first method of synthesis. The synthesis of neomycin, since a large number of active functional groups, used the second method, where excess of antibiotic exclude the binding of all NH_2 -groups. Also, the study takes into account the tracers possible cross-reaction and experiments conducted with various specific antisera to antibiotics.

The sensitivity and efficiency FPIA depends on the correct choice of the pair immunoreagents: tracer - antibodies. Therefore, all received tracers were tested for binding to the corresponding specific antisera. To study the binding of antibody to antibiotic - fluorescent tracer were obtained antibodies dilution curves. These curves show a signal dependency from the dilution of antibody at constant concentration of tracer (Fig. 1).

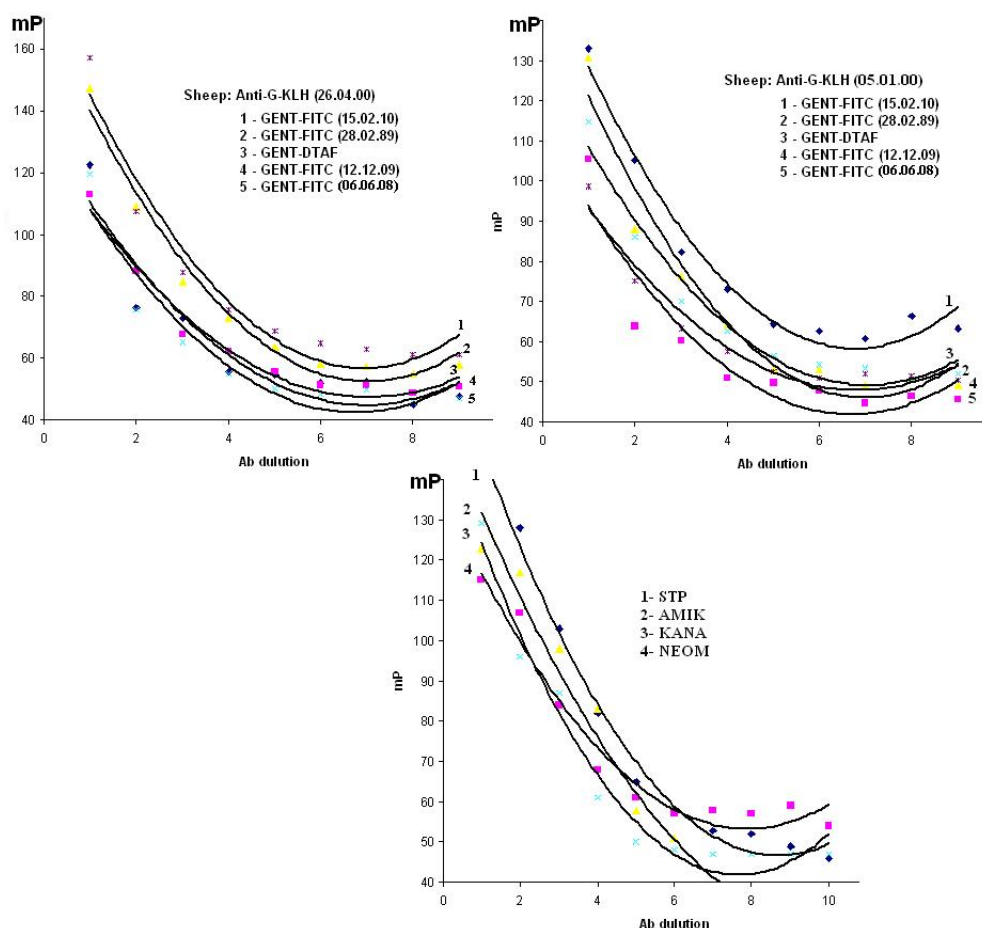


Fig. 1 – Dilution curves for antibodies with tracers

An important condition for the polarization of fluorescence immunoassay is a strong possibility of the immune complexes formation between the analyte and the antibody (K_{Af}) and the tracer and antibody (K_T). It is essential that $K_{Af} > K_T$ more than 1-2 orders, because only in this case perhaps tracer ousting from a pre-organized complex. It was found that the binding constants of tracer-antibody and antibody-antigen of all applicable immunoreagents pairs differ on one order (Table 1), so all the studied immunoreagent could be used in FPIA.

High values of K_{Af} about 10^8 showed high specificity and activity immunoreagents binding.

Table 1 – The affinity constants of antibody and tracer of applied immunoreagents pairs

Compound	Immunoreagent couple	$K_{Af} \cdot 10^{-8}$	$K_T \cdot 10^{-7}$
GENT	GENT-FITC +An-GENT	3,6	4,1
GENT	GENT-FITC(15.02.10) +An-GENT	2,8	11,5
GENT	GENT-FITC (28.02.89)+An-GENT	0,2	9,8
KANA	KANA-FITC +An-KANA	8,4	5,2
STP	STR-cc-EDF +An-STP(10.11.01)	2,3	1,4
STP	STP-FITC +An-STP	1,3	0,5
NEOM	NEOM-FITC +An-NEOM	12,1	0,3

To assess cross-reactivity of polyclonal antibodies obtained to antibiotics were applied, evaluated the cross-response coefficient (IC, %) (Table 2).

Table 2 – Ratios of cross-reaction (IC, %)

Structural analogs of antibiotic	Analyte				
	GENT	NEON	KANA	AMIK	STP
Gentamicyn	100,00	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Kanamycin	<0,01	0,02	100,00	<0,01	<0,01
Streptomycin	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	100,00
Digidrostreptomitsin	<0,01	0,05	<0,01	50,00	50,00
Amikacyn	0,50	0,01	1,00	100,00	<0,01
Neomycin	<0,01	100,00	<0,01	0,50	0,50
Tobramicyn	3,00	0,03	5,00	<0,01	<0,01

The values of these coefficients for the structural analogues are 0,01 - 5,00%, which indicate the possibility of high specific determination of individual compounds in the joint presence. An exception is the antibody to streptomycin, which exhibit a high cross-reactivity to its dihydro-derivative (50%).

Determined the reproducibility of the method both during one experiment and between several days. The coefficient of variation has not exceeded 3% in both cases.

The correctness of determination of antibiotics was tested by the “added – found” method (Table 3). Statistical analysis of the results using the Student criterion revealed no systematic errors. Low values of s_r indicate high reproducibility of analysis.

Table 3 – Verifying the correctness of streptomycin determination (n = 3, P = 0,95)

Injected, ng/mL	Found, ng/mL
30,00	27,73±0,81
50,00	47,60±0,50
100,00	96,00±0,60
150,00	146,12±0,54

The developed methods of antibiotics definition applied to the analysis of modelling solutions. Metrological characteristics of definition are showed in table 4.

Table 4 – Metrological characteristics of antibiotics determination

Antibiotic	Metrological characteristics	
	C_{min} , mkg/ml	Linear range, mkg/ml
GENT	0,110	0,150-4,500
KANA	0,080	0,100-5,000
STP	0,015	0,020-10,000
NEOM	0,091	0,030-9,000
AMIK	0,009	0,015-1,400

This data shows that the least limit of detection (9 ng/ml) characterizes FPIA method for amikacin. The study of specificity showed that the method FPIA using these antibodies have high enough specificity to identify each of the antibiotics in the presence of others.

Practical application FPIA when analyzing food.

Determination in milk. Determination in milk provided with specific samples training, based on the deposition of milk proteins. As the precipitants reagents were tested: methanol, ethanol, acetonitrile and a saturated solution of ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$. After analysis of samples compared precipitators was performed on the basis of fluorescence polarization values obtained for each antibiotic.

To streptomycin and amikacin was best precipitator methanol CH_3OH . To this reagent in both cases the optimal ratio is between the values of mP_0 $ng \cdot ml^{-1}$ and a relative decrease of the analytical signal.

For streptomycin the technique has appeared enough sensitive as the final limit of detection of this preparation has appeared below its maximum concentration limit of 200 $ng \cdot ml^{-1}$. To evaluate the applicability of the developed techniques FPIA for analysis of real milk samples were carried out tests on the discovery of these drugs by the method “added – found” method.

Used milk is not supported none of the identified compounds, than in the samples of this milk were introduced known concentrations of a given antibiotic. Then the samples containing antibiotics were subjected to sample preparation with ammonium sulfate, and samples with streptomycin and amikacin were treated with methanol as reagent-precipitator (Table 5).

As can be seen from the table, extraction percentages for all antibiotics were more than 80%. Incomplete discovery of drugs in milk, probably due to the losses of the test compound in the process of sample preparation of milk: during extraction. The values obtained for each antibiotic showed the effectiveness of the developed techniques FPIA and their suitability for the analysis of real milk samples.

Table 5 – The measurement of antibiotics in milk

Injected, ng/mL	Found STP, ng/mL	Found AMIK, ng/mL	Found GENT, ng/mL	Found NEOM, ng/mL	Found KANA, ng/mL
1,00	1,00±0,01	1,05±0,06	1,20±0,07	0,96±0,10	1,09±0,01
10,00	10,00±0,02	10,17±0,08	10,15±0,20	10,00±0,01	10,10±0,04
50,00	49,80±0,01	50,30±0,10	50,12±0,06	49,70±0,06	50,12±0,06
70,00	69,15±0,20	70,30±0,15	70,20±0,20	69,70±0,08	70,00±0,04
100,00	99,01±0,05	100,00±0,10	102,00±1,00	99,80±1,10	97,00±2,00

Determination in eggs. Chicken eggs were preparing applied the nonsolvent methanol, as with others nonsolvents, such as: acetonitrile, ethanol, methanol testimony polarization were higher than 150.

Determination of antibiotics in chicken meat. Explored ways of extracting antibiotics from chicken meat with acetonitrile [12 – 13], a mixture of acetonitrile with hexane and dichloroethane, aqueous solution of acetone, as well as ammonium sulfate

solution (18%). It is shown that only when extracting an aqueous solution of antibiotics $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ achieved almost complete removal of drugs (93% and above). In other cases, the extraction percentage is 60 - 80%.

The developed methods were tested in the chicken meat analysis. The content of antibiotic in the samples recalculated to 1 kg of product. In all cases, not exceeded the MCL values for streptomycin, but found too high content of gentamycin compared with the MCL (0.10 mg / kg), introduced for the European Union (in Russia the same indicator is absent).

Table 7 – Determination of antibiotics in food (P = 0,95, n = 3)

Object, ng/mL	Chicken (Canada)	Chicken (Russian, Moscow)	Chicken (Russian, Lipetsk) ¹	Chicken (Russian, Lipetsk) ²
Found STP	42,00±0,10	47,60±0,10	27,73±0,08	15,04±0,05
Found GENT	78,00±0,10	105,00±0,12	57,30±0,20	62,00±0,30
Found NEOM	–	–	60,15±0,10	–
Found KANA	–	–	32,18±0,07	13,05±0,05
Found AMIK	–	–	–	23,60±0,10

Studies have shown that the results of the determination of antibiotics in food products are characterized by high reproducibility, selectivity and accuracy, so the technique can be recommended for monitoring food safety and trace concentrations detections of aminoglycoside antibiotics in meat and milk.

References

1. Bruijnsvoort M., Ottink S.J.M., Jonker K.M., Boer E. Determination of streptomycin and dihydrostreptomycin in milk and honey by liquid chromatography with tandem mass spectrometry // M. Bruijnsvoort, S.J.M. Ottink, K.M. Jonker, E.Boer // J.Chromatogr.–2004.–V. 1–2.–P. 137–142.
2. Lima J., Delerue – Martos C., Vaz C. Enzymatic determination of choline in milk using a FIA system with potentiometric detection // Analyst.– 2000.– V. 125.– P. 1281 – 1284.
3. Kaufmann A., Maden K. Determination of 11 Aminoglycosides in Meat and liver by liquid chromatography with tandem mass spectrometry // Journal of AOAC International. –2005.– V. 88. –P. 1118–1125.
4. Abuknesha Ramadan A., Luk Connie Enzyme immunoassays for the analysis of streptomycin in milk, serum and water: development and assessment of a polyclonal antiserum and assay procedures using novel streptomycin derivatives // Analyst – 2005. - V.130.-No 6. - P. 964-970.
5. Haasnoot W., Stouten P., Cazemier G., Lommen A., Nouws J. F. M., Keukens H. J. Immunochemical detection of aminoglycosides in milk and kidney // State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO), Bornsesteeg 45.-1999.
6. Jin Y., Jang J. K., Han C. H., Lee M. H. J. Development of ELISA and immunochromatographic assay for the detection of gentamicin // Vet Sci. – 2006. - No 7. – P. 111-117.
7. Dang P. K., Degand G., Douny C., Ton V. D., Maghuin-Rogister G., Scippo M-L. Optimisation of a new two-plate screening method for the detection of antibiotic residues in meat // International Journal of Food Science and Technology – 2011. – V. 46. – P. 2070 .
8. Zhang S., Wang Z., Nesterenko I.S., Eremin S. A., Shen J. Fluorescence Polarization Immunoassay based on a Monoclonal Antibody for the Detection of Sulfamethazine in chicken muscle // Int. J. Food Sci. Tech. – 2007. –V.42.– P. 36-44.
9. Tsuruoka M., Karube I. Rapid Hybridization at High Salt Concentration and Detection of Bacterial DNA Using Fluorescence Polarization // Comb. Chem. High T. SCR. – 2003. – V. 3. – P. 225-234.
10. Goryacheva I.Yu., Saeger S.De, Nesterenko I.S., Eremin S.A., Peteghem C. Van. Rapid all-in-one three-step immunoassay for non-instrumental detection of ochratoxin A in high-coloured herbs and spices // Talanta. – 2007. –V.72. – P.1230-1234.
11. Wang Z., Zhang S., Nesterenko I.S., Eremin S.A., Shen J. Fluorescence Polarization Immunoassay for Sulfamethoxypyridazine and Sulfachloropyridazine // J. Agric. Food Chem. – 2007. – V. 55. – P. 6871-6878.
12. Eremin S.A., Smith D.S. Fluorescence Polarization Immunoassays for Pesticides // Comb. Chem. High T. Scr. - 2003. - V. 6. - P. 79-99.
13. Eremin S.A., Murtazina N.R., Ermolenko D.N., Zherdev A.A., Mart'ianov A.A., Yazynina E.V., Michura I.V., Formanovsky A.A., Dzantiev B.B. Production of polyclonal antibodies and development of fluorescence polarization immunoassay for sulfanilamide // Anal. letters.- 2005. - V. 38. - P. 951-969.
14. Smith D. S., Eremin S. A. Fluorescence polarization immunoassays and related methods for simple, high-throughput screening of small molecules // Anal. Bioanal. Chem. - 2008. - V. 391.- P. 1499-1507.
15. Maragos C.M., Kim E.-K. Detection of zearalenone and related metabolites by fluorescence polarization immunoassay // J. Food Protec.-2004.- V.6 (5).- P. 1039-1043.
16. Do E.U., Choi G., Shin J., Jung W.-S., Kim S.-I Fluorescence polarization assays for high-throughput screening of neuropeptide FF receptors // Analytical Biochemistry. – 2004. - V. 33. – No 1. – P. 156-163.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY**Анисимова Н.В.**

Аспирант кафедры биологии и основ медицинских знаний

Чувашского государственного педагогического университета имени И.Я. Яковлева, г. Чебоксары

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ**Аннотация**

Целью данной работы является оценка функциональной асимметрии (ФА) с помощью тестов Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой и эдинбургского опросника. В исследовании приняли участие 37 школьников в возрасте от 7 до 16 лет. Согласно результатам, полученным с помощью методов Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой на определение мануальной асимметрии 30 школьников являются правшами, 4 - левшами и 3 - амбидекстрами. По результатам эдинбургского тестирования было выявлено, что 31 школьник обладает ведущей правой рукой, 5 школьников - это левши и 1 - амбидекстр. Результаты корреляционного анализа показывают неполную согласованность между показателями, определяющими ФА различными методами.

Ключевые слова: функциональная асимметрия (ФА), моторная асимметрия, сенсорная асимметрия, коэффициент асимметрии, «рукости».

Anisimova N.V.

Postgraduate of department of biology and basic medical knowledge

Chuvash state pedagogical university named by I.Y. Yakovlev, Cheboksary

THE FUNCTIONAL ASYMMETRY ASSESSMENT BY DIFFERENT METHODS**Abstract**

The purpose of this research is the functional asymmetry assessment by means of Edinburgh test and Bragina and Dobrohotova tests. Functional asymmetry research was held among 37 schoolchildren in age from 7 to 16. According to the results the padding block questions development by Bragina and Dobrohotova, 30 students are right-handed, 4 are left-handed and 3 are the ambidexters. Thus, we have identified by the Edinburgh questionnaire, that 31 student has the leading right hand, 5 students are left-handed and 1 is the ambidexter. The results of correlation analysis show the partial coherence between FA indexes.

Keywords: functional asymmetry of brain, motor asymmetry, sensory asymmetry, index of asymmetry, handedness.

Актуальность исследуемой проблемы. Важнейшими проявлениями ФА являются структурные и функциональные различия между левым и правым полушариями головного мозга человека [8]. ФА проявляется в виде выраженной специфики обработки информации, реактивности и когнитивной сферы у людей с доминированием правого или левого полушария [7]. К настоящему времени в науке используются два подхода для оценки межполушарных различий: метод определения «рукости» посредством опроса (эдинбургский тест) [11], и метод активного выявления моторной и сенсорной асимметрии Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой [1]. Эдинбургский тест довольно широко применяется в мире: его используют при изучении поведения [4], эмоций [10] и в качестве предварительного теста для подбора участников исследований по нейровизуализации [3]. Пробы для определения ведущих конечностей и ведущего глаза были использованы при оценке влияния латерализации головного мозга на интеллект и математические способности [9], при изучении адаптационных возможностей и физического развития юношей и девушек, а также формирования стрессоустойчивости организма [2], [5]. Отсюда следует, что обе методики широко представлены в современной научной литературе, но нами не обнаружены работы, в которых оценивалась бы связь между результатами тестирования функциональной асимметрии головного мозга с использованием эдинбургского теста и тестов на определение моторной и сенсорной асимметрии. Исходя из этого, целью нашей работы является оценка функциональной асимметрии с помощью тестов Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой и эдинбургского опросника.

Материал и методика исследований. В исследовании принимали участие школьники МБОУ "Средняя общеобразовательная школа №31 с углубленным изучением отдельных предметов" г. Чебоксары, в возрасте от 7 до 16 лет, всего 37 учащихся. Среднее значение возраста составило $12 \pm 0,4$ года.

На первом этапе исследования школьники отвечали на вопросы эдинбургского теста [11]. При этом за детей в возрасте до 13 лет отвечали их родители. Адаптированный нами для школьников эдинбургский опросник состоит из четырнадцати вопросов о предпочтении использования правой или левой руки при выполнении определенных действий, таких как письмо, рисование, шитьё, расчёсывание волос, чистка зубов, использование ложки или вилки и т.д. (табл. 1).

Таблица 1 – Анкета для учащегося

	Выполняемое действие	Левая рука	Правая рука
1	Какой рукой Вы пишете?		
2	Какой рукой Вы рисуете?		
3	Какой рукой Вы бросаете мяч?		
4	В какой руке Вы держите ножницы?		
5	В какой руке Вы держите зубную щетку?		
6	В какой руке Вы держите ложку, когда ест суп?		
7	В какой руке Вы держите расческу?		
8	Какой рукой Вы держите крышку коробки, когда ее открываете? (коробка конфет)		
9	Какой рукой Вы держите молоток, когда забиваете гвоздь?		
10	Какой рукой Вы держите отвертку, когда закручиваете шурупы?		
11	Если Вы для уборки дома используете щетку, то какая рука у Вас является верхней?		
12	Какой рукой Вы раздаете карточки для игры?		
13	В какой руке Вы держите ракетку во время игры в теннис или бадминтон?		
14	В какой руке Вы держите нитку, когда вдеваете ее в иголку?		

Для определения мануальной и сенсорной асимметрии применялись тесты Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой [1].

Функциональные исследования проводились в первой половине дня, в условиях, соответствующих гигиеническим требованиям к учебным учреждениям [6]. При проведении исследования соблюдались этические требования, изложенные Хельсинкской декларацией.

Расчет коэффициента функциональной асимметрии на основании ответов на вопросы эдинбургского опросника проводился по формуле (1):

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{14} X(i, R) - \sum_{i=1}^{14} X(i, L)}{\sum_{i=1}^{14} X(i, R) + \sum_{i=1}^{14} X(i, L)}, \quad (1)$$

где H – коэффициент функциональной асимметрии, X(i,R) и X(i,L) – это число знаков «+» в колонках «Правая рука» и «Левая рука» соответственно.

Определение коэффициента мануальной асимметрии (КМА) осуществлялось согласно формуле (2):

$$KMA = \frac{Nn}{Nm}, \quad (2)$$

где КМА – коэффициент мануальной асимметрии, Nn – это количество действий, выполняемых правой рукой, Nm – это количество предлагаемых тестов.

Коэффициент сенсорной асимметрии вычислялся по формуле (3):

$$CA = \frac{Nn}{Nm}, \quad (3)$$

где Nn – это количество действий, выполняемых правой стороной тела, Nm – это количество предлагаемых тестов. Общая асимметрия представляет собой сумму коэффициентов КМА и СА (формула (4)).

$$OA = \frac{KMA + CA}{2}, \quad (4)$$

где ОА – общая асимметрия, КМА – коэффициент мануальной асимметрии, СА – сенсорная асимметрия.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием коэффициента корреляции по Спирмену.

Результаты исследований и их обсуждение. Частота встречаемости вариантов ответа на вопросы эдинбургского теста представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Мануальные предпочтения, выявленные по результатам эдинбургского теста

Ведущая рука	Номера тестовых вопросов													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Правая рука (%)	83,8	83,8	73	75,7	75,7	83,8	75,7	75,7	82,8	85,3	69,4	85,7	78,4	86,5
Левая рука (%)	16,2	16,2	10,8	16,2	16,2	13,5	13,5	18,9	14,3	11,8	22,2	11,4	18,9	13,5
Обе руки (%)			16,2	8,1	8,1	2,7	10,8	5,4	2,9	2,9	8,3	2,9	2,7	

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, большинство действий учащиеся выполняют правой рукой.

Проанализировав результаты, полученные в ходе тестирования с применением эдинбургского опросника мы пришли к выводу, что у большинства детей, принимавших участие в исследовании, имеет место выраженное преобладание правой руки: среднее значение коэффициента асимметрии составляет 83,8%, доля школьников, обладающих ведущей правой рукой составила 83,8%, с предпочтением левой руки при письме и выполнении работ различного вида – 13,5%, использующих с равным успехом обе руки – 2,7%. Распределение значений коэффициента асимметрии, вычисленного согласно формуле 1 представлено на рис. 1.

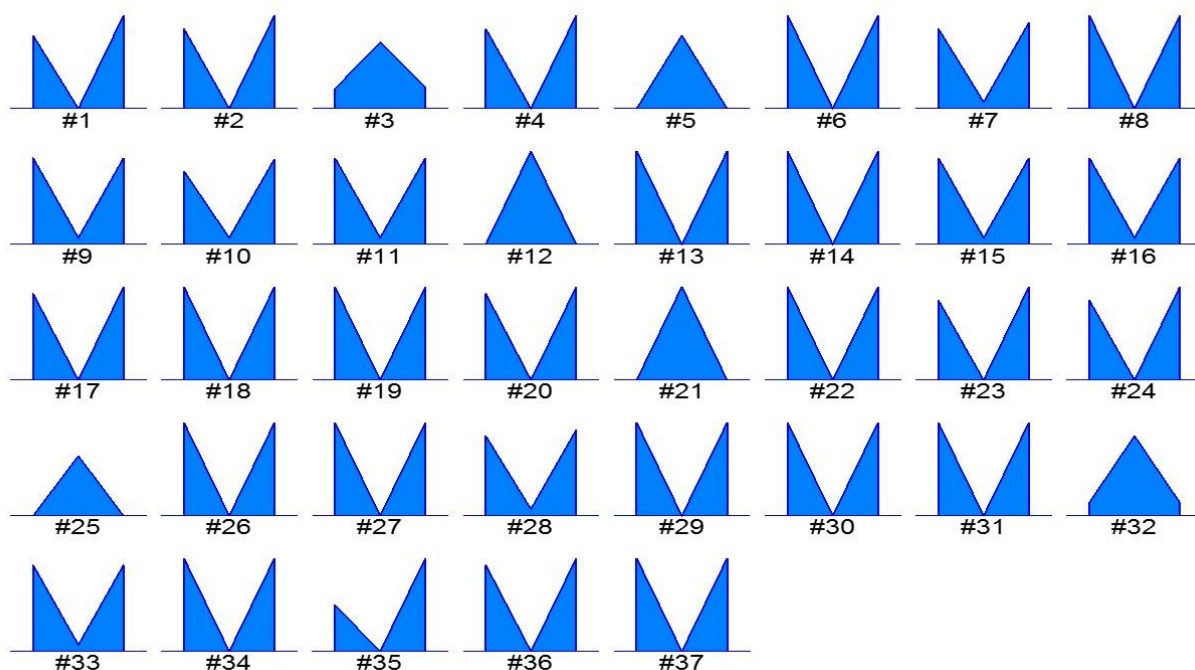


Рис. 1 – Индивидуальные профили «рукости» по ответам на вопросы эдинбургского опросника (слева направо – $X(i,R)$, $X(i,L)$, H)

В ходе анализа тестов на моторную асимметрию нами было выявлено, что большая часть учащихся выполняет задания правой рукой (83,8% случаев), а левая рука являлась ведущей только у 13,5%. В ходе анализа результатов тестов для выявления сенсорной асимметрии нами было выявлено, что у основной массы учащихся ведущим глазом является правый глаз (59,5 %), а левый – только у 40,5 % учащихся, в 81,1% случаев ведущим ухом является правое.

На основе коэффициента мануальной асимметрии, нами было определено, что у двух детей (5,4%) имеет место почти полное левшество, другие два школьника имели сильное левшество. Число амбидекстров равнялось 3 (8,11%), а доля детей, у которых имелось выраженное правшество – 9 (24,32%). По показателю мануальной асимметрии большинство обследованных нами школьников (21 или 56,76%) имели сильное правшество, хотя школьников, которые выполняли все тесты правой рукой и имели при этом ведущую правую ногу, нами обнаружено не было.

Выраженность сенсорной асимметрии составила 32,97%. Левые сенсорные поля были ведущими у 8 (21,61%) детей. Преобладание сенсорных потоков справа отмечалось у 29 (77,92%) школьников.

Среднее значение полной асимметрии составило 42,48%: 2 (5,4%) школьника с почти полным левшеством, 2 (5,4%) с сильным левшеством, 2 (5,4%) амбидекстра, 9 (24,32%) с выраженным правшеством и 22 (59,46%) – с сильным правшеством.

Главной задачей нашей работы является изучение связи между результатами тестирования функциональной асимметрии головного мозга с использованием различных методов посредством вычисления коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты анализа связи между коэффициентом H эдинбургского опросника с одной стороны, и коэффициентами моторной и сенсорной асимметрии по методике Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой представлены на рис. 2.

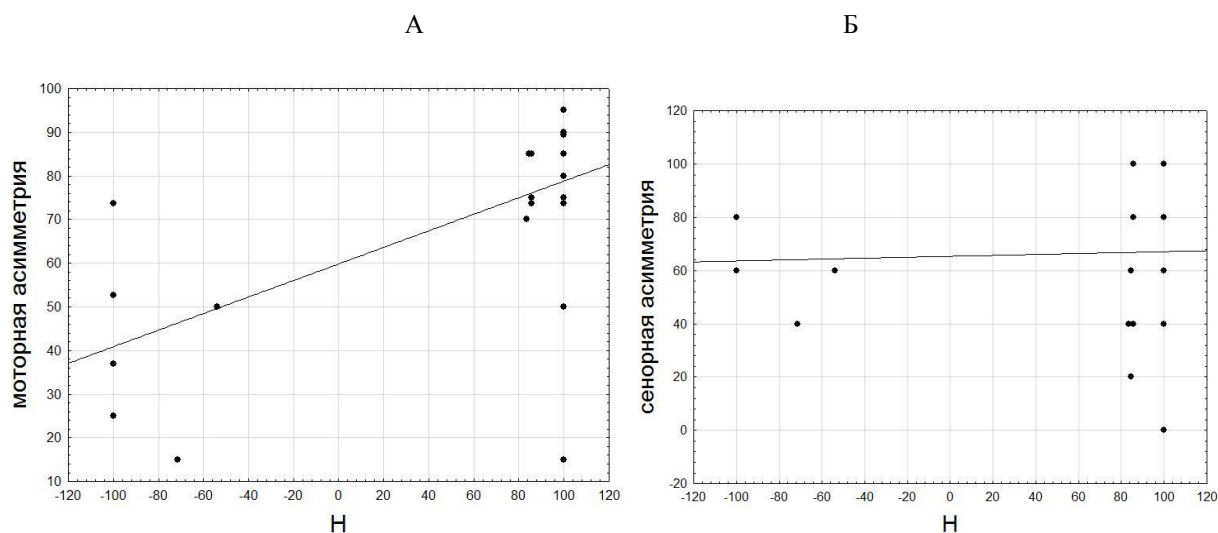


Рис. 2 – Корреляционные связи между коэффициентом Н и коэффициентом моторной асимметрии (А), коэффициентом сенсорной асимметрии (Б)

Из данных рисунка 2 следует, что имеется статистически достоверная корреляционная связь между коэффициентом Н и коэффициентом моторной асимметрии ($R = 0,58$; $P < 0,05$); нами не обнаружено такой связи в случае сенсорной асимметрии ($R = 0,18$, $P > 0,05$). Это свидетельствует о том, что результатов тестирования с использованием эдинбургского опросника недостаточно для того, чтобы получить полную картину функциональной асимметрии головного мозга.

Резюме

Полученные нами данные свидетельствуют о левополушарном доминировании у школьников как по результатам исследования с применением методов Брагиной и Доброхотовой, так и по результатам эдинбургского опросника. Хотя коэффициент мануальной асимметрии и коэффициент рукокости связаны друг с другом, доминирование правой руки, выявленное по результатам ответов на вопросы, и характер сенсорной асимметрии не согласуются друг с другом. Кроме того, нами были отмечены отдельные случаи рассогласования ответов на вопросы анкеты и реальным предпочтением правой и левой руки. Исходя из этого, мы считаем необходимым провести дополнительные исследования с целью совершенствования эдинбургского опросника.

Литература

1. Брагина, Н. Н. Функциональные асимметрии человека / Н. Н. Брагина, Т. А. Доброхотова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Медицина, 1988. – 237 с.
2. Лисова Н.А. и др. Роль активационных процессов коры головного мозга в формировании стрессоустойчивости у студенток с различными темпераментальными характеристиками // Сибирский вестник специального образования. - 2015. - №2(15). - С. 52-57.
3. Михайлов, И. В. Значение функциональной асимметрии при обучении сложным целенаправленным бимануальным движениям / И.В. Михайлов, П.В. Ткаченко // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – №. 9. – С. 59–62.
4. Панкова Н. Б., Романов С.В. Динамика в учебном году поведенческих проявлений и количественных показателей функциональной межполушарной асимметрии у учащихся // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия // III Международная научно-практическая конференция, Новосибирск, 15–16 августа 2014 г. – №3. Часть 5. – Новосибирск: Международный Научный Институт «Educatio», 2014. – С. 38–42.
5. Пуликов А.С. и др. Индивидуально-типологическая характеристика и особенности латерального фенотипа у юношей // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). - 3013. - №1. URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2013.html>.
6. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» от 03.03.2011.
7. Сычёв, В. С. Функциональная асимметрия мозга. Проблемы и перспективы решения / В.С. Сычев // ББК 20 А 437. – С. 197.
8. Фокин, В. Ф. и др. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии / В.Ф. Фокин // М.: Научный мир. – 2009. – 836 с.
9. Хохлов Н. А. Латеральные признаки, структурно-уровневые характеристики интеллекта и математические способности / Н.А. Хохлов, М.С. Ковязина // Журнал «Асимметрия». Том. – 2013. – Т. 7. – №. 3. – С. 32–52.
10. Aron A. et al. Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love // Journal of neurophysiology. – 2005. – Т. 94. – №. 1. – С. 327–337.
11. Oldfield R.C: The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. Neuropsychologia 1971 Mar; 9 (1) – С. 97–113.

References

1. Bragina, N. N. Funkcional'nye asimmetrii cheloveka / N. N. Bragina, T. A. Dobrohotova. – 2-e izd. pererab. i dop. – M.: Medicina, 1988. – 237 s.
2. Lisova N.A. i dr. Rol' aktivacionnyh processov kory golovnogogo mozga v formirovanii stressoustojchivosti u studentok s razlichnymi temperamental'nymi harakteristikami // Sibirskij vestnik special'nogo obrazovaniya. - 2015. - №2(15). - S. 52-57.

3. Mihajlov, I. V. Zначenie funktsional'noj asimmetrii pri obuchenii slozhnym celenapravlenным bimanual'ным dvizhenijam / I.V. Mihajlov, P.V. Tkachenko // *Sovremennye naukoemkie tehnologii*. – 2009. – №. 9. – S. 59–62.
4. Pankova N. B., Romanov S.V. Dinamika v uchebном году povedencheskih proyavlenij i kolichestvennyh pokazatelej funktsional'noj mezhpolusharnoj asimmetrii u uchashhihsja // *Nauchnye perspektivy XXI veka. Dostizhenija i perspektivy novogo stoletija* // III Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija, Novosibirsk, 15–16 avgusta 2014 g. – №3. Chast' 5. – Novosibirsk : Mezhdunarodnyj Nauchnyj Institut «Educatio», 2014. – S. 38–42.
5. Pulikov A.S. i dr. Individual'no-tipologicheskaja harakteristika i osobennosti lateral'nogo fenotipa u junoshej // *Sovremennye issledovaniya social'nyh problem (jelektronnyj nauchnyj zhurnal)*. - 2013. - №1. URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2013.html>.
6. SanPiN 2.4.2.2821-10 «Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovaniya k uslovijam i organizacii obuchenija v obshheobrazovatel'nyh uchrezhdenijah» ot 03.03.2011.
7. Syh'jov, V. S. Funktsional'naja asimmetrija mozga. Problemy i perspektivy reshenija / V.S. Sychev // *BBK 20 A 437*. – S. 197.
8. Fokin, V. F. i dr. Rukovodstvo po funktsional'noj mezhpolusharnoj asimmetrii / V.F. Fokin // *M. : Nauchnyj mir*. – 2009. – 836 s.
9. Hohlov N. A. Lateral'nye priznaki, strukturno-urovnevyje harakteristiki intellekta i matematicheskie sposobnosti / N.A. Hohlov, M.S. Kovjazina // *Zhurnal «Asimmetrija»*. Tom. – 2013. – T. 7. – №. 3. – S. 32–52.
10. Aron A. et al. Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love // *Journal of neurophysiology*. – 2005. – T. 94. – №. 1. – S. 327–337.
11. Oldfield R.C: The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia* 1971 Mar; 9 (1) – C. 97–113.

Горчакова О.В.¹, Горчаков В.Н.²

¹Кандидат медицинских наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии», Новосибирск, Россия, ²доктор медицинских наук, профессор кафедры фундаментальной медицины, Новосибирский государственный университет, Россия

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИМФОУЗЛОВ РАЗНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НА ЭТАПЕ ПОЗДНЕГО ОНТОГЕНЕЗА

Аннотация

В статье представлен сравнительный анализ конструкции лимфоузлов разной локализации на позднем этапе онтогенеза. Показаны морфометрические особенности развития структурно-функциональных зон лимфоузлов, претерпевших возрастные изменения в лимфатических регионах разных органов и систем.

Ключевые слова: морфология, лимфоузел, геронтология

Gorchakova O.V.¹, Gorchakov V.N.²

¹MD, research fellow, Institute of clinical and experimental lymphology, Novosibirsk, Russia,

²MD, professor of the Department of fundamental medicine, Novosibirsk state University, Russia

STRUCTURAL ORGANIZATION OF LYMPH NODES IN DIFFERENT FUNCTIONAL SPECIALIZATION IN THE LATE STAGE OF ONTOGENESIS

Abstract

The article presents a comparative analysis of the structure of lymph nodes in different locations at a late stage of ontogeny. It is shown that there are morphometric features of the development of structural and functional zones of lymph nodes that have undergone age-related changes in the lymphatic region of different organs and systems.

Keywords: morphology, lymph node, gerontology

Введение. Старение отражается на структуре лимфоузлов, которые выполняют иммунную и дренажно-детоксикационную функции в организме [1]. Структурная организация лимфоузлов подвергается существенным преобразованиям на разных этапах онтогенеза и зависит от специфики дренируемых областей органов и тканей [2–4]. Для понимания общих закономерностей функции лимфоузлов актуальным остается вопрос особенностей формирования иммунного ответа в различных по топографии группах лимфоузлов. При этом важно установление диапазона адаптивных возможностей структуры лимфоузлов на этапе позднего онтогенеза.

Цель исследования – изучить особенности структурной организации лимфоузлов разной топографо-анатомической локализации на этапе позднего онтогенеза.

Материал и методы. Эксперимент проведен на 80 белых крысах-самцах Wistar с условно выделенными группами: «молодые» (контроль) – в возрасте 3–5 месяцев и «старые» (опыт) – в возрасте 1,5–2 года с учетом возрастной периодизации крысы и человека [5]. В каждой группе было по 40 животных, которые получали при свободном доступе к воде стандартную диету (экструдированный комбикорм ПК-120-1). Работу с животными выполняли в соответствии с международными правилами и нормами (European Communities Council Directives of 24 November 1986, 86/609/EEC), согласно «Международным рекомендациям по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (1985), приказу МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г. с общей анестезией болезненных манипуляций.

Для гистологического исследования в качестве объекта были выбраны соматический – паховый, висцеральные – брыжеечный и трахеобронхиальный лимфоузлы. Лимфоузлы фиксировали в 10 % нейтральном формалине. Далее следовала классическая схема проводки и заливки материала в парафин с последующим приготовлением гистологических срезов. Гистологические срезы делали продольно и всегда строго через ворота лимфоузлов [6], затем

окрашивали гематоксилином и эозином, азуром и эозином. Морфометрический анализ структурных компонентов лимфоузла осуществляли в программе Image-Pro Plus 4.1. с помощью морфометрической сетки [7], которая накладывали на срез лимфоузла. Подсчитывали количество пересечений сетки, приходящихся на весь срез в целом и отдельно на каждый из структурных компонентов лимфоузла (капсула, корковое плато, лимфоидные узелки, паракортес, мякотные тяжи, синусы) с перерасчетом в проценты при условии стандартизации общей площади. В работе использовали статистический метод с определением средней арифметической, среднеквадратичной ошибки и достоверности различий при $p < 0,05$ с помощью программы StatPlus Pro 2009, AnalystSoft Inc.

Результаты и обсуждение. С возрастом происходит реорганизация структуры лимфатических узлов, принадлежащих к разным топографическим группам (табл. 1). Конструктивные особенности висцеральных и соматических лимфоузлов определяются разно направленным изменением площади структурно-функциональных зон. Общей закономерностью является инволюция лимфоидной ткани, увеличение соединительной ткани, уменьшение площади лимфоидных узелков с герминативными центрами в сравнении с молодыми животными (табл. 1). Отмечено утолщение капсулы и трабекул всех групп лимфатических узлов с разной степенью выраженности, и она увеличена в 2,2 раза в брыжеечном и трахеобронхиальном лимфоузлах по сравнению с паховым лимфоузлом. У старых животных площадь коркового плато распределяется в следующей последовательности по занимаемой доле от стандартной площади: наименьшая – в брыжеечном, средняя – в паховом и наибольшая – в трахеобронхиальном лимфоузлах. Одним из признаков старения считается уменьшение размера коркового плато [2, 4, 8], но это не всегда так. В сравнении с молодыми площадь коркового плато преимущественно увеличивается в паховом (в 1,3 раза), уменьшается в брыжеечном (в 2,1 раза) и имеет тенденцию к уменьшению в трахеобронхиальном лимфоузлах (табл. 1). Следует отметить, что трахеобронхиальные лимфоузлы отличаются более высокой величиной площади коркового плато на этапе позднего онтогенеза [2]. У старых животных площадь паракортеса в паховом лимфоузле наибольшая и превышает в 1,7 раза аналогичный показатель в двух других лимфоузлах.

Таблица 1 – Площадь структур лимфоузлов разной локализации у молодых и старых животных, %

Структуры	Паховый лимфоузел		Брыжеечный лимфоузел		Трахеобронхиальный лимфоузел	
	Молодые	Старые	Молодые	Старые	Молодые	Старые
	1	2	3	4	5	6
К	5,99±0,46	6,89±0,38	9,26±0,14°	14,9±0,14*°	5,41±0,24	15,8±0,30°
Кп	6,20±0,47	8,08±0,38*	12,5±0,30°	5,98±0,28*°	18,8±0,70°	16,6±0,31°
П	36,9±1,72	38,0±2,85	25,9±1,08°	22,6±1,06°	24,4±1,82°	22,5±2,24°
Лу без Гц	5,99±0,31	5,27±0,26	6,76±0,19	5,26±0,10*	5,34±0,16	6,92±0,21*°
Лу с Гц	8,32±0,43	5,82±0,36*	9,21±0,27	4,79±0,27*	10,4±0,46	4,78±0,56*
Мт	26,8±1,65	21,6±1,36	17,0±0,52°	34,8±0,51*°	22,5±0,86	20,2±1,07
Мс	6,7±0,62	12,5±0,51*	11,8±0,19°	6,16±0,38*°	11,0±0,32°	8,15±0,40*°

Примечание: К – капсула, Кп – корковое плато, П – паракортес, Лу без Гц – лимфоидный узелок без герминативного центра, Лу с Гц – лимфоидный узелок с герминативным центром, Мт – мякотные тяжи, Мс – мозговой синус; * $P_{1-2, 3-4, 5-6} < 0,05$ – достоверность между молодыми и старыми животными, ° $P_{1-3,5, 2-4-6} < 0,05$ – достоверность между разными группами лимфоузлов

С возрастом происходит закономерное уменьшение площади лимфоидных узелков с герминативным центром (В-зона) в паховых (в 1,4 раза), брыжеечных (в 1,9 раза) и трахеобронхиальных (в 2,2 раза) лимфоузлах. Для всех групп лимфоузлов характерно низкое значение площади лимфоидных узелков с герминативным центром, что указывает на снижение лимфопрлиферативных процессов. У старых животных отличие в размере площади мякотных тяжей касается в большей степени брыжеечного лимфоузла, она превышает в 1,6–1,7 раза площадь мякотных тяжей в паховом и трахеобронхиальном лимфоузлах соответственно (табл. 1). С возрастом меняется дренажная функция лимфатических узлов. При этом по величине, занимаемой площади, доминирует мозговой синус в паховом лимфоузле в сравнении с таковым в брыжеечном и трахеобронхиальном лимфоузлах.

Заключение. На позднем этапе онтогенеза лимфоузлы разной функциональной специализации испытывают ослабление дренажно-детоксикационной функции и иммунного потенциала из-за снижения лимфопрлиферативных процессов. У старых животных по размерам основных функциональных компартментов близки между собой паховый и трахеобронхиальный лимфоузлы. Брыжеечный лимфоузел старых животных отличается большим размером мозгового вещества, низким значением соотношения Т- и В-зон. У старых животных отличается низкое значение соотношения лимфоидных узелков с герминативным центром и без него во всех топографических группах лимфоузлов. Различие в структурной организации лимфоузлов разной локализации связано с особенностями антигенной нагрузки в дренируемом лимфатическом регионе.

Литература

1. Бородин Ю.И. Лимфология как интегративная медико-биологическая наука // Вестник лимфологии, 2011. – № 2. – С. 4–7.
2. Белоногова С.С. Некоторые данные о половых особенностях конструкции клеточного состава верхних трахеобронхиальных лимфатических узлов у человека в зрелом возрасте // Арх. анат., 1976. – Т. 71. – № 9. – С. 81–86.
3. Горчакова О.В., Горчаков В.Н. Возрастные изменения паховых лимфоузлов и их озono- и фито коррекция. – Saarbrücken (Deutschland): Palmarium Academic Publishing; 2014. – 170 с.
4. Моталов В.Г. Структурно-функциональная характеристика и закономерности морфогенеза селезенки человека в постнатальном онтогенезе: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – М., 2002. – 46 с.

5. Гелашвили О.А. Вариант периодизации биологически сходных стадий онтогенеза человека и крысы // Саратовский научно-медицинский журнал, 2008. – Т. 4. – № 22. – С. 125–126.
6. Белянин В.Л., Цыплаков Д.Э. Диагностика реактивных гиперплазий лимфатических узлов. – СПб–Казань: Типография издательства «Чувашия», 1999. – 328 с.
7. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
8. Антропова Ю.Г. Функциональная морфология лимфатических узлов при эндолимфатическом введении тативина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1992. – 23 с.

References

1. Borodin Iu.I. Limfologija kak integrativnaja mediko-biologicheskaja nauka // Vestnik limfologii, 2011. – № 2. – S.4–7.
2. Belonogova S.S. Nekotorye dannye o polovykh osobennostyakh konstrukcii cletochnogo sostava verkhnikh trakheobronhialnykh limfaticeskikh uzlov u cheloveka v zrelom vozraste // Arkh. anat., 1976. – Т. 71. – № 9. – S. 81–86.
3. Gorchakova O.V., Gorchakov V.N. Vozrastnye izmenenija pahovykh limfouzlov i ikh ozono- i fitokorrekcija. – Saarbrücken (Deutschland): Palmarium Academic Publishing, 2014. – 170 s.
4. Motalov V.G. Strukturno-funkcionalnaja harakteristika i zakonomernosti morfogeneza selezenki cheloveka v postnatalnom ontogeneze: Avtoref. diss. ... dokt. med. nauk. – М., 2002. – 46 s.
5. Gelashvili O.A. Variant periodizacii biologicheski shodnykh stadii ontogeneza cheloveka i krysy // Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal, 2008. – Т. 4. – № 22. – S. 125–126.
6. Belyanin V.L., Tsyplakov D.E. Diagnostika reaktivnykh giperplazii limfaticeskikh uzlov. – SPb-Kazan: Tipografija izdatelstva «Chuvashija», 1999. – 328 s.
7. Avtandilov G.G. Meditsinskaja morfometrija. – М.: Meditsina, 1990. – 384 s.
8. Antropova Iu.G. Funkcionalnaja morfologija limfaticeskikh uzlov pri endolimfaticeskom vvedenii taktivina: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – М., 1992. – 23 s.

Павлова В.А.¹, Нефедьева Е.Э.², Булгакова Е.В.³

¹Аспирант, ²доктор биологических наук, профессор ³аспирант,

Волгоградский государственный технический университет

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В РАСТЕНИЯХ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Аннотация

В статье рассмотрено влияние метода предпосевной обработки семян импульсным давлением на физиологические процессы, протекающие во взрослых растениях. Установлена дозовая зависимость влияния действующего фактора на продуктивность семян гречихи.

Ключевые слова: импульсное давление, продуктивность, гречиха.

Pavlova V.A.¹, Nefedieva E.E.², Bulgakova E.V.³

¹Postgraduate student, ²PhD in Biology, Professor, ³postgraduate student

Volgograd State Technical University

PHYSIOLOGICAL PROCESSES IN PLANTS AFTER THE TREATMENT OF PULSE PRESSURE

Abstract

The article was shown the influence of pre-sowing treatment method of pulse pressure on the physiological processes that occurs in plants. Dependence of dose influence on the productivity of buckwheat seeds was found.

Keywords: pulse pressure, productivity, buckwheat.

Целью исследований является разработка научных основ эпигенетического управления морфогенезом растений на основании выявленной зависимости биохимических, морфофизиологических, цитогенетических особенностей и продуктивности растений от параметров ИД и создание на этой базе научно обоснованной технологии повышения продуктивности растений.

Предложен метод предпосевной обработки семян ИД, отличающийся высокой интенсивностью, проникающей способностью и точностью дозировки. Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что ИД в интервале 3-35 МПа не приводит к острой летальности, определяемой по уровню флуоресценции семян, и элиминации малопродуктивных особей, но способствует стимулированию физиологических процессов в семенах и растениях, ведущих к увеличению урожая, и отбору форм (в дозах, снижающих всхожесть), устойчивых к воздействию [1].

Новым научным положением, направленным на раскрытие механизма реакции на внешнее воздействие на уровне растительного организма, является выявление контрастирующих дозовых стратегий, развивающихся под влиянием доз ИД, позволяющих получить непрерывную зависимость физиологических функций от его величины.

Экспериментально доказано, что действие на семена ИД 5-20 МПа в течение чрезвычайно малого времени (12-25 мксек) не вызывает их острой летальности, а способствует полимодальному изменению динамики широкого спектра физиологических процессов растений [2].

Показано существование в дозовой зависимости на уровне целого растения трех контрастирующих зон: общей стимуляции – гормезиса, переходного состояния и стресса. В первой зоне при действии ИД 5-20 МПа увеличение устойчивости и продуктивности растений на 15-25% является результатом преимущественного накопления гормонов-активаторов и стимуляции физиологических процессов без изменения динамики. В стрессовом состоянии под действием ИД свыше 26 МПа обнаружены изменения структуры опытной партии, нарушение нормальной динамики физиологических процессов растений, преобладание гормонов-ингибиторов, приводящее к торможению роста, изменение донорно-акцепторных отношений с преимущественным оттоком ассимилятов в плоды, приводящее к 2-3-

кратному увеличению продуктивности. Доказано, что увеличение вариабельности признаков на целостном уровне при ИД 20-26 МПа соответствует переходному состоянию от гормезиса к стрессу. Показано, что основная регуляторная роль в реакции на ИД принадлежит фитогормонам.

Выявлено, что переход в состояние стресса на организменном уровне заключается в интеграции сигналов на уровне апикальных меристем, что приводит к усилению их формообразовательных и акцепторных свойств. Анализ взаимосвязи биохимических, биофизических, анатомо-морфологических и физиологических особенностей растений позволил создать гипотетическую модель запуска реакции на организменном уровне в зависимости от дозы ИД, что открывает новые подходы к исследованию продукционного процесса и выживаемости растений в неблагоприятных условиях.

Экспериментально обнаружены ранние и поздние реакции растений гречихи на ИД и их взаимосвязь: торможение роста за счет метаболического ингибирования деления клеток и последующее усиление роста, развития и продукционного процесса. ИД 11-17 МПа задерживают рост в течение 2-5 суток, а 23 и 29 МПа вызывают гибель части семян за счет нарушений трофических процессов зародыша, выявленных по изменению активности ферментов и поглощения веществ зародышем. Скорость восстановления и величина стимуляции роста растений прямо пропорциональны степени угнетения роста в начале онтогенеза, что указывает на различные механизмы стимуляции продукционного процесса при действии низких и высоких доз ИД.

Установлены основные закономерности морфофизиологических и регуляторных изменений, ведущая роль в которых принадлежит апикальным меристемам. Продemonстрировано отсутствие аберраций хромосом в меристемах при используемых дозах ИД. Показано усиление делений в корневых апикальных меристемах и формирования латеральных органов в побеговых апикальных меристемах при стимулирующих дозах воздействия, приводящие к увеличению их аттрагирующей и ростовой активности.

В полевых и производственных опытах обнаружены два максимума увеличения продуктивности растений гречихи, ячменя, томатов, огурца, соответствующих ИД 3-20 и 23-35 МПа. Продуктивность растений в области первого максимума возрастает на 15-25%, второго максимума – в 2-3 раза преимущественно за счет увеличения количества плодов. Результаты работы внедрены в сельскохозяйственное производство.

Литература

1. Хрянин В.Н. Действие импульсного давления на содержание фитогормонов, процессы роста и развития гречихи / В.Н. Хрянин, Е.Э. Нефедьева, Н.Г. Мазей // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология. - 2001. - С. 102-106.

2. Veselova T.V. Investigation of atypical germination changes during accelerated ageing of pea seeds/ T.V. Veselova, V.A.Veselovsky // Seed Science and Technology. 2003. v. 31. P. 517-530.

References

1. Hryanin V.N. Dejstvie impul'snogo davlenija na sodержание fitogormonov, processy rosta i razvitija grechihi / V.N. Hryanin, E.Je. Nefed'eva, N.G. Mazej // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Serija: Biologija. - 2001. - S. 102-106.

2. Veselova T.V. Investigation of atypical germination changes during accelerated ageing of pea seeds/ T.V. Veselova, V.A.Veselovsky // Seed Science and Technology. 2003. v. 31. P. 517-530.

Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования **Google Scholar**.

Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.

Наличие статей в *Google Scholar* увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.



Присный А.А.

Кандидат биологических наук, доцент,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И МИКРОРЕЛЬЕФ ГЕМОЦИТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
HIRUDO MEDICINALIS (LINNAEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ**

Аннотация

Целью данной работы является изучение влияния гипо- и гиперосмотической нагрузки на морфометрические параметры форменных элементов гемолимфы медицинской пиявки. Применение методов атомно-силовой микроскопии позволило оценить такие параметры гемоцитов, как микрорельеф клеточной поверхности, линейные размеры клеток, включая высоту. Описаны изменения топографии поверхности гемоцитов при контактных взаимодействиях с твердым субстратом и при воздействии сред, отличных от физиологически нормальной.

Ключевые слова: гемоциты, микрорельеф поверхности, гипо- и гиперосмотическая нагрузка.

Prisny A.A.

PhD in Biology, Belgorod State National Research University

**THE EFFECT OF THE OSMOTIC STRESS ON MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND MICRORELIEF
OF *HIRUDO MEDICINALIS* (LINNAEUS, 1758) HEMOCYTES**

Abstract

The purpose of this study is the investigation of the effect of hypo- and hyperosmotic stress on morphometric parameters of the formed elements of the *Hirudo* hemolymph. Application of methods of atomic force microscopy allowed us to estimate such hemocytes parameters as microrelief of cell surface, the linear dimensions of cells, including height. The article describes the variation of the cell surface topography during the interaction with substrate and under the action of medium that differs from physiological solution.

Keywords: hemocytes; microrelief of cell surface; hypo- and hyperosmotic stress.

Рельеф, или топография клеточной поверхности, является весьма мобильной характеристикой: она изменяется в зависимости от функционального состояния клетки [2, 6, 8]. Шероховатость поверхности представляет собой совокупность неровностей, образующих микрорельеф [7]. Количественная оценка шероховатости поверхности мембран имеет важное практическое значение, так как позволяет выявить влияние гомогенности или гетерогенности поверхности на процессы захвата инородных объектов и устойчивость к гипо- гиперосмотическим нагрузкам [9, 10].

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили гемоциты *Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758), предварительно классифицированные по морфофункциональным особенностям на 4 типа [1]. Полученную гемолимфу делили на три части, каждую из которых помещали в отдельную чашку Петри. К каждой части гемолимфы добавляли 10 мкл раствора NaCl определенной концентрации (гипотонический – 0,4 % NaCl, изотонический раствор – 0,8 % NaCl, гипертонический – 1,2 %). Инкубацию проводили в течение 1 минуты. Исследования проведены с использованием сканирующего зондового микроскопа Интегра Вита NT-MDT в режиме атомно-силовой спектроскопии при наложении нагрузки в 25 локальных участках клеточной поверхности. Обработку полученных АСМ-изображений осуществляли с помощью программного обеспечения Image analysis 3.5 [3]. Был проведен анализ следующих амплитудных среднестатистических параметров шероховатости поверхности в соответствии с международными стандартами: Средняя квадратическая шероховатость Sq (nm); Высота самого высокого пика Sp (nm); Глубина самой глубокой впадины Sv (nm); Асимметрия Ssk – характеризует скошенность распределения профиля, когда один спад крутой, а другой – пологий; Эксцесс Sku характеризует протяженность распределения профиля; Sz – параметр, характеризующий толщину поверхностного, возмущенного слоя, не полностью заполненного материалом, в котором происходит изменение рельефа. Так же были определены значения одного из функциональных параметров, характеризующих рельеф в локальной области и степень гладкости поверхности – плотность вершин (пиков) Sds ($1/\mu\text{m}^2$). Данный показатель демонстрирует количество вершин на единицу площади [4, 5, 9].

Результаты исследования и их обсуждение. Меняясь под воздействием факторов среды, микрорельеф поверхности клеток отражает особенности их функционального статуса. Использование изображений, полученных при помощи атомно-силового микроскопа, позволило оценить характер изменения микрорельефа поверхности гемоцитов *H. medicinalis* после инкубации в растворах различной концентрации.

Снижение осмотического давления ведет к значительному увеличению объема всех типов клеток. На сканограммах гемоциты имеют шарообразную форму и гладкую, лишенную складок, мембрану. Преобладают микровозвышения поверхности, а крупных возвышений и понижений не отмечали.

В гипертонической среде поверхность клеток крови медицинской пиявки значительно меняется. Наблюдали выпячивание гранул цитоплазмы и фибриллы цитоскелета через плазматическую мембрану, микровозвышения отсутствуют. Амебоциты распадаются по подложке. Все клетки проявляют тенденцию к образованию вакуолей.

Анализ шероховатостей поверхности демонстрирует сглаживание микро возвышений и микро впадин на мембране клетки в ряду изотонические условия – гипотонические условия – гипертонические условия (таб. 1).

Таблица 1 – Показатели неоднородности микрорельефа поверхности гемоцитов *H. medicinalis*

Показатели	БА	СА	НА
Изотоническая среда			
Sq, nm	91,89±7,54	67,25±5,16	125,43±34,56
Sa, nm	69,82±9,65	51,82±2,84	105,53±10,71
Sp, nm	676,51±43,87	653,67±4,67	776,97±63,92
Sv, nm	237,64±23,19	279,95±9,58	212,93±31,28
Sds, 1/um·um	39,65±6,51	45,13±6,83	10,97±2,13
Ssc, nm	37,02±3,22	25,87±4,92	16,48±3,41
Гипотоническая среда			
Sq, nm	57,19±8,93*	65,18±7,22	0,11±0,01*
Sa, nm	45,92±4,48*	53,08±7,48	0,09±0,01*
Sp, nm	713,56±12,04	859,18±73,11*	1,18±0,01*
Sv, nm	400,83±21,28*	487,74±90,08*	0,65±0,01*
Sds, 1/um·um	79,11±6,39*	79,48±10,61*	1,53±0,05*
Ssc, nm	38,99±2,97	26,70±3,34	3,72±0,15*
Гипертоническая среда			
Sq, nm	29,48±4,68*	20,02±2,57*	62,31±3,93*
Sa, nm	23,14±2,71*	16,22±1,42*	50,71±3,92*
Sp, nm	279,56±4,09*	196,26±5,45*	356,33±7,79*
Sv, nm	104,53±11,95*	60,81±6,81*	45,59±6,27*
Sds, 1/um·um	20,47±2,31*	36,82±2,25	14,86±0,56*
Ssc, nm	8,89±2,11*	14,39±3,68*	10,88±2,10*

Примечание: БА – большие амебоциты; СА – средние амебоциты; НА – не амебоциты; * – достоверность различий между значениями параметров в изотонических условиях и в условиях измененного осмотического давления ($p < 0,05$); достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента.

В гипертонических условиях в несколько раз снижаются показатели среднеквадратичной и средней шероховатости поверхности, но уменьшается расстояние между возвышениями. В гипотонической среде происходит увеличение высоты пиков и глубины впадин, в условиях повышения осмотического давления наблюдается сглаживание рельефа. Изменений в симметричности распределения различных структур рельефа при изменении осмотического давления не наблюдали. Вся клеточная поверхность равномерно трансформируется при воздействии нехарактерной солености. Под влиянием гипотонических условий микрорельеф МА имеет более гладкое строение, невысокие пики и впадины располагаются удаленно друг от друга.

Заключение

Описаны изменения топографии поверхности гемоцитов при контактных взаимодействиях с твердым субстратом и при воздействии сред, отличных от физиологически нормальной. Для клеток, выполняющих фагоцитарную функцию характерно уменьшение/увеличение толщины возмущенного слоя в гипотонической и гипертонической средах соответственно с сохранением или увеличением числа микровозвышений на единицу площади. У гемоцитов с обильным содержанием гранул отмечено преобладание инвагинаций при попадании в условия с повышенным осмотическим давлением. Коэффициент шероховатости у всех типов клеток в данной среде повышается, однако это не всегда связано с увеличением числа микровозвышений – значимую роль также играет углубление впадин и увеличение высоты элементов микрорельефа.

Литература

1. Присный А.А. Исследование элементов клеточного иммунитета беспозвоночных животных. Аллергология и иммунология. – 2014. – Т. 15. – №3. – С. 225.
2. Гущина Ю.Ю., Плескова С.Н., Звонкова М.Б. Исследование различий морфологических параметров клеток крови человека методом Сканирующей Зондовой Микроскопии. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2005; 1: 48-53.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии М.: Техносфера, 2004.
4. Новак А.В., Новак В.Р. Шероховатость пленок аморфного, поликристаллического кремния и поликристаллического кремния с полусферическими зёрнами. Письма в ЖТФ, 2013, том 39, вып. 19, С. 32-40.
5. Плескова С.Н., Гущина Ю.Ю., Звонкова М.Б. Использование метода сканирующей зондовой микроскопии в биомедицинских исследованиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. Выпуск 1 (7). Электромагнитные поля и излучения в биологии и медицине. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2004. – с. 127 – 134.
6. Bagge U. Amundson B, Lauritzen C. Blood cell deformability and plugging of skeletal muscle capillaries in hemorrhagic shock. // Acta Physiol Scand – 1980. – V. 108(2). – PP. 159-163.

7. Bagge U. Skalak R, Attefors R. Granulocyte rheology. Experimental studies in an in vitro microflow system. // *Adv Microcirc.* – 1977. – PP. 29–48.
8. Deng Z. Applications of atomic force microscopy in biophysical chemistry of cells / Z. Deng, V. Lulevich, F.T. Liu, G.Y. Liu // *The journal of physical chemistry. B.* – 2010. – Vol.114. – No.18. – P.5971-5982.
9. Hörber J.K. Investigation of living cells in the nanometer regime with the scanning force microscope / J.K. Hörber, W. Hiiberle, F. Ohnesorge, G. Binnig, H.G. Liebich, C.P. Czerny, H. Mahnel, and A. Mayr // *Scanning Microsc.* – 1992. – Vol.6. – P.919-929.
10. Ushiki T. Atomic force microscopy in histology and cytology / T. Ushiki, J. Hitomi, S. Ogura, T. Umemoto, M. Shigeno // *Archives of histology and cytology.* – 1996. – Vol.59. – No.5. – P.421-423.

References

1. Prisny A.A. Issledovanie jelementov kletochnoho immuniteta bespozvonochnyh zhivotnyh. *Allergologija i immunologija.* – 2014. – T. 15. – №3. – S. 225.
 2. Gushhina Ju.Ju., Pleskova S.N., Zvonkova M.B. Issledovanie razlichij morfologicheskikh parametrov kletok krovi cheloveka metodom Skanirujushhej Zondovoj Mikroskopii. *Poverhnost'. Rentgenovskie, sinhrotronnye i nejtronnye issledovanija.* 2005; 1: 48-53.
 3. Mironov V.L. *Osnovy skanirujushhej zondovoj mikroskopii* M.: Tehnosfera, 2004.
 4. Novak A.V., Novak V.R. Sherohovatost' plenok amorfnogo, polikristalliche- skogo kremnija i polikristallicheskogo kremnija s polusfericheskimi zernami. *Pis'ma v ZhTF*, 2013, tom 39, vyp. 19, S. 32-40.
 5. Pleskova S.N., Gushhina Ju.Ju., Zvonkova M.B. Ispol'zovanie metoda skanirujushhej zondovoj mikroskopii v biomedicinskih issledovanijah // *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Serija Biologija.* Vypusk 1 (7). *Jelektromagnitnye polja i izluchenija v biologii i medicine.* – N. Novgorod: Izd-vo NNGU. – 2004. – S. 127-134.
 6. Bagge U. Amundson B, Lauritzen C. Blood cell deformability and plugging of skeletal muscle capillaries in hemorrhagic shock. // *Acta Physiol Scand* – 1980. – V. 108(2). – PP. 159-163.
 7. Bagge U. Skalak R, Attefors R. Granulocyte rheology. Experimental studies in an in vitro microflow system. // *Adv Microcirc.* – 1977. – PP. 29–48.
 8. Deng Z. Applications of atomic force microscopy in biophysical chemistry of cells / Z. Deng, V. Lulevich, F.T. Liu, G.Y. Liu // *The journal of physical chemistry. B.* – 2010. – Vol.114. – No.18. – P.5971-5982.
 9. Hörber J.K. Investigation of living cells in the nanometer regime with the scanning force microscope / J.K. Hörber, W. Hiiberle, F. Ohnesorge, G. Binnig, H.G. Liebich, C.P. Czerny, H. Mahnel, and A. Mayr // *Scanning Microsc.* – 1992. – Vol.6. – P.919-929.
 10. Ushiki T. Atomic force microscopy in histology and cytology / T. Ushiki, J. Hitomi, S. Ogura, T. Umemoto, M. Shigeno // *Archives of histology and cytology.* – 1996. – Vol.59. – No.5. – P.421-423.
-

Максимюк Н.Н.¹, Ребезов М.Б.²

¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, ²доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КСЕНОБИОТИКОВ В МЯСЕ ДИКИХ КАБАНОВ**Аннотация**

Одним из важнейших прикладных аспектов экологических исследований является возможность оценки качества продовольственной продукции с учетом ее загрязненности поллютантами, поскольку многие химические вещества антропогенного происхождения не только токсичны для отдельных компонентов биоты, но и обладают способностью накапливаться в живых организмах, включая используемых человеком в гастрономических целях. Наиболее распространенная на настоящий момент классификация ксенобиотиков предусматривает выделение следующих групп: 1) тяжелые металлы; 2) радионуклиды; 3) пестициды; 4) нитраты, нитриты и нитрозосоединения; 5) потенциально токсичные вещества, применяемые в животноводстве; 6) полициклические ароматические и хлорсодержащие углеводороды; 7) диоксины и диоксинподобные вещества; 8) метаболиты микроорганизмов. К настоящему времени накоплен обширный научный материал по аккумуляции различных экотоксикантов в органах и тканях гомеотермных животных. Степень загрязнения экосистем по данным параметрам исследуется главным образом в Западной Европе и США, где контролю состояния окружающей среды придается особое значение. Большинство отечественных научных работ по этой тематике касается сельскохозяйственных животных, а также микромаммилий и птиц. Сведений, относящихся к охотничьим зверям, гораздо меньше: известно, что масштабные исследования промысловых млекопитающих на наличие тяжелых металлов проводили в Карелии, кроме того, в ряде научных работ приводятся данные по отдельным охотничьим видам. В последние годы проблема обостряется тем, что в условиях продолжающегося снижения уровня жизни и неполной занятости населения происходит существенный рост потребления продуктов из дикой природы, в том числе и охотничьих животных. Использование загрязненной продукции создает угрозу населению за счет мутагенных, канцерогенных, тератогенных, эмбрио- и гонадотоксических свойств поллютантов и заставляет уделять больше внимания изучению процессов аккумуляции ксенобиотиков в организмах промысловых млекопитающих.

Содержание в организме диких животных некоторых тяжелых металлов отражает местные биогеохимические условия. В частности, отмеченные повышенные уровни свинца и цинка может служить свидетельством формирования техногенной зоны, в особенности вокруг городов и других крупных населенных пунктов.

Ключевые слова: дикие животные, безопасность мяса кабанов, ксенобиотики, тяжелые металлы, радионуклиды

Maksimyuk N.N.¹, Rebezov M.B.²

¹Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, ²Doctor of Agricultural Sciences, Professor, South Ural State University (National Research University)

STUDY OF XENOBIOTICS IN THE MEAT OF WILD BOAR**Abstract**

One of the most important aspects of applied environmental research is the ability to assess the quality of food products in view of its contamination by pollutants, since many of the chemicals of anthropogenic origin, not only toxic to the biota of the individual components, but also have the ability to accumulate in living organisms, including human use in gastronomic purposes. The most common currently xenobiotics classification allocates the following groups: 1) heavy metals; 2) radionuclides; 3) pesticides; 4) nitrates, nitrites and nitroso; 5) potentially toxic substances used in animal husbandry; 6) polycyclic aromatic and chlorinated hydrocarbons; 7) and dioxins dioksinopodobnye substance; 8) metabolites of microorganisms. To date, accumulated a vast scientific material for various toxicants accumulation in organs and tissues homeothermic animals. The degree of contamination of ecosystems according to the parameters studied mainly in Western Europe and the United States, where environmental control is emphasized. The majority of domestic scientific publications on this topic concerns of farm animals, as well as mikromammaly and birds. Information relating to hunting the beasts, much less is known that large-scale field studies of mammals for the presence of heavy metals carried out in Karelia, in addition, in a number of scientific works are given for the individual types of hunting. In recent years, the problem is exacerbated by the fact that the continuing decline in living standards and underemployment of the population there is a significant increase in the consumption of wildlife products, including game animals. Use of contaminated products pose a threat to the population at the expense of mutagenic, carcinogenic, teratogenic, embryo and gonadotoxic properties pollutants and makes pay more attention to the study of the processes of accumulation of xenobiotics in organisms game mammals.

The content in the body of wild animals of some heavy metals reflects local biogeochemical conditions. In particular, it noted elevated levels of lead and zinc may serve as evidence of the formation of man-made areas, especially around cities and other large settlements.

Keywords: wild animals, wild boar meat safety, xenobiotics, heavy metals, radionuclides.

Актуальность. Пребывание в загрязненной природной среде и потребление населением охотничьей продукции, содержащей различные поллютанты, представляет потенциальную угрозу для его здоровья. В результате аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года первоначально произошел выброс радионуклидов на территории Украины и Белоруссии, однако затем в зоне поражения оказались также близлежащие российские регионы, включая Новгородскую область. В этой связи мониторинг загрязнения радионуклидами для охотничьих хозяйств является актуальной задачей, поскольку радиоактивные вещества, оседая на почве, аккумулируются затем в растениях и, попадая с пищей в организм животных, способствуют снижению резистентности, возникновению различных болезней и накоплению радионуклидов в органах и тканях [11, 13, 15, 16]. Это в конечном итоге приводит к снижению

жизненных показателей самих животных и загрязнению охотничьей продукции, используемой населением в пищевых целях (в первую очередь это касается мяса диких копытных). Радионуклиды и тяжелые металлы относятся к ведущим группам ксенобиотиков, оказывающим токсичное воздействие на живые организмы. Динамика ксенобиотиков в биоценозе может выступать в качестве фактора, определяющего его развитие и устойчивость, поскольку от насыщения среды поллютантами и их соотношения зависит состояние всех компонентов биоценоза. В этом отношении менее всего изучены дикие животные, в том числе используемые для производства охотничьей мясной продукции [1, 6].

Целью работы являлось определение содержания поллютантов в мясной охотничьей продукции на территории Новгородской области: уровня содержания ведущих групп ксенобиотиков (радионуклидов и тяжелых металлов) в мясе диких кабанов (*Sus scrofa*) и последующее сопоставление полученных результатов с аналогичными данными по охотничьим животным других регионов и действующими в РФ санитарно-гигиеническими нормами.

Материал, методы и результаты исследования. Материалом данного исследования служили мышцы задних конечностей диких кабанов, добытых ружейным способом егерями в охотничьих хозяйствах Новгородской области. При отборе биопроб регистрировались пол и масса тела (убойный вес), по возможности определялся возраст животных. Образцы мышечной ткани, отобранные для анализа, помещали в химически нейтральную упаковку (полиэтилен для пищевых продуктов) и хранили до проведения анализа при температуре -20°C . Из трех добытых особей двое являлись самцами с оценочным убойным весом более 30 кг, одна особь была представлена подвинком с убойным весом около 12 кг. Был проведен анализ по выявлению содержания тяжелых металлов (Cd, Cu, Zn, Pb) в мышечной ткани диких кабанов методом инверсионной вольтамперометрии [14, 17]. Пробоподготовка осуществлялась способом сухой минерализации. Измерения были проведены на полярографе ПСЛ-1 по трехэлектродной схеме. Кроме того, исследования полученных образцов на наличие радионуклидов цезия (^{137}Cs) и стронция (^{90}Sr), проводили в Испытательном центре радиационного контроля Новгородской областной ветеринарной лаборатории методами гамма-бета спектрометрии было проведено два измерения проб на устройствах «Гамма-спектрометр NaI, Бета-спектрометр» спектрометрического комплекса «Прогресс». Усредненные результаты наблюдений приведены в табл. 1. Нами предложено совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции [12].

Таблица 1 – Активность радионуклидов в мышечной ткани диких кабанов Новгородской области

№ проб	Результат измерения, Бк/кг	
	Активность ^{137}Cs	Активность ^{90}Sr
1	$12,00 \pm 5,70$	$0,00 \pm 4,40$
2	$9,40 \pm 4,60$	$0,00 \pm 5,30$
3	$18,80 \pm 5,80$	$0,00 \pm 4,90$

Исходя из того, что допустимый уровень активности (Н) для $^{137}\text{Cs} = 320$ Бк/кг, а для $^{90}\text{Sr} = 100$ Бк/кг, можно сделать вывод, что по удельной активности техногенных радионуклидов цезия-137 и стронция-90 исследуемая продукция может быть признана соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам (ТР ТС) и не превышает установленных показателей.

В результате проведенного анализа содержания тяжелых металлов в мясе диких кабанов было установлено, что у кабана-подсвинка концентрации металлов достигали следующих показателей: цинк – $421,85 \pm 21,51$ мг/кг; кадмий – $<0,005$ мг/кг; свинец – $1,97 \pm 0,52$ мг/кг; медь – $1,68 \pm 0,25$ мг/кг; показатели концентрации металлов у самца кабана двухлетнего возраста, добытого в заказнике в порядке диагностического отстрела, составляли: цинк – $462,05 \pm 14,01$ мг/кг; кадмий – $<0,005$ мг/кг; свинец – $2,07 \pm 0,04$ мг/кг; медь – $1,75 \pm 0,08$ мг/кг; у самца кабана двухлетнего возраста, добытого в охотхозяйстве «Шереметьево», концентрации металлов достигали следующих показателей: цинк – $396,2 \pm 6,54$ мг/кг; кадмий – $<0,005$ мг/кг; свинец – $1,83 \pm 0,20$ мг/кг; медь – $2,15 \pm 0,16$ мг/кг.

Проведенными исследованиями установлено содержание в мышечной ткани кабанов свинца, превышающее ПДК в 3–4 раза, и цинка – в 4–6 раз. Что касается загрязнения охотничьей продукции кадмием и медью, то содержание этих поллютантов было значительно ниже предельно допустимой нормы, а концентрация кадмия находилась на фоновом уровне (табл. 2).

Таблица 2 – ПДК тяжелых металлов в мясной продукции

Pb	Cd	Cu	Zn
Не более 0,5 мг/кг	0,05 мг/кг	15–20 мг/кг	70–100 мг/кг

На химический состав мяса оказывает влияние видовой принадлежность животного, его физиологическое состояние, пол, возраст и другие факторы. Для оценки степени загрязненности пищевых продуктов во многих странах разработаны специальные нормативы, основным из которых является показатель предельно-допустимой концентрации (ПДК). В 2001 году Европарламент, в составе которого значительную долю составляют представители «зеленых» партий и организаций, принял новые ПДК по биоцидам в продуктах питания. Для многих европейских стран это означало серьезное ужесточение требований к качеству продовольствия. При экотоксикологических исследованиях наиболее пристальное внимание уделяется супертоксикантам, в том числе кадмию и свинцу, постоянный мониторинг уровня которых в природной среде призывает вести Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ). Действующие в России гигиенические нормы являются одними из самых жестких в мире по кадмию и гораздо либеральнее по свинцу, что в определенной мере отражает реальную степень загрязнения тяжелыми металлами продуктов животного происхождения. Уровни содержания металлов в мышечной ткани исследованных

особей кабана убывает в следующей последовательности: цинк – свинец – медь – кадмий, при этом характер концентрации цинка значительно превышает уровни концентраций других металлов [2, 6, 7].

Тяжелые металлы в организм диких кабанов могут поступать через трофические субстраты, с воздухом и водой. Естественным источником тяжелых металлов в организмах диких кабанов является их пищевой рацион. По характеру питания дикий кабан является полифагом, только за одну кормежку он поедает 2–3 кг различного корма. Зеленые травянистые растения, их корни, корневища и луковицы, вечнозеленые надземные и подземные части кустарников, корни и побеги древесно-кустарниковой растительности, семена и плоды, ягоды и грибы, мхи и лишайники, а также различные беспозвоночные – вот далеко не полный перечень компонентов его пищевого рациона. Однако в каждом местообитании основное значение в питании кабана имеют корма растительного происхождения, а животные корма обычно используются периодически и в малом количестве. Из животных кормов кабан предпочитает дождевых червей, насекомых (особенно их личинки), может потреблять также моллюсков, мышевидных грызунов, яйца и птенцов птиц, лягушек, ящериц и змей. Состав кормов существенно меняется в зависимости от периода года и отражает сезонную смену стадий [3, 8].

Согласно опубликованным данным по европейской части РФ, травянистая растительность, произрастающая на территориях вокруг крупных населенных пунктов, отличается высокой загрязненностью тяжелыми металлами. В естественных кормах кабана, отобранных в разных районах Московской и Тульской областей, наибольшую опасность представляло их загрязнение свинцом. Большое количество этого токсиканта содержалась во всех обследованных трофических субстратах, потребляемых кабаном. Особенно выделялись по загрязненности пробы рогоза из двух районов Тульской области. Беспозвоночные животные (дождевые черви, личинки майского жука и др.) были сильно загрязнены в пробах, отобранных в Павловском районе той же области. Другой не менее опасный экотоксикант – кадмий – был обнаружен в больших концентрациях в корнях и рогозе [4]. Однако в различных пробах, отобранных в разных местах одних и тех же районов, концентрация поллютанта существенно варьировали (к примеру, разные пробы из Павловского района отличались примерно в четыре раза по уровням концентрации).

Опасные для человека концентрации свинца и кадмия обнаруживали также у диких животных Карелии, причем в печени, почках и мышцах копытных средние уровни превышали отечественные ПДК. В силу этого можно констатировать, что употребление в пищу мяса некоторых из карельских кабанов и прежде всего таких их органов, как почки и печень, может представлять определенную опасность для здоровья человека. Присутствие кадмия в максимальных концентрациях в печени и почках исследованных животных служит доказательством того, что поступление с пищей – главный путь проникновения токсиканта в организм кабанов, в то же время значительные уровни металла в легких позволяют предположить, что второй важный путь проникновения кадмия в организм – поступление его с атмосферным воздухом при дыхании. При определении концентраций свинца в органах и тканях карельских кабанов самые высокие концентрации токсиканта были зафиксированы в легких, печень содержала средние, а мышцы и почки – минимальные уровни свинца. Ни возрастных, ни половых отличий в загрязнении свинцом не наблюдалось [5].

Как известно, концентрация в теле токсикантов возрастает по мере старения животных. Однако это не имеет неукоснительной выраженности у животных разного возраста. В частности, у некоторых кабанов Московской и Тульской областей, возраст которых не превышал одного года, в жире содержание свинца превосходило ПДК в 4–7 раз, в печени – почти в 17 раз. У животных старшего возраста содержание свинца может быть ниже или выше, чем у молодых. При этом у особей старших возрастных групп имеет большую вероятность высокое содержание в теле поллютантов. У некоторых кабанов в возрасте около 4 лет содержание свинца превосходило ПДК в 13–17 раз, а в печени одного из 4-летних зверей превосходило допустимую норму для субпродуктов примерно в 75 раз. Что касается загрязнения охотничьей продукции кадмием, то содержание этого поллютанта может достигать уровней, близких к предельно допустимым нормам или превосходить у животных разных возрастных групп. Высокие уровни этого металла были найдены в легких. Минимальное содержание кадмия отмечено в мышечной ткани [4]. По мнению большинства авторов, уровни свинца в организме гомойотермных животных напрямую определяются характером и степенью техногенного воздействия на биоту, поскольку этот металл тесно связан с деятельностью человека и способен в больших количествах аккумулироваться в организмах при его избытке в среде обитания.

По имеющимся сведениям, в отдельных регионах России и мира загрязнение мяса кабанов и других видов копытных животных многократно превышает ПДК для пищевых продуктов. Загрязнение мясной охотничьей продукции тяжелыми металлами регистрировалось во многих промышленно развитых странах. В Германии федеральное министерство здравоохранения не рекомендовало употреблять в пищу, печень и почки кабанов из-за ртутного загрязнения, в некоторых регионах ФРГ количество ртути в почках этих животных настолько велико, что допустимая годовая предельная норма набирается всего за 1–4 приема подобной пищи [10]. В Канаде, Скандинавии и некоторых странах Центральной и Западной Европы не рекомендуется употреблять в пищу, внутренние органы копытных из-за того, что уровень кадмия в них значительно превосходит официально утвержденные пороговые величины. В мясной продукции домашних животных также отмечались повышенные концентрации металлов, но частота подобных проявлений была значительно ниже, а превышение пороговых уровней незначительно, что, в первую очередь, обусловлено пристальным контролем качества кормов. Вместе с тем, неоднократно регистрировались случаи, когда концентрации металлов в промысловых зверях превышали отечественные (и национальные) ПДК в десятки и сотни раз. Оценивая качество мясной охотничьей продукции, необходимо также учитывать возможность накопления супертоксиантов с возрастом. Накапливая токсины, организм прогрессивно загрязняется даже при контакте со средой, в которой концентрация токсических веществ лишь незначительно превышает ПДК. Немаловажное значение имеет то, что аккумуляция разных токсинов может приводить к усилению действия каждого из них. Повышенное содержание ксенобиотиков (свинца, кадмия, цинка и меди) в организме животных, превышающее предельно допустимые концентрации в 2–15 раз, интенсифицирует процессы перекисного окисления липидов. Это приводит к накоплению в организме диких копытных токсических продуктов, что отражается

на достоверном снижении резистентности эритроцитов и как следствие – возникновение различных патологий. Хроническое воздействие даже малых доз токсических веществ может вызывать нарушение обменных процессов, иммунологического статуса, нейрогуморальных систем, наследственных свойств и т.п. В этом случае становятся токсичными даже те продукты питания, которые принято считать натуральными, причем в первую очередь выявляется явление микротоксичности, когда в результате воздействия остаточных количеств токсикантов здоровью потребителей может быть нанесен существенный ущерб.

Заключение. В ходе проведенного нами исследования получена информация об уровне аккумуляции двух групп ксенобиотиков (радионуклидов и тяжелых металлов) в мясной продукции охотничьего хозяйства. Для обеспечения безопасности потребителей мясной охотничьей продукции необходимо исключить из питания мясные блюда и продукты, изготовленные из внутренних органов и костей диких кабанов, в первую очередь особей старших возрастных групп, поскольку у подобных особей имеет большую вероятность высокое содержание в теле поллютантов. Целесообразно добывать и использовать в пищу молодых особей, не достигших репродуктивного возраста, что положительно сказывается также на вкусовых качествах мяса. В связи с превышением концентраций свинца уровня ПДК в мышечных тканях кабанов на территории области и остеотропностью данного супертотксиканта, а также его депонированием в паренхиматозных тканях, следует исключить из употребления в пищу субпродукты кабана, а также желеобразные блюда, приготовление которых связано с длительным вывариванием скелетных костей. Цинк, как и свинец, преимущественно депонируется в костной ткани, поэтому факт наличия повышенных концентраций данного металла в мышечных тканях диких кабанов на территории области дополнительно подтверждают данные рекомендации. Возрастающее техногенное загрязнение природной среды обитания кабанов обуславливает необходимость применения в профилактических целях биотехнических мероприятий, направленных на предотвращение аккумуляции токсичных ксенобиотиков в организме охотничьих животных.

Литература

1. Вайзенен Г.Н. Ускоренное выведение тяжелых металлов из организма животных / Г.Н. Вайзенен, В.А. Савин, В.А. Гуляев, Г.А. Вайзенен, А.И. Токарь; под ред. Г.Н. Вайзенена. – Новгород, 1997.
2. Горохова Е.Н. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани охотничьих видов копытных Новгородской области / Е.Н. Горохова, О.Ю. Дойникова, Ю.В. Марьяновская // Ученые записки Института сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ. Т. 17, вып. 1 / Сост. Э. А. Юрова. Великий Новгород: Новгородский регион. центр развития образования, 2009.
3. Данилкин А.А. Свиные (Suidae) / А. А. Данилкин // Млекопитающие России и сопредельных регионов. М.: ГЕОС, 2002.
4. Еськов Е.К. Биотехния в условиях возрастающего техногенного загрязнения среды обитания охотничьих животных / Е. К. Еськов, В. М. Кирьякулов, Ю. П. Фомичев // Вестник охотоведения, 2009. Т. 5. № 1.
5. Медведев Н.В. Птицы и млекопитающие Карелии как биоиндикаторы химических загрязнений / Н. В. Медведев; отв. ред. Э. В. Ивантер. – Петрозаводск: Изд-во КНЦ, 1998.
6. Порохов А.А. Зараженность некоторых видов охотничьих животных радионуклидами Cs-137, Sr-90 в условиях Новгородской области / А.А. Порохов // Разнообразие, функционирование, продуктивность и охрана биосистем в Новгородской области: Материалы региональной науч. конф. / НовГУ им. Ярослава Мудрого. –Великий Новгород, 2003.
7. Белокаменская, А.М. Оценка методов инверсионной вольтамерометрии, атомно-абсорбционного и фотометрического анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах / А.М. Белокаменская, Н.Н. Максимюк, Н.Л. Наумова, О.В. Зинина. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. – 94 с.
8. Русаков О. С. Кабан (экология, ресурсы, хозяйственное использование на Северо-Западе СССР) / О. С. Русаков, Е. К. Тимофеева. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984.
9. Тютиков С. Ф. Содержание микроэлементов и токсичных металлов в органах диких копытных и сельскохозяйственных животных в связи с региональным биогеохимическим районированием / С. Ф. Тютиков, Е. А. Карпова, В. В. Ермаков // Сельскохозяйственная биология, 1997. № 6.
10. Эйхлер В. Яды в нашей пище / Вольфдитрих Эйхлер. М.: Мир, 1993.
11. Боган, В.И. Совершенствование потенциометрического метода определения токсичных элементов на примере определения свинца, кадмия и меди / В.И. Боган, М.Б. Ребезов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 53–60.
12. Боган, В.И. Совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции/ В.И. Боган, М.Б. Ребезов, А.Р. Гайсина, Н.Н. Максимюк, Б.К. Асенова // Молодой ученый. – 2013. – № 10. – С. 101–105.
13. Ребезов, М.Б. Контроль качества результата анализа при реализации методик фотоэлектрической фотометрии и инверсионной вольтамерометрии в исследовании проб пищевых продуктов на содержание мышьяка / М.Б. Ребезов, И.В. Зыкова, А.М. Белокаменская, Я.М. Ребезов // Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. – 2013. – Т. 2. – № 71. – С. 43–48.
14. Ребезов, М.Б. Оценка методов исследования ксенобиотиков: монография / А.М. Чупракова, О.В. Зинина, Н.Н. Максимюк, А.Б. Абуова. – Уральск, 2015. – 204 с.
15. Прохасько, Л.С. Современные проблемы науки и техники в пищевой промышленности: учебное пособие / Л.С. Прохасько, М.Б. Ребезов, Г.Н. Нурымхан. – Алматы: МАП, 2015. – 112 с.
16. Ребезов, М.Б. Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности: учебное пособие / М.Б. Ребезов, Н.Б. Губер, К.С. Касымов. – Алматы: МАП, 2015. – 208 с.
17. Белокаменская, А.М. Подбор современного оборудования для определения токсичных элементов с целью обеспечения качества испытаний / А.М. Белокаменская, М.Б. Ребезов, Э.К. Мухамеджанова // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства. – 2013. – № 1. – С. 292–296.

References

1. Vjajzenen G.N. Uskorennoe vyvedenie tjazhelyh metallov iz organizma zhivotnyh / G.N. Vjajzenen, V.A. Savin, V.A. Guljaev, G.A. Vjajzenen, A.I. Tokar'; pod red. G.N. Vjajzenena. – Novgorod, 1997.
2. Gorohova E.N. Soderzhanie tjazhelyh metallov v myshechnoj tkani ohotnich'ih vidov kopytnyh Novgorodskoj oblasti / E.N. Gorohova, O.Ju. Dojnikova, Ju.V. Mar'janovskaja // Uchenye zapiski Instituta sel'skogo hozjajstva i prirodnyh resursov NovGU. T. 17, vyp. 1 / Sost. Je. A. Jurova. Velikij Novgorod: Novgorodskij region. centr razvitija obrazovanija, 2009.
3. Danilkin A.A. Svine (Suidae) / A. A. Danilkin // Mlekopitajushhie Rossii i sopredel'nyh regionov. M.: GEOS, 2002.
4. Es'kov E.K. Biotehnija v uslovijah vozrastajushhego tehnogenogo zagryaznenija sredi obitanija ohotnich'ih zhivotnyh / E. K. Es'kov, V. M. Kir'jakulov, Ju. P. Fomichev // Vestnik ohotovedenija, 2009. T. 5. № 1.
5. Medvedev N.V. Pticy i mlekopitajushhie Karelii kak bioindikatory himicheskix zagryaznenij / N. V. Medvedev; otv. red. Je. V. Ivanter. –Petrozavodsk: Izd-vo KNC, 1998.
6. Porohov A.A. Zarazhennost' nekotoryh vidov ohotnich'ih zhivotnyh radionuklidami Cs-137, Sr-90 v uslovijah Novgorodskoj oblasti / A.A. Porohov // Raznoobrazie, funkcionirovanie, produktivnost' i ohrana biosistem v Novgorodskoj oblasti: Materialy regional'noj nauch. konf. / NovGU im. Jaroslava Mudrogo. –Velikij Novgorod, 2003.
7. Belokamenskaja, A.M. Ocenka metodov inversionnoj vol'tamerometrii, atomno-absorbcionnogo i fotometricheskogo analiza toksichnyh jelementov v prodovol'stvennom syr'e i pishhevyh produktah / A.M. Belokamenskaja, N.N. Maksimjuk, N.L. Naumova, O.V. Zinina. – Cheljabinsk: IC JuUrGU, 2012. – 94 s.
8. Rusakov O. S. Kaban (jekologija, resursy, hozjajstvennoe ispol'zovanie na Severo-Zapade SSSR) / O. S. Rusakov, E. K. Timofeeva. L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1984.
9. Tjutikov S. F. Soderzhanie mikrojelementov i toksichnyh metallov v organah dikih kopytnyh i sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh v svjazi s regional'nym biogeohimicheskim rajonirovaniem / S. F. Tjutikov, E. A. Karpova, V. V. Ermakov // Sel'skohozjajstvennaja biologija, 1997. № 6.
10. Jejhler V. Jady v nashej pishhe / Vol'fditrih Jejhler. M.: Mir, 1993.
11. Bogan, V.I. Sovershenstvovanie potenciometriceskogo metoda opredelenija toksichnyh jelementov na primere opredelenija svinca, kadmija i medi / V.I. Bogan, M.B. Rebezov // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pishhevyje i biotehnologii. – 2014. – T. 2, № 3. – S. 53–60.
12. Bogan, V.I. Sovershenstvovanie metodov kontrolja kachestva prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevoj produkcii/ V.I. Bogan, M.B. Rebezov, A.R. Gajsina, N.N. Maksimjuk, B.K. Asenova // Molodoj uchenyj. – 2013. – № 10. – S. 101–105.
13. Rebezov, M.B. Kontrol' kachestva rezul'tata analiza pri realizacii metodik fotoelektriceskoj fotometrii i inversionnoj vol'tamerometrii v issledovanii prob pishhevyh produktov na soderzhanie mysh'jaka / M.B. Rebezov, I.V. Zykova, A.M. Belokamenskaja, Ja. M. Rebezov // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Jaroslava Mudrogo. – 2013. – T. 2. – № 71. – S. 43–48.
14. Rebezov, M.B. Ocenka metodov issledovanija ksenobiotikov: monografija / A.M. Chuprakova, O.V. Zinina, N.N. Maksimjuk, A.B. Abuova. – Ural'sk, 2015. – 204 s.
15. Prohas'ko, L.S. Sovremennye problemy nauki i tehniki v pishhevoj promyshlennosti: uchebnoe posobie / L.S. Prohas'ko, M.B. Rebezov, G.N. Nuryman. – Almaty: MAP, 2015. – 112 s.
16. Rebezov, M.B. Osnovy zakonodatel'stva i standartizacii v pishhevoj promyshlennosti: uchebnoe posobie / M.B. Rebezov, N.B. Guber, K.S. Kasymov. – Almaty: MAP, 2015. – 208 s.
17. Belokamenskaja, A.M. Podbor sovremennogo oborudovanija dlja opredelenija toksichnyh jelementov s cel'ju obespechenija kachestva ispytanij / A.M. Belokamenskaja, M.B. Rebezov, Je.K. Muhamedzhanova // Torgovo-jekonomicheskie problemy regional'nogo biznes-prostranstva. – 2013. – № 1. – S. 292–296.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

Батенёва Н.В.¹, Смирнов П.Н.², Кашковский В.Г.³, Рябинина В.А.⁴

¹Кандидат биологических наук, ²доктор ветеринарных наук, ³доктор сельскохозяйственных наук, ⁴аспирант,
Новосибирский государственный аграрный университет

**ТАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИИ BLV, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БИОХИМИЧЕСКИХ ТЕСТ-СИСТЕМ**

Аннотация

BLV высоко эндемичен во многих странах, в том числе в России [3, 18, 13] нанося большой экономический ущерб животноводству в результате выбраковки скомпрометированных в отношении инфекции и собственно лейкоза животных [10-12, 14, 16, 17].

Проведенный нами информационный анализ данных структурных особенностей разных изолятов BLV (NCBI) подтверждает зависимость структурных особенностей BLV от породной принадлежности носителя. А также открывает новые возможности в изучении структурного разнообразия BLV и биологических особенностей вируса.

Ключевые слова: вирус лейкомии крупного рогатого скота, генотипирование, ПДРФ-анализ, gag ген, болезни животных, вирусы, биотехнология животных

Bateneva N.V.¹, Smirnov P.N.², Kashkovskij V.G.³, Ryabinina V.A.⁴

¹PhD in Biology, ²PhD in Veterinary Medicine and Science, ³postgraduate student, ⁴PhD in Agriculture
Novosibirsk state agrarian University

TACTICAL DECISIONS IN THE BIOLOGY OF THE BLV, USING BIOCHEMICAL TEST SYSTEMS

Abstract

BLV is highly endemic in many countries, including in Russia [3, 18, 13] causing great economic losses to livestock as a result of culling compromised against infection and leukemia in animals [10-12, 14, 16, 17]. We held an information data analysis structural features of different BLV isolates (NCBI) confirms the dependence of the structural features of BLV from breed media. And also opens new possibilities in the study of the structural diversity of BLV and biological features of the virus.

Key words: bovine leukemia virus, genotyping, RFLP analysis, gag gene, animal diseases, viruses, animal biotechnology

Вирус лейкоза крупного рогатого скота (BLV) является возбудителем энзоотического лейкоза крупного рогатого скота (EBL), который характеризуется накоплением трансформированных В-клеток в периферической крови и/или локализации опухолей в различных тканях [2-10].

Классические методы контроля стад на инфекцию BLV, хотя и являются обязательными, однако не дают желаемого эффекта – сроки оздоровления растягиваются во времени из-за случаев скрытого носительства вируса. В этом и состоит актуальность проблемы [16, 17, 19, 20]. По всей вероятности суть ее кроется в нераскрытых до конца особенностях механизма взаимодействия в системе «вирус-клетка».

Многие механизмы взаимодействия вирус-клетка хотя и изучаются учеными во всем мире, но остаются не до конца выясненными [1, 5, 6, 8, 10, 16].

Так, при экспериментальном инфицировании телят в 50 % случаев BLV элиминируется из организма. В то время как у остальных 50 % некоторых животных он вызывает лейкоз, который со временем из гематологической стадии (PL-лимфоцитоз) течения переходит в клиническую [16].

Известно, что крупный рогатый скота мясных пород не восприимчив к BLV, однако, так и остается не выясненным механизм защиты животных от этого вируса [16]. Возможно, он находится в маскированном (неактивном) состоянии, как и то, что вирусы закономерно претерпевают эволюционные изменения, приспособляясь к организму «хозяина». В результате таких изменений на данный момент классифицировано 7 типов BLV (по происхождению) [1-4, 6, 9, 15]. Данная классификация основана на нуклеотидных и аминокислотных заменах в структуре env гена.

Проанализировав общую схему жизненного цикла ретровирусов, в частности BLV, мы пришли к следующему заключению: существует два контрольных этапа взаимодействия вирусной клетки с клеткой «хозяина». Первый – касается взаимодействия оболочки вируса с оболочкой клетки животного. Причем, на этом этапе задействован env ген, структура которого широко изучена во всем мире. Второй этап заключается во взаимодействии ядра клетки животного с вирионом. В данном процессе участвуют белки, кодируемые геном gag (рис. 1).

Поскольку нуклеотидные и аминокислотные замены, выявленные в геноме разных типов и субтипов BLV на участке, кодируемом env геном, нельзя дифференцировать по чувствительности к определенной породной принадлежности крупного рогатого скота, поэтому в качестве стелкерного гена нами был выбран gag ген.

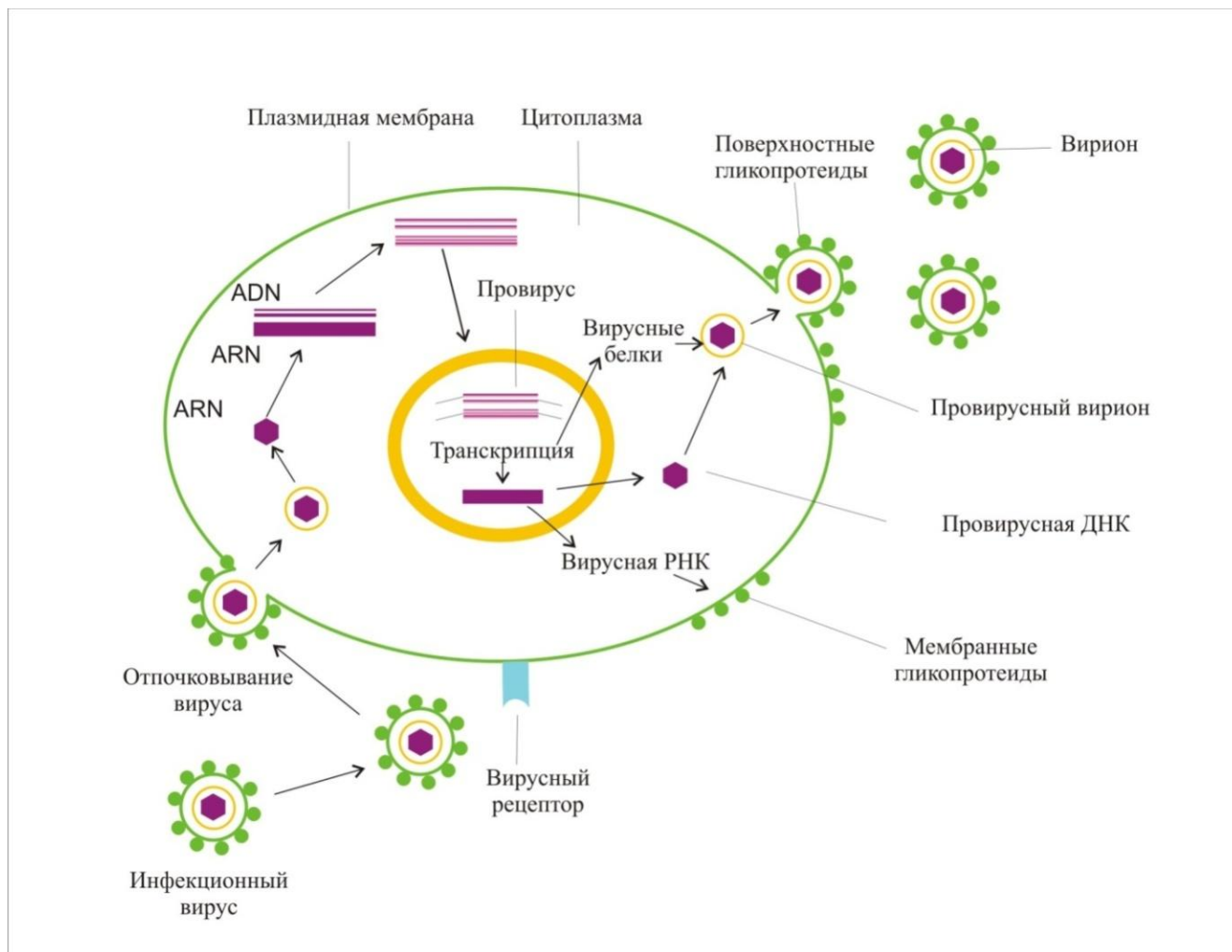


Рис 1 – Схема жизненного цикла репликационно-компетентного ретровируса

Ранее полученные нами данные рестрикционного анализа небольшого участка (347 п.н.) гена *gag* показали, что существует определенная связь между породной принадлежностью животного и изменением структуры BLV, циркулирующего на животных конкретно изучаемой породы [18].

Зарубежные исследователи, в последнее время секвенируют не короткие последовательности участков генов вируса, а последовательность целых генов, а иногда и полный геном BLV [1, 4, 9]. В этой связи мы полагаем, что в наших условиях, целесообразней всего изучать вирус небольшими фрагментами, в дальнейшем подвергать RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) анализу, а уже затем, распределив на группы паттернов, делать выборку для дальнейшего секвенирования.

Объектом исследований служили коровы акционерных обществ и ПЗ Краснодарского и Ставропольского краев, разной породной принадлежности: красная степная, черно-пестрая голштинизированная, айрширская. Методом случайной выборки было отобрано 120 проб крови (по 30 проб из каждого хозяйства) от реагирующих в РИД (реакция иммунодиффузии в агаровом геле с антигеном *gp51* BLV животных).

Предметом исследований служили пробы крови вышеперечисленных животных, отобранные из подхвостовой вены в стерильные пробирки с антикоагулянтном.

В дальнейшем из проб крови выделяли ДНК сорбентным методом с использованием наборов для выделения НК «АмплиСенс» в соответствии с инструкцией к набору.

Для подбора олигонуклеотидных праймеров нами были проанализированы 11 изолятов BLV из Международной базы NCBI GI: 151413539, 210767, 237688388, 9739119, 678246211, 678246204, 429534208, 429534201, 429534194, 9626225, 2801494.

С учетом замен в структуре некоторых известных изолятов нами были сконструированы праймеры, фланкирующие вариабельный участок *gag* гена (рис. 2).

230-323 5'-GGGCGTCTGGCTTGCACCCG-3'
1570-1575 5'-CCCATTGGAAACGRGACTGT-3'

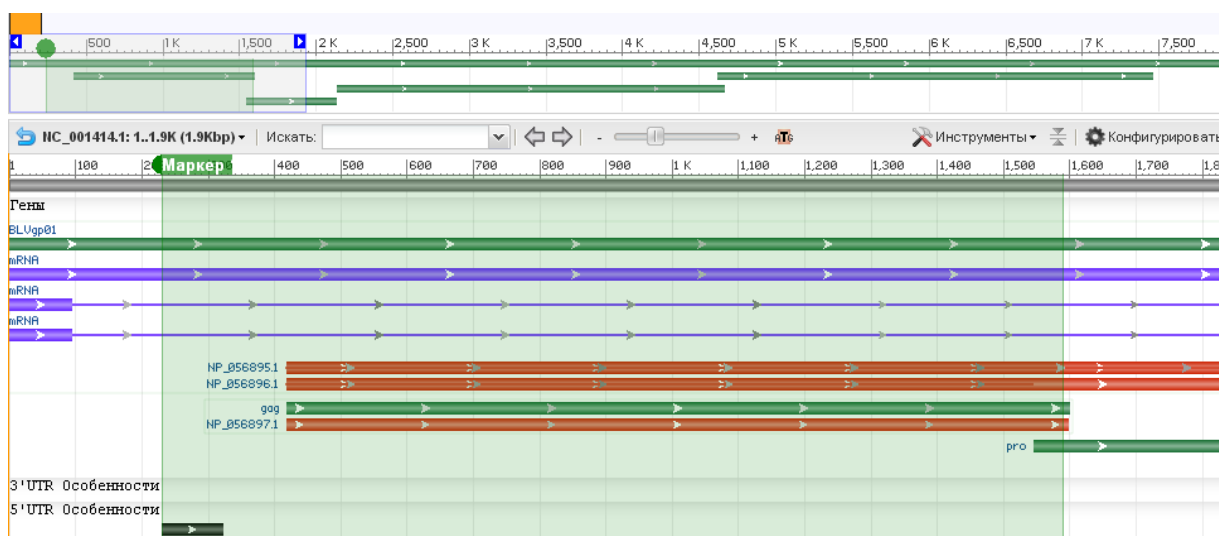


Рис.2 – Схема участка провируса BLV, фланкируемого олигонуклеотидными праймерами

Поставили триплет реакций RialTime PCR с использованием красителя SuberGreen. После получения данных определили температуру плавления праймеров, которая составила 68 °C. Провели контрольную реакцию с использованием профиля с рассчитанной температурой.

Температурный профиль: 2 min – 94 °C; (30 s – 95 °C; 30 s – 68 °C; 30 s – 72 °C) – 40 циклов; 3 min – 72 °C.

Данные праймеры захватывают весь ген gag (небольшую часть LTR-области) (рис. 3), со всеми известными заменами, чувствительны к последовательностям всех известных на данный момент времени типов и субтипов BLV (NCBI).

LTRCCAAAGGCGTCTGGCTTGCACCCGCGTTTGTTCCTGTCTTACTTTCTGTTTCTCGCGG+CCGCGCTCTCTCCTTCGGCGCCC
TCTAGCGG+CCAGGAGAGACC+GGCAACAATTGGGGCTCGTCC+GGGATTGATCACCCC+GGAACCCTAATAACTCTCTGGACC
CACCCCTCGGCGGCATTTTGGGTCTCTCCTTCAAATTATATY^{GAG}ATG+GGAAATCCCCYTCYTATAACCCYCCCGCTGGTATCT
CCCCCTCAGACTGGCTCAACCTTCKKCAAAGCGCGCAAAGGCTCAATCCGCGACCCCTCTCCTYAGCGATTTTACCGATTTAAARAA
TTACATCCATTGGTTTATAGAGACCCAGAAAAACATG+GACTTTCACTTCTGGTRG+CCCCRCCTCATG+YCCACCC+GGGARA
TTCGG+YC+GGGTTCCTCTYGTCTYGG+CCACCTAAACGAAGTRCTCTCAAACGAWRRGGCRCCC+RGGTGCATCRG+CCCCA
GAAGAACAACCCCCCTTATGACCCCCCGCYRTTYTGCCAATYATATCTGAAGGRAATCGYAACCGCCATCGYGCYTGGGCACT
CCGAGAAKTACAAGATATYAAAAARGAAATTGAAAATAAGGCRCC+GGGTTCGCAAGTATGGATACAAACACTACGRCTTGCAATC
YTRCAGG+CCGACCTACTCC+KGCTGACCTAGAACAACCTTTGCCAATATATTGCTTCCCC+GGTCGAYCAAACGG+CCCAYATGA
CYAGCCTAACGGCAGCAATAGYCGCCGCTGAAGCGG+CCAAAYACCTCCAGGGTTTT (-) AAYCCCCAAAYGGGNACCTTRACCC
AACAATCAGCTCAGCCCAACGCC+GGGGATYCTTAGAAGTCAATATCAAACCTYTGCTTCARG+CYTKGAAAAATCTCCCTACT
CGK+CCTTCAGNTVCAACCYTGGTCCACCATCGTCCAAGG+CYCCGCCGARAGCTMTGTAGARTTTGTCAACC+GGTTACAAATTT
CATTAGCTGACAACCTTCCGACGGAGTCCCTAARGAACCCATTATTGACTCYCTTAGYTATGCWAATGCTAACARAGARTGYCAR
CAAATTTTGCARGGGCGRGG+CCNAGTGG+CCGCC (-) C (-) C (-) +GGTGGGG (A) CAAAACTGCAGGCTTGYGCACA- (A) TT
GGG+CCCCAAGR- (A) TBAAACAGCCTGCRVTYCTCGTCCACACCCAGGG+CCCAAGATGCCYGGG+CCYC+GGCAACCGG+CC
CYCCAAAAGG+CCYCCCCRGGACCATG+CTATCGATGCCTCAAAGAGG+CCATTGGG+CCC+GGGAYTGTCCYACCAAGRCCAC
C+GG+CCCMCCTCC+GGGACCTTGYCCYATATGTAAAGATCYTTCCCATTTGGAAACGRGACTGTCCAACCCTCAAATCAAAAACT

Рис. 3. – Схема расположения известных нуклеотидных замен в провирусе BLV на участке генома (включающего gag ген и часть LTR-области), фланкируемом праймерами GGGCTCTGGCTTGCACCCG; CCCATTGGAAACGRGACTGT, с указанием сайтов рестрикции эндонуклеазами **Fae I** (CATG↑, ↓GTAC), **Hae III** (GG↑CC, CC↓GG) .

По данной рестрикционной карте возможна констатация структурных особенностей 11 групп паттернов (изолятов) провируса. При этом *некоторые профили* свойственны только определенной породе крупного рогатого скота, что дает основание говорить о возможной адаптации вируса к особенностям носителя - крупного рогатого скота [18].

Итак, проведенный нами информационный анализ данных структурных особенностей разных изолятов BLV (NCBI) подтверждает ранее проведенные нами исследования о зависимости структурных особенностей BLV от породной принадлежности носителя. А также открывает новые возможности в изучении структурного разнообразия BLV и биологических особенностей вируса.

Литература

1. Alvarez I, Gutierrez G, Gammella M, Martinez C, Politzki R, Gonzalez C, Caviglia L, Carignano H, Fondevila N, Poli M, Trono K: Evaluation of total white blood cell count as a marker for proviral load of bovine leukemia virus in dairy cattle from herds with a high seroprevalence of antibodies against bovine leukemia virus. *Am J Vet Res* 2013,74:744–749.
2. Burny, A.; Bruck, C.; Cleuter, Y.; Couez, D.; Deschamps, J.; Gregoire, D.; Ghysdael, J.; Kettmann, R.; Mammerickx, M.; Marbaix, G. Bovine leukaemia virus and enzootic bovine leukosis. Onderstepoort. *J. Vet. Res.* 1985, 52, 133–144.
3. Gutierrez G, Carignano H, Alvarez I, Martinez C, Porta N, Politzki R, Gammella M, Lomonaco M, Fondevila N, Poli M, Trono K: Bovine leukemia virus p24 antibodies reflect blood proviral load. *BMC Vet Res* 2012, 8:187.
4. Jimba M, Takeshima SN, Murakami H, Kohara J, Kobayashi N, Matsuhashi T, Ohmori T, Nunoya T, Aida Y: BLV-CoCoMo-qPCR: a useful tool for evaluating bovine leukemia virus infection status. *BMC Vet Res* 2012, 8:167.
5. Kettmann R, Burny A, Callebaut I, Droogmans L, Mammerickx M, et al.. (1994) Bovine leukemia virus. In: *The Retroviridae*. New York: Plenum Press. pp. 39–81
6. Licursi M, Inoshima Y, Wu D, Yokoyama T, Gonzalez ET (2002) Genetic heterogeneity among bovine leukemia virus genotypes and its relation to humoral responses in hosts. *Virus Res* 86: 101–110. doi: 10.1016/s0168-1702(02)00059-x
7. Mammerickx M, Portetelle D, de Clercq K, Burny A: Experimental transmission of enzootic bovine leukosis to cattle, sheep and goats: infectious doses of blood and incubation period of the disease. *Leuk Res* 1987, 11:353–358.
8. Mewes, G. (1997): *Langzeitstudie zur Persistenz des Bovinen Leukose-virus (BLV) in einer leukosesanierten Milchviehherde*. Vet. Diss., Berlin. Sagata. N., T. Yasunaga, J. Tsuziiku-Kawnmurn, K. Ohishi. Y. Ogawa, Y. Ikawa (1985): Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: Its evolutionary relationship to other retro-viruses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 82,677-681.
9. The molecular characterization of bovine leukaemia virus isolates .Y Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Kuźmak J., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A., Vinogradova I., Choudhury B. *PLoS ONE*. 2013. T. 8. № 3. e58705.
10. Willems L, Thienpont E, Kerkhofs P, Burny A, Mammerickx M, et al. (1993) Bovine leukemia virus an animal model for the study of intrastrain variability. *J Virol* 67: 1086–1089.
11. Влияние экологических факторов на организм животных. Донник И.М., Шкуратова И.А., Шушарин А.Д., Верещак Н.А., Бейкин Я.Б. *Ветеринария*. 2007. № 6. С. 38-42.
12. Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Смирнов А.М., Гулюкин М.И., Субботин В.В., Донник И.М., Колбасов Д.В., Скира В.Н., Суворов А.В., Бабышова Л.В., Срибный Н.И. Москва, 2008. Том Часть IV Лабораторные методы исследований инфекционной патологии животных
13. Петропавловский, М. В. Особенности течения и распространения лейкоза крупного рогатого скота на южном Урале/М.В. Петропавловский, И.М. Донник, А.Т. Татарчук, А.В. Лысов, Ю.Ф. Водиченков, М.П. Михеев//Журн. Аграрный вестник Урала, Екатеринбург, 2010. -№ 10. -с. 48
14. Профилактика лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Краснодарского края. Донник И.М., Джаилиди Г.А. *Ветеринария Кубани*. 2013. № 5. С. 8-10
15. Региональная молекулярно-генетическая структура вируса лейкоза крупного рогатого скота. Донник И.М., Петропавловский М.В. *Ветеринария Кубани*. 2010. № 3. С. 12-13
16. Смирнов П.Н. Болезнь века - лейкоз крупного рогатого скота.-Новосибирск, 2007.
17. Смирнов П.Н., Храмцов В.В., Смирнова В.В. Научное обеспечение и реализация в условиях производства комплексной системы противолейкозных мероприятий // *Ветеринария Сибири*. -2001. -№ 5. -С. 46-50.
18. Смирнов, П.Н. Генотипическое разнообразие вируса лейкоза крупного рогатого скота на территории Новосибирской области и Краснодарского края /П.Н. Смирнов, Н.В. Батенёва, В.А. Белявская//Вестник НГАУ/Новосиб. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск, 2011. -№ 2 (18). -С. 81 -83.
19. Сравнительные биохимические показатели крови коров айрширов в связи с их продуктивностью и неблагополучием по инфекции BLV/ П.Н. Смирнов, Т.В. Гарматарова, Н.В. Батенёва [и др.]/Междунар. н.-и. журн. -2013. -№ 9. -С. 64-66.
20. Эпизоотические аспекты лейкоза крупного рогатого скота в краснодарском крае. Донник И.М., Джаилиди Г.А., Якубенко Е.В., Тихонов С.В. *Ветеринария Кубани*. 2014. № 2. С. 15-18.

References

1. Alvarez I, Gutierrez G, Gammella M, Martinez C, Politzki R, Gonzalez C, Caviglia L, Carignano H, Fondevila N, Poli M, Trono K: Evaluation of total white blood cell count as a marker for proviral load of bovine leukemia virus in dairy cattle from herds with a high seroprevalence of antibodies against bovine leukemia virus. *Am J Vet Res* 2013,74:744–749.
2. Burny, A.; Bruck, C.; Cleuter, Y.; Couez, D.; Deschamps, J.; Gregoire, D.; Ghysdael, J.; Kettmann, R.; Mammerickx, M.; Marbaix, G. Bovine leukaemia virus and enzootic bovine leukosis. Onderstepoort. *J. Vet. Res.* 1985, 52, 133–144.
3. Gutierrez G, Carignano H, Alvarez I, Martinez C, Porta N, Politzki R, Gammella M, Lomonaco M, Fondevila N, Poli M, Trono K: Bovine leukemia virus p24 antibodies reflect blood proviral load. *BMC Vet Res* 2012, 8:187.
4. Jimba M, Takeshima SN, Murakami H, Kohara J, Kobayashi N, Matsuhashi T, Ohmori T, Nunoya T, Aida Y: BLV-CoCoMo-qPCR: a useful tool for evaluating bovine leukemia virus infection status. *BMC Vet Res* 2012, 8:167.
5. Kettmann R, Burny A, Callebaut I, Droogmans L, Mammerickx M, et al.. (1994) Bovine leukemia virus. In: *The Retroviridae*. New York: Plenum Press. pp. 39–81
6. Licursi M, Inoshima Y, Wu D, Yokoyama T, Gonzalez ET (2002) Genetic heterogeneity among bovine leukemia virus genotypes and its relation to humoral responses in hosts. *Virus Res* 86: 101–110. doi: 10.1016/s0168-1702(02)00059-x
7. Mammerickx M, Portetelle D, de Clercq K, Burny A: Experimental transmission of enzootic bovine leukosis to cattle, sheep and goats: infectious doses of blood and incubation period of the disease. *Leuk Res* 1987, 11:353–358.
8. Mewes, G. (1997): *Langzeitstudie zur Persistenz des Bovinen Leukose-virus (BLV) in einer leukosesanierten Milchviehherde*. Vet. Diss., Berlin. Sagata. N., T. Yasunaga, J. Tsuziiku-Kawnmurn, K. Ohishi. Y. Ogawa, Y. Ikawa (1985): Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: Its evolutionary relationship to other retro-viruses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 82,677-681.

Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: Its evolutionary relationship to other retro-viruses. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 82,677-681.

9. The molecular characterization of bovine leukaemia virus isolates .Y Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Kuźmak J., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A., Vinogradova I., Choudhury B. PLoS ONE. 2013. T. 8. № 3. C. e58705.

10. Willems L, Thienpont E, Kerkhofs P, Burny A, Mammerickx M, et al. (1993) Bovine leukemia virus an animal model for the study of intrastrain variability. J Virol 67: 1086–1089.

11. The influence of environmental factors on the organism of animals. Donnik I. M., Shkuratova I. A., Shusharin A. D., Vereshchak N. And., Belkin Y. B. Veterinary medicine. 2007. No. 6. P. 38-42.

12. New methods of research on problems of veterinary medicine. Smirnov A. M., Gulykin M. I., Subbotin V. V., Donnik I. M., Kolbasov D. V., Skhirat, V. N., Suvorov A.V., Babyshev L. V., Sribnyi N. And. Moscow, 2008. The Part IV Laboratory methods for studies of infectious diseases of animals

13. Petropavlovskiy M. V. Peculiarities of the course and distribution of bovine leukemia in the southern Urals Petropavlovskiy M., Donnik I. M., A. T. Tatarchuk, A. V. Lysov, Y. F. Vovchenko, P. M. Mikhayev//Phys. Agrarian Bulletin of the Urals, Ekaterinburg, 2010. - No. 10. -p. 48

14. Prevention of bovine leucosis in breeding farms of the Krasnodar region. Donnik I. M., Dailide G. A. Veterinary Kuban. 2013. No. 5. P. 8-10

15. Regional molecular genetic structure of the virus leukemia cattle. Donnik I. M., and Petropavlovskiy M. Veterinary Kuban. 2010. No. 3. S. 12-13

16. Smirnov P. N. The disease of the century - the bovine leukemia.-Novosibirsk, 2007.

17. Smirnov P. N., Khramtsov V. V., Smirnov V. V. Scientific support and implementation in production of a comprehensive system of anti-leukemic activities veterinary of Siberia. -2001. - No. 5. -P. 46-50.

18. Smirnov, P. N. Genotypic diversity of leukemia virus of cattle in the territory of the Novosibirsk region and the Krasnodar territory /P. N. Smirnov, N. In. Bateneva, Belyavskaya V. A.//Bulletin of University/Novosibirsk. GOS. Agrar. Univ - Novosibirsk, 2011. -№ 2 (18). -S. 81 -83.

19. Comparative biochemical blood parameters of cows Ayrshire due to their productivity and trouble on BLV infection/ P. N. Smirnov, T. V. Garmatarova, T. V. Bateneva N.V.[et al.]/Intern. B. I. Phys. -2013. - No. 9. Pp. 64-66.

20. Epizootic aspects of bovine leukemia in the Krasnodar region. Donnik I. M., Dailide G. A., E. Yakubenko V., Tikhonov S. V. Veterinary Kuban. 2014. No. 2. P.15-18.

Кудачева Н.А.

Кандидат ветеринарных наук, доцент,

ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

КРИТЕРИИ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСМИССИВНОЙ ВЕНЕРИЧЕСКОЙ САРКОМЫ СОБАК

Аннотация

Материалы статьи содержат основные критерии цитологической диагностики трансмиссивной венерической саркомы у собак. Изложены особенности цитоморфологии клеток, формирующих новообразование.

Ключевые слова: трансмиссивная венерическая саркома, цитологическая диагностика, вакуолизация, онкологические заболевания собак, мезенхимальные опухоли.

Kudacheva N.A.

PhD in Veterinary Medicine and Science,

Associate Professor, Samara State Agricultural Academy

CRITERIA FOR CYTOLOGICAL DIAGNOSIS TRANSMISSIBLE VENEREAL SARCOMA OF DOGS

Abstract

The article contain the basic criteria for cytologic diagnosis of transmissible venereal sarcoma in dogs. The features of cytomorphology cells forming the tumor.

Keywords: transmissible venereal sarcoma, cytological diagnosis, vacuolization, cancer dogs, mesenchymal tumors.

Венерическая саркома является уникальной на сегодняшний день патологией, поскольку она характерна для всех представителей семейства собачьих, независимо от породы. Венерическая саркома относится к «саркомам мягких тканей», т.е. это злокачественное новообразование, которое распространяется на мезенхимальную ткань [1]. Существуют различные мнения в отношении этиологии заболевания. Долгое время возбудителем считалась живая опухолевая клетка, обладающая редуцированным набором хромосом, передача которой осуществлялась при непосредственном контакте, в том числе при коитусе, а также при вылизывании, вынюхивании и укусах пораженной опухолью зоны [3,4]. Последние научные данные утверждают, что возбудителем является вирус из семейства Retroviridae, который провоцирует формирование сарком [5]. Это в принципе объясняет один из признаков заболевания – контагиозность и позволяет говорить об инфекционной природе онкологического процесса. Клиническая диагностика венерической трансмиссивной саркомы в этом случае достаточно субъективна и требуются дополнительные исследования для выявления четких критериев при постановке диагноза, в частности цитологического [4].

Цель исследования – выделить цитологические критерии венерической саркомы собак, позволяющие установить диагноз в условиях ветеринарных клиник.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований служили собаки, поступающие в ветеринарные клиники г. Самара, имеющие специфические поражения слизистых оболочек, преимущественно половых органов. В качестве материала исследования использовались мазки-отпечатки с периферических новообразований пораженных слизистых оболочек. Для постановки окончательного диагноза проводилась цитологическое исследование полученного материала, после предварительного окрашивания по методу Паппенгейма. При постановке цитологического диагноза учитывались основные цитоморфологические признаки: форма клеток и ядра, количество и расположение ядрышек, наличие и интенсивность вакуолизации. Исследование полученных препаратов осуществлялось методом светоптической микроскопии, фотографировали с помощью специализированной цифровой камеры «Micrometrics 300 CU».

Результаты исследований. Трансмиссивная венерическая саркома регистрируется преимущественно у молодых половозрелых собак. Проведенные исследования показали, что среди диагностируемых новообразований собак венерическая саркома составляет 17,6%, что объясняется возможностью передачи другим восприимчивым собакам при различных условиях.

При цитологическом исследовании выявлены клетки, характерные для трансмиссивной венерической саркомы. Клетки располагаются одиночно или группами.

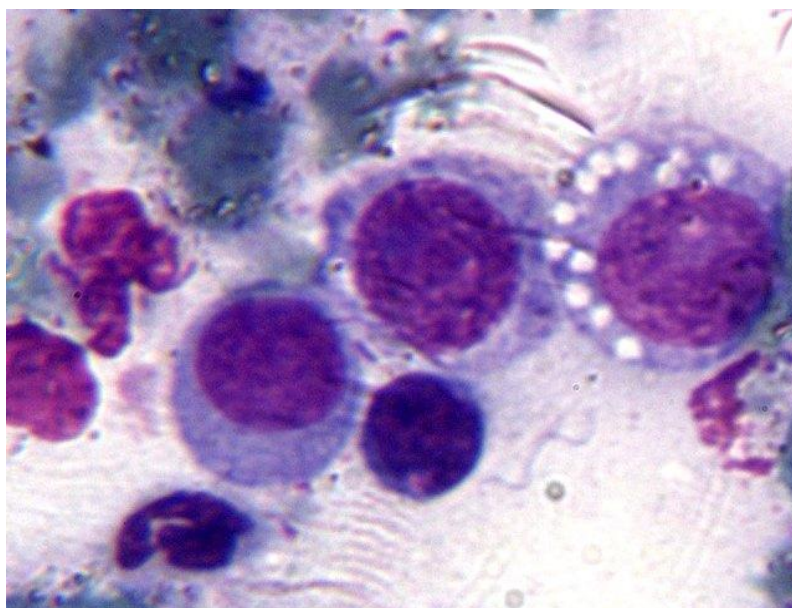


Рис – Клетки венерической саркомы у собак. Окраска по методу Паппенгейма, ув. объектив x40, окуляр x10.

Форма клеток округлая или овальная, определяется достаточно четкой клеточной границей. Цитоплазма слабоокрашена, прозрачна, мелкозерниста, с наличием вакуолей. Степень вакуолизации клеток различна, отмечаются клетки, где вакуолизация не отмечена. Размеры и форма вакуолей варьируют, располагаются вокруг ядра.

Ядра клеток имеют разнообразную форму и размеры (бобовидную, шаровидную, полигональную), располагаются эксцентрично. Хроматин ядер имеет сетчатую структуру. Одним из диагностических критериев является наличие ядрышек, число которых также варьирует от 1 до 3.

Исходя из вышеизложенного, можно выделить ряд критериев, наличие которых подтверждает цитологический диагноз на венерическую саркому собак, а именно:

- наличие округлых или овальных клеток в мазке, с большим круглым ядром, располагающимся эксцентрично;
- различная степень вакуолизации цитоплазмы;
- количество ядрышек в ядре клеток увеличено, размеры которых в пределах одного ядра варьируют.

Используя перечисленные морфологические критерии постановка цитологического диагноза на венерическую саркому собак не вызывает трудностей. В настоящее время существуют сложности с определением гистогенеза новообразования, что связано со структурным полиморфизмом клеток на фоне малигнизации, не позволяющим определить морфологические особенности принадлежности клеток к той или иной ткани.

Литература

1. Автомонов, И.А. Патоморфология трансмиссивной венерической саркомы / И.А. Автомонов, Н.В. Клейменова // Сетевой научный журнал. – Орел ГАУ. – Орел, 2013. – Т. 1. – С. 45-47.
2. Беспалова, Т.Ю. Цитологические и гематологические изменения у мелких домашних животных с онкологическими заболеваниями / Т.Ю. Беспалова // Материалы региональной научно-практической межвузовской конференции. – Самара, 2011. – С. 21-29.
3. Ковалева, Н.В. Раневая микрофлора в местах поражения трансмиссивной венерической саркомой собак / Н.В. Ковалева, О.С. Дансарунова // Вестник КрасГАУ. – Краснодар, 2014. – № 9. – С. 161-163.
4. Шелестова Ю.С. К вопросу о локализации воспаления молочной железы и трансмиссивной венерической опухоли у собак / Ф.Ю. Шантыз, И.А. Родин, Л.В. Литвиненко // Труды Кубанского государственного аграрного университета: серия – ветеринарные науки. – Краснодар, 2012. – № 3 (36). – С. 222-224.
5. Utpal, D. Review of canine transmissible venereal sarcoma / D. Utpal, D. Kumar // Veterinary Research Communications, 2000. – № 24(8). – P. 545-556.

References

1. Artamonov, I. A. Pathomorphology transmissible venereal sarcoma / I. A. Artamonov, N. V. Kleimenova // Network scientific journal OGAU, 2013. – T. 1. – P. 45-47.
2. Bepalova, T. Y. Cytological and hematological changes in small animals with cancer / T. Y. Bepalova // Materials of regional scientific-practical conference. – Samara, 2011. – P. 21-29.
3. Kovaleva, N. V. Wound microflora in the affected areas transmissible venereal sarcoma of dogs / N. V. Kovaleva, O. S. Dansarynova // Bulletin Of The Council. – Krasnodar, 2014. – No. 9. – P. 161-163.
4. Shelestova Y. S. To the question about the localization of the inflammation of the mammary gland and transmissible venereal tumor in dogs / F. Y. Shantis., I. A. Rodin, L. V. Lytvynenko // Proceedings of the Kuban state agrarian University: series – veterinary science. – Krasnodar, 2012. – № 3 (36). – P. 222-224.
5. Utpal, D. Review of canine transmissible venereal sarcoma / D. Utpal, D. Kumar // Veterinary Research Communications, 2000. – № 24(8). – P. 545-556.

Мальцева М.Н.¹, Третьякова Н.М.², Щепановский Ю.А.³,

¹Доктор ветеринарных наук, доцент Первого Санкт-Петербургского Государственного Медицинского Университета им. ак. И.П. Павлова, ²научный сотрудник АНО НИИ Кинологии

³научный сотрудник АНО НИИ Кинологии

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕРЕБРОЛИЗИНА В ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ В ЦЕЛЯХ СНИЖЕНИЯ ЛЕТАЛЬНОСТИ И ПОСТАНЕСТЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У СОБАК ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Аннотация

Постанестетические неврологические нарушения у пожилых собак являются серьезным осложнением иногда приводящим к гибели. Риски подобных осложнений часто приводят к отказу от хирургического лечения в пользу менее эффективного терапевтического. Применение нейропептидного препарата Церебролизин у пожилых собак за 2 дня до применения общей внутривенной анестезии показало эффективность в предупреждении осложнений после общей анестезии, повысило выживаемость животных и ускорило восстановление после хирургического вмешательства.

Ключевые слова: postanesthetic нарушения у собак, неврологические нарушения у собак, нейропротекторы для собак, анестезия, нейропептиды, ветеринарная медицина.

Maltceva M.N.¹, Tretjakova N.M.², Schepanovskij J.A.³.

¹PhD in Veterinary Medicine and Science, Associate professor First St. Petersburg Pavlov State Medical University,

²researcher ANO Canine Research Institute, ³researcher ANO Canine Research Institute

APPLICATION TO CEREBROLYSIN SURGERY TO REDUCE MORTALITY AND DISEASES POSTANESTHETIC IN OLDER DOGS

Abstract

Postanesthetic neurological disorder in older dogs is a serious complication sometimes leading to death. The risks of such complications often lead to failure of the surgical treatment in favor of less effective therapeutic. Application of neuropeptide preparation Cerebrolysin in older dogs 2 days before the application of the global intravenous anesthesia has shown efficacy in the prevention of complications of general anesthesia increased the survival of animals and speed recovery after surgery.

Keywords: Postanesthetic neurological disorder in dogs, neuropeptide, anesthesia, neuroprotection for dogs, veterinary sciences, veterinary medicine.

Введение

Постанестетические неврологические нарушения у собак пожилого возраста являются серьезным осложнением, в некоторых случаях, приводящих к гибели животного. Риски подобных осложнений осложняют практику проведения операций под общей анестезией у пожилых собак [1], [2]. Достаточно часто такие риски приводят к отказу от оперативного вмешательства как со стороны владельцев собак, так и со стороны ветеринарных специалистов. Между тем, отказ от хирургического лечения в пользу терапевтического при онкологических новообразованиях 1-2 стадии, переломах, вывихах, разрывах связок, пиометре у самок, из-за возраста собаки приводит к хронизации патологического процесса с быстрым ухудшением состояния, либо скорой гибели животного. Проблемы защиты головного мозга существуют и в гуманной медицине, поэтому для человека разработаны и разрабатываются препараты –нейропротективного, нейротрофического действия, успешно проходящие апробацию на животных. К этой группе препаратов относятся моно- и поли- нейропептидные препараты. [3],[4]

Целью исследования была проверка гипотезы о протективном влиянии нейропептидно-аминокислотного комплекса на головной мозг пожилых собак и на организм в целом, во время проведения общей анестезии в клинических (не экспериментальных) условиях.

Для исследования были отобраны собаки в возрасте 10-12 лет, весом 20-35 кг породистые и беспородные, самцы и самки, не стерилизованные, нуждавшиеся в хирургическом лечении под общей анестезией. В исследование не включались животные с любыми формами диабета, острой почечной недостаточностью, выраженными водно-электролитными нарушениями, острой сердечной и дыхательной недостаточностью, хроническими гнойно-воспалительными процессами, младше 10 и старше 12 лет. Также не включались животные, получавшие в течение месяца до использования общей анестезии нейропептидные препараты, препараты гинкго билоба и препараты янтарной кислоты. Все животные получали анестезию внутривенным введением препарата золетил 50 в дозировке 8-10 мг/кг веса, премедикация - атропин. В основной группе (группа 1) собаки перед общей анестезией получали церебролизин 2 дня внутривенно 2 раза в сутки по 5мл., последний раз за 3 часа до введения золетила 50. В

контрольной группе (группа 2) собаки получали общую анестезию и хирургическое лечение в обычном порядке. После хирургического лечения обе группы получали стандартное лечение, включавшее в себя внутривенные инфузии с антибиотиками цефалоспориновой группы и метронидазолом. В обе группы были включены по 6 самок с гнойной пиометрой, по 5 самок с смешанными новообразованиями молочных желез сходного типа, размера и расположения (всем удалялся пакет молочных желез по одной стороне), по 5 самцов с переломами бедренной кости. Всем животным проводилось клиническое и биохимическое исследование крови и ЭКГ. Таким образом, в каждой группе было по 16 собак. Результат оценивался по следующим критериям: наличие неврологических нарушений через сутки и через 3 суток после анестезии (дезориентированность, сопор, атаксия, светобоязнь, очаговые неврологические расстройства); время полного восстановления функционирования до уровня, соответствующего состоянию до заболевания; потребовавшего хирургического лечения (в сутках после операции); летальность. Все животные наблюдались в стационаре 3-5 суток после хирургического вмешательства и далее с еженедельным осмотром в течение 2 месяцев.

Результаты: Летальность. В группе 1 (с церебролизин) летальных исходов в период наблюдения не было. В группе 2 (без церебролизина) погибли 4 собаки. 1 самец (перелом бедренной кости) в течение суток после общей анестезии, на фоне нарастающих неврологических нарушений, судорог и сопора; 2 самки (пиометра) на 4 сутки на фоне возникших в 1 сутки и незначительно снизившихся к 3 суткам неврологических нарушений; 1 самка (новообразования молочных желез) на 4 сутки на фоне возникших на 3 сутки неврологических нарушений. Неврологические нарушения в группе 1 (церебролизин) в течение 1 суток выявлены у 3 собак, в течение 3 суток не выявлены ни у одного животного. В группе 2 неврологические нарушения зафиксированы у 11 собак в течение 1 суток, у 8 собак в течение 3 суток (из них 4 погибли). Сроки восстановления в группе 1 составили в среднем 13,37 дня (мин. 11 дней, макс. 18 дней). В группе 2 у 12 выживших животных составили в среднем 23,75 дня (мин. 16 дней, макс. 30 дней).

Выводы. На основании исследования можно сделать вывод о протективном и нейропротективном действии препарата Церебролизин в ветеринарной практике для собак пожилого возраста нуждающихся в хирургическом лечении с применением общей анестезии. Протективное действие церебролизина выражается в снижении смертности и снижении сроков восстановления после хирургического лечения, нейропротективное действие выражается в снижении количества неврологических нарушений, возникающих как осложнение после общей анестезии.

Литература

1. Kogan DA1, Johnson LR, Sturges BK, Jandrey KE, Pollard RE. Etiology and clinical outcome in dogs with aspiration pneumonia: 88 cases (2004-2006). J Am Vet Med Assoc. 2008 Dec 1;233(11):1748-55. doi: 10.2460/javma.233.11.1748.
2. Lutsky I. Immediate postanesthetic care of the dog. Fed Proc. 1969 Jul-Aug;28(4):1477-8.
3. Zhang Y1, Chopp M, Meng Y, Zhang ZG, Doppler E, Winter S, Schallert T, Mahmood A, Xiong Y.J Neurosurg. Cerebrolysin improves cognitive performance in rats after mild traumatic brain injury. 2015 Apr;122(4):843-55. doi: 10.3171/2014.11.JNS14271. Epub 2015 Jan 23.
4. Gromova OA, Torshin LY, Gogoleva IV, Pronin AV, Stelmashuk EV, Isaev NK, Genrikhs EE, Demidov VI, Volkov AY, Khaspekov GL, Alexandrova OP. Pharmacokinetic and pharmacodynamic synergism between neuropeptides and lithium in the neurotrophic and neuroprotective action of cerebrolysin. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova. 2015;115(3):65-72.

Постевой А.Н.¹, Андреянов О.Н.²

¹Младший научный сотрудник, ²старший научный сотрудник, доктор ветеринарных наук
Всероссийский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений им. К.И. Скрябина.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОСТИ НА ИНКУБИРОВАНИЕ ЯИЦ ТРЕМАТОД

Аннотация

Сезонность не влияет на инкубирование яиц трематод *Alaria alata*, *Fasciola hepatica* и выход мирацидиев в лабораторных условиях. Из яиц возбудителя фасциоза отмечена вылупляемость мирацидиев несколько выше в весенний период года (0,24%) по сравнению с остальными сезонами. Незначительно высокий выход мирацидиев из яиц алярий отмечен в зимний период (5,3%).

Ключевые слова: жизнеспособность, инкубирование, трематода, Центральный регион России, яйцо, *Alaria alata*, *Fasciola hepatica*.

Postevoy A.N.¹, Andreyanov O.N.²

¹Junior researcher, ²senior research associate, doctor of veterinary sciences
The All-Russian institute of fundamental and applied parasitology of animals and plants of K.I. Scriabin.

INFLUENCE OF SEASONALITY ON INCUBATION OF TREMATOD EGGS

Abstract

Seasonality doesn't influence incubation of eggs trematodes *Alaria alata*, *Fasciola hepatica* and an exit miracidium in vitro. From eggs of the activator of a fasciolosis the hatching miracidium slightly above during the spring period of year (0,24%) in comparison with other seasons is noted. Slightly high exit miracidium from eggs of alyariya is noted during the winter period (5,3%).

Keywords: viability, incubation, trematoda, Central region of Russia, egg, *Alaria alata*, *Fasciola hepatica*.

Введение

Трематодозы являются широко распространенными, опасными гельминтозами домашних и диких животных [2, 3]. Фасциоз, аляриоз сопровождаются острыми или хроническими гепатитами и колитами [2-4]. Особенностью биологии возбудителей трематодозов, которое необходимо учитывать при эпизоотологическом мониторинге и организации лечебно-профилактических мер, является длительное (до 3-6 лет) паразитирование гельминтов в организме животных. В различные сезоны года возбудители этих гельминтозов выделяют во внешнюю среду

инвазионные элементы (яйца), которые заселяются в промежуточных и дополнительных хозяев. В определенные периоды инвазирования возбудители инвазий, возможно, продуцируют неравномерное количество яиц во внешнюю среду [2-4].

Целью работы было выяснение влияния сезонного фактора на вылупление мирацидиев из яиц трематод разных систематических групп в условиях лаборатории.

Материалы и методы. Научные исследования проводили на базе лаборатории ВИГИС и охотохозяйств Рязанской областей. Исследовали яйца возбудителей трематодозов *Alaria alata* и *Fasciola hepatica*. Материал изучали инкубированием в термостате при температуре $28 \pm 2^\circ\text{C}$ свежеполученных инвазионных яиц от отмытых в дистиллированной воде плоских гельминтов или полученные отмыванием из желчи [1]. Аэрацию яиц трематод в чашках Петри проводили ежедневно в период одного часа. Материал получали от искусственно и естественно инвазированных животных возбудителями фасциолеза и аляриоза (кролик и обыкновенная лисица). В исследовании использованы методы полного гельминтологического вскрытия по К.И. Скрябину (1928). Вылупление мирацидиев из инкубированных яиц производили выставлением чашек Петри на свет в течение 30 – 120 минут.

Результаты исследований и обсуждения. В результате поставленных опытов по возбудителю фасциолеза на лабораторных кроликах было выявлено различное количество трематод (табл. 1). Число плоских гельминтов обнаруженных в печени колебалось от 4 ± 1 до 7 ± 2 экземпляров (средний показатель – 5,3 экз.). Число выделенных яиц *F. hepatica* из печени составило от 8 500 до 11 000 экземпляров. Однако, при постановке на инкубирование при стабильной температуре ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) в условиях лаборатории на 1 сутки оказалось небольшое количество жизнеспособных яиц (1,07 – 1,24 %). Средний показатель жизнеспособности эмбрионов мирацидиев составил – 1,14 % от общего числа выделенных яиц из желчи. На 11 сутки инкубирования при открытии чашек Петри на свету в течение 0,1 – 5,5 часов вылупилось еще большее незначительное число мирацидиев трематод. Средний показатель вылупленных личинок составил – 0,18 % от общего числа выделенных яиц. После инкубирования имело место быть невылупленным личинкам. Они в течение 12 часов проявляли двигательную активность в яйце. Их количество составило от 0,02 % до 0,08 %.

Результаты исследования яиц возбудителя аляриоза плотоядных представлены в таблице 2. Материал для исследования был получен от 8 естественно инвазированных обыкновенных лисиц. Число обнаруженных трематод в тонком отделе кишечника *A. alata* в разные сезоны года варьировало от 35 до 356 экземпляров (средний показатель 198 экз.). Наибольшее их число было 574 штук. После отмывания содержимого кишечника и марит трематод на инкубирование было поставлено от 67 до 259 экземпляров яиц. Условия инкубирования яиц были аналогичными, что и у возбудителя фасциолеза. На 11 сутки было получено 1 – 11 мирацидиев гельминта (2,2 – 5,3% от общего числа яиц). От 2 до 3 экземпляров мирацидиев *A. alata* в каждой чашке Петри остались внутри яиц. Полученные данные согласуются с данными Соколиной Ф.М. (1970, 1978), Потехиной Л.Ф. (1950) [4-6].

Таблица 1 – Выплаживание мирацидиев из яиц *Fasciola hepatica* полученные от инвазированных лабораторных кроликов

Показатели	Сезоны года			
	весна (май)	лето (июль)	осень (ноябрь)	зима (февраль)
Число обнаруженных трематод в печени кроликов, кол-во	7 ± 2	4 ± 1	5 ± 2	5 ± 3
Поставлено на культивирование яиц трематод, кол-во	$10\,000 \pm 1500$	$11\,000 \pm 3200$	$8\,500 \pm 400$	$9\,200 \pm 3600$
Яйца с жизнеспособными эмбрионами, кол-во (на 1-е сутки инкубирования), кол-во	112 (1,12 %)	136 (1,24 %)	91 (1,07 %)	104 (1,13 %)
Вылуплено мирацидиев из яиц (11-е сутки инкубирования)	24 (0,24 %)	19 (0,17 %)	14 (0,16 %)	15 (0,16 %)
Невылуплено мирацидиев, кол-во	8 (0,08 %)	7 (0,06 %)	3 (0,03 %)	2 (0,02 %)

Таблица 2 – Выплаживание мирацидиев из яиц *Alaria alata* полученных от естественно инвазированных лисиц

Показатели	Сезоны года		
	весна (март – исследовано 3 головы)	осень (октябрь – исследовано 2 головы)	зима (февраль – исследовано 3 головы)
Число обнаруженных трематод в тонком кишечнике, кол-во	356 ± 218	35 ± 12	205 ± 113
Поставлено на культивирование яиц трематод, кол-во	259 ± 153	67 ± 11	192 ± 36
Вылуплено мирацидиев из яиц (11-е сутки инкубирования)	8 (2,2 %)	1 (2,8 %)	11 (5,3%)
Невылуплено мирацидиев, кол-во	2 (0,6 %)	3 (8,6 %)	3 (1,5 %)

В результате поставленного опыта была отмечена высокая адгезия яиц трематод на поверхности стекла чашек Петри. Возбудитель фасциолеза у лабораторных кроликов оказался сверхпродуктивнее, по сравнению с возбудителем аляриоза. На одну паразитируемую мариу *F. hepatica* в печени приходилось 1814 яиц гельминта. У алярий же на одну трематоду приходилось 0,86 яиц.

При сезонном инкубировании яиц возбудителя фасциолеза отмечена вылупляемость мирацидиев несколько выше в весенний период года (май) 0,24% по сравнению с остальными сезонами. Незначительно высокая продуктивность мирацидиев из яиц алярий при инкубировании в лабораторных условиях отмечена в зимний период – 5,3%. Также выявлены случаи невылупления мирацидиев из оболочек яиц трематод. Личинки оставались жизнеспособными на свету при комнатной температуре до 16 часов.

Литература

1. Астафьев Б.А., Яроцкий Л.С., Лебедева М.Н.. Экспериментальные модели паразитозов в биологии и медицине. М.: Наука, 1989. 279 с.
2. Горохов В.В. Эпизоотический процесс при фасциолезе и биологические основы регуляции численности моллюсков промежуточных хозяев в профилактике гельминтозов. дис. д-ра б.иол. наук. - М., 1986. - 516 с.
3. Малышева Н. С., Самофалова Н. А., Власов Е. А., Вагин Н. А., Елизаров А. С., Борзосекоев А. Н., Гладких К. А. К вопросу об актуальности изучения аляриоза (мезоцеркариоза) на территории Курской области // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. № 3 (27). Том 1., 4 с..
4. Потехина Л.Ф. Цикл развития возбудителя аляриоза пушных зверей // Диссерт. на соис. учен. степени канд. биол. наук. М., ВИГИС, 1950. 87 с..
5. Соколова Ф.М. К методике выращивания мирацидиев трематод // Вопросы эволюционной морфологии и биогеографии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1970. – С. 41–42.
6. Соколова Ф.М. Зависимость проникающей способности мирацидия *F. hepatica* от энергетических запасов // Материалы 1 съезда паразитологов. - Киев: Наукова думка, 1978..-С. 148-149.

References

1. Astaf'ev B.A., Jarockij L.S., Lebedeva M.N.. Jeksperimental'nye modeli parazitov v biologii i medicine. M.: Nauka, 1989. 279 s.
2. Gorohov V.V. Jepizooticheskiy process pri fascioleze i biologicheskie osnovy reguljacii chislennosti molljuskov promezhutochnyh hozjaev v profilaktike gel'mintozov. dis. d-ra b. iol. nauk. - M., 1986. - 516 s.
3. Malysheva N. S., Samofalova N. A., Vlasov E. A., Vagin N. A., Elizarov A. S., Borzosekov A. N., Gladkih K. A. K voprosu ob aktual'nosti izuchenija aljarioza (mezocerkarioza) na territorii Kurskoj oblasti // Uchenye zapiski: jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. № 3 (27). Tom 1., 4 s..
4. Potehina L.F. Cikel razvitiya vozbuditelja aljarioza pushnyh zverej // Dissert. na sois. uchen. stepeni kand. biol. nauk. M., VIGIS, 1950. 87 s..
5. Sokolina F.M. K metodike vyrashhivaniya miracidiev trematod // Voprosy jevoljucionnoj morfologii i biogeografii. – Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 1970. – S. 41–42.
6. Sokolina F.M. Zavisimost' pronikajushhej sposobnosti miracidija *F. hepatica* ot jenergeticheskix zapasov // Materialy 1 sezda parazitologov. - Kiev: Naukova dumka, 1978..-S. 148-149.

Смирнов П.Н.¹, Батенёва Н.В.², Князев С.П.³, Хрипко Ю.И.⁴, Скачков А.С.⁴

¹Доктор ветеринарных наук, ²кандидат биологических наук, ³кандидат биологических наук, ⁴аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет

МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ НУКЛЕОТИДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ BLV

Аннотация

На протяжении многих лет изучение BLV является актуальной проблемой. Так как до настоящего времени не выявлены многие биологические особенности течения вируса. Мы проанализировали последовательности LTR-области 11 изолятов BLV, в том числе циркулирующих на поголовье скота на территории Российской Федерации. Подобрали наиболее специфичные и чувствительные праймеры, фланкирующие наиболее вариабельный участок LTR-области.

Ключевые слова: вирус лейкемии крупного рогатого скота, генотипирование, ПДРФ-анализ, LTR-область, болезни животных, вирусы, биотехнология животных

Smirnov P.N.¹, Bateneva N.V.², Knyazev S.P.³, Khripko Yo.I.⁴, Skachkov A.S.⁴

¹PhD in Veterinary Medicine and Science, ^{2,3}PhD in Biology, ⁴postgraduate student, Novosibirsk state agrarian University

METHOD FOR THE STUDY OF NUCLEOTIDE SEQUENCES BLV

Abstract

For many years the study of BLV is an actual problem. So far not revealed many of the biological characteristics of the flow of the virus. We analyzed sequences of LTR-region 11 of BLV isolates, including circulating in livestock population on the territory of the Russian Federation. Picked up the most specific and sensitive primers flanking the most variable plot LTR-region.

Keywords: bovine leukemia virus, genotyping, RFLP analysis, LTR-region, animal diseases, viruses, animal biotechnology

С каждым годом появляется все больше публикаций, посвящённых проблеме борьбы с лейкозом крупного рогатого скота. Некоторые авторы изучают эпизоотические особенности вируса, другие структурные. Однако проблема до настоящего времени остаётся более чем актуальной во всем мире [1-19].

Часто в оздоровленных ранее хозяйствах, племенных комплексах появляются новые вспышки инфекции. Данный факт интересует учёных во всем мире. Некоторые из них высказывают гипотезу о том, что вирус BLV находится в организме во временном «резервуаре», которым являются клетки крови, за исключением лимфоцитов [3-5, 9-11, 19]. Другие авторы утверждают, что на реализацию лейкозогенных потенций (тип течения) оказывают влияние структурные изменения BLV [1, 2, 4, 8, 14, 16-18]. Так, при совместных исследованиях группы ученых (Италии, Польши, Аргентины) были получены результаты, ученые сообщили, что на агрессивность вируса и тип течения инфекции оказывают влияние нуклеотидные замены в геноме вируса, которые находятся в CRE-области (являются транскрипционными активаторами GACGTCA, TGACG, GCA, TGACCTCA). Именно эти замены являются идентичными для BLV и HTLV провирусов и приводят к изменению поведения вируса, за исключением «TGACCTCA» замены в последовательности «TGACGTCA». Замена вышеуказанного нуклеотида в последовательности, на соответствующий в последовательности HTLV препятствует репликации вируса в естественных условиях [3, 15].

В трудах ряда учёных опубликованы последовательности олигонуклеотидных праймеров фланкирующих более обширный участок провируса BLV [6, 7, 12, 13] однако захватывающие, дополнительно ещё более 500 bp, что в итоге приводит к невосприимчивости праймеров (снижению чувствительности) к некоторым субтипам провируса, в связи с чем возникла необходимость в конструировании более чувствительных праймеров.

Объектом исследования являлся крупный рогатый скот краснодарского края, Динского района. Материалом послужили пробы крови. Забор крови осуществляли при помощи стерильных вакуумных пробирок. В дальнейшем из крови выделяли ДНК, с использованием наборов AmpliSens согласно инструкции к наборам. Полимеразную цепную реакцию ставили в 25 мкл реакционной смеси: буфер (x10)- 5 мкл, смесь dNTP – 1 мкл, Pr1 – 1,5 мкл, Pr2 – 1,5 мкл, ДНК – 1 мкл, Taq-полимераза – 0,5 мкл, SG – 0,5 мкл., TE-буфер до 25 мкл.

Результаты исследований

Мы проанализировали наиболее вариабельные участки типов и некоторых субтипов BLV, исключили их из областей фланкируемых праймерами. При помощи программы oligo (NBCI), подобрали последовательность праймеров 5' CAGAATTGGTTGCTAGCGGG 3'; 5'- CCA GAA GCG TTC TCC TCC TG -3', адаптировали по температурно-временным параметрам (рис. 1).

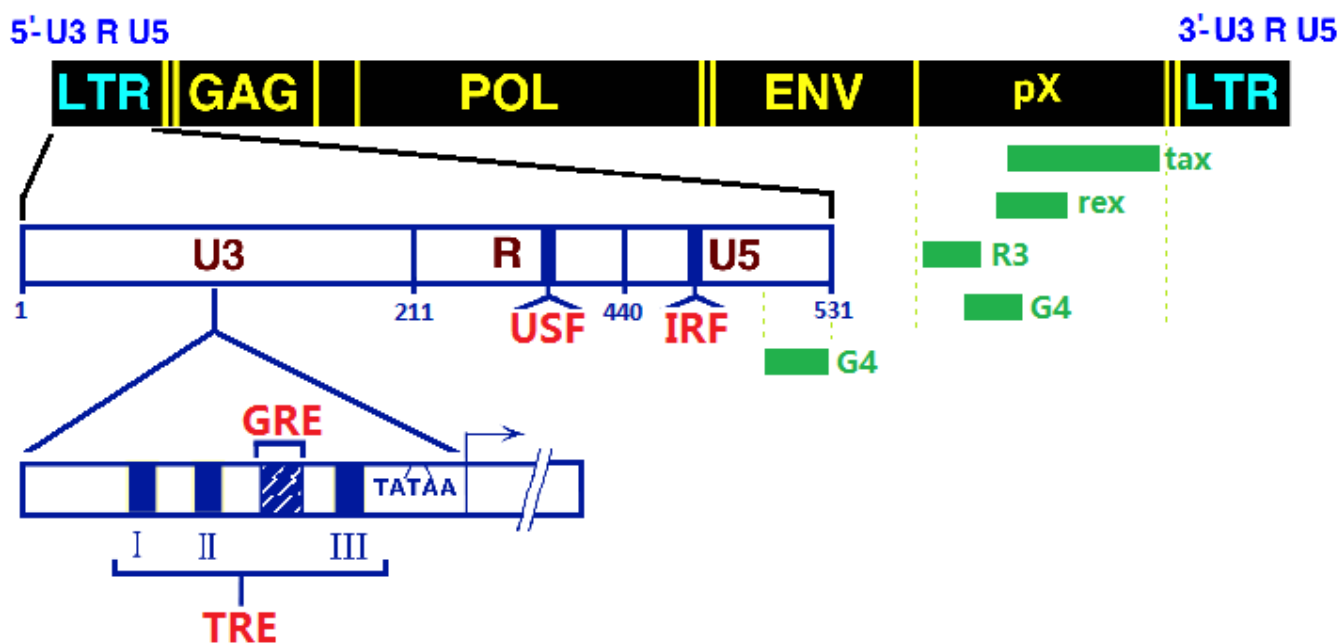


Рис. 1 – Схема участка провируса BLV фланкируемого олигонуклеотидными праймерами.

Поставили 3 реакции PCR с использованием красителя SuberGreen. После получения данных определили температуру плавления праймеров, которая составила 61 °C. Поставили контрольную реакцию с использованием профиля с рассчитанной температурой (рис 2).

Температурный профиль: 2 min – 95 °C; (30 s – 95 °C; 30 s – 61 °C; 30 s – 72 °C) – 40 циклов; 3 min – 72 °C.

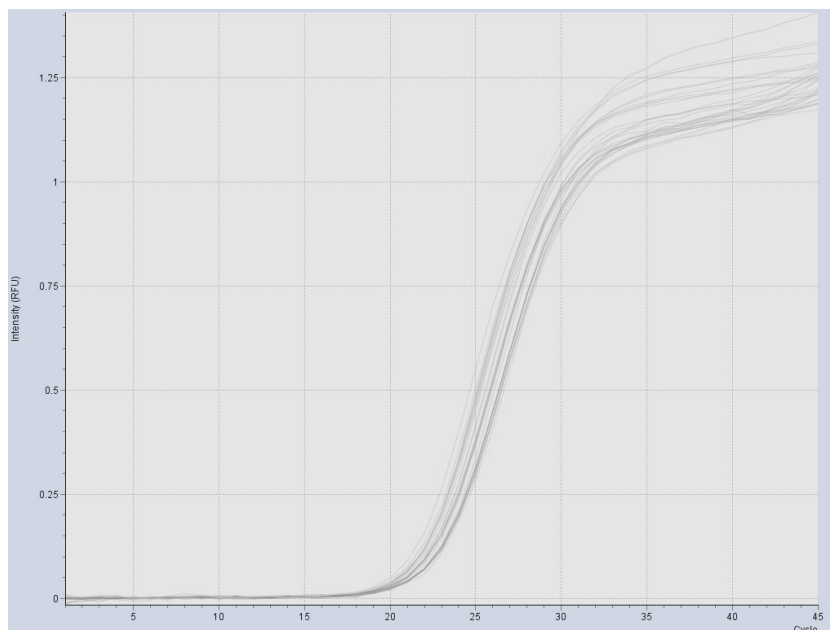


Рис. 2 – График накопления копий провируса BLV с использованием праймеров, фланкирующих LTR-область (329 пн).

Далее опытным путём подбирали оптимальное соотношение концентрации праймеров к концентрации ДНК. Для этого поставили реакцию на четырех образцах в двух повторах с начальной концентрацией ДНК 50 нм, далее титровали в 10 раз. Визуально оценили, графики выхода продуктов амплификации. Поставили контрольную реакцию с рассчитанной температурой плавления и соотношением праймера к ДНК.

Данные олигонуклеотидные праймеры можно использовать как для диагностики BLV, так и с целью получения участков провируса для дальнейшего изучения структурных особенностей методами ПДРФ анализа или секвенирования. Использование короткого участка провирусного генома является экономически более целесообразным методом изучения структурных особенностей BLV разных изолятов.

Литература

1. Garcia-Etxebarria K., Jugo B.M. Evolutionary history of bovine endogenous retroviruses in the bovidae family BMC // Evolutionary Biology. 2013. T. 13. № 1. C. 256.
2. Ghysdael J, Bruck C, Kettmann R, Burny A (1984) Bovine Leukemia virus. Curr Top Microbiol Immunol 112: 1–19. doi: 10.1007/978-3-642-69677-0_1
3. Gillet N, Florins A, Boxus M, Burteau C, Nigro A, et al. (2008) Mechanism of leukomogenesis induced by bovine leukemia virus: prospect for novel anti-retroviral therapies in human. Retrovirology 4: 18. doi: 10.1186/1742-4690-4-18
4. Gutierrez G, Carignano H, Alvarez I, Martinez C, Porta N, Politzki R, Gammella M, Lomonaco M, Fondevila N, Poli M, Trono K: Bovine leukemia virus p24 antibodies reflect blood proviral load. BMC Vet Res 2012, 8:187.
5. Jimba M, Takeshima SN, Murakami H, Kohara J, Kobayashi N, Matsuhashi T, Ohmori T, Nunoya T, Aida Y: BLV-CoCoMo-qPCR: a useful tool for evaluating bovine leukemia virus infection status. BMC Vet Res 2012, 8:167.
6. Kamoi, K., Yamamoto, K., Misawa, A., Miyake, A., Ishida, T., Tanaka, Y., Mochizuki, M., and Watanabe, T. (2006). SUV39H1 interacts with HTLV-1 Tax and abrogates Tax transactivation of HTLV-1 LTR. Retrovirology 13, 3-5.
7. King AMQ, Adams J, Carstens EB, Lefkowitz EJ (2012) Virus Taxonomy: classification and nomenclature of viruses: Ninth Report of the ICTV. Amsterdam: Elsevier/Academic Press. 1344 p.
8. Mansky LM, Temin HM (1994) Lower mutation rate of bovine leukemia virus relative to that of spleen necrosis virus. J Virol 68: 494–499.
9. Meas S., Usui T., Ohashi K et al. Vertical transmission of bovine leukemia virus and bovine immunodeficiency virus in dairy cattle herds / Meas S., Usui T., Ohashi K., Sugimoto C., Onuma M. // Veterinary Microbiology . 2002. T. 84. № 3. C. 275-282.
10. Quantifying lymphocyte kinetics in vivo using carboxyfluorescein diacetate succinimidyl ester (CFSE) / Asquith B., Mosley A., Debaq C., Florins A., Gillet N., Sanchez-Alcaraz T., Willems L. // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 2006. T. 273. № 1590. C. 1165-1171.
11. Rates of CTL killing in persistent viral infection in vivo / Elemans M., Asquith B., Florins A., Willems L. // PLoS Computational Biology. 2014. T. 10. № 4. C. e1003534.
12. Rodríguez S.M. Preventive and therapeutic strategies for BLV: lessons for HTLV / Rodríguez S.M., Gillet N., Boulanger F., Willems L., Florins A., de Brogniez A., Sánchez-Alcaraz M.T., Boxus M., Gutiérrez G., Trono K., Alvarez I., Vagnoni L. // Viruses. 2011. T. 3. № 7. C. 1210-1248.
13. Rice NR, Simek SL, Dubois GC, Showalter SD, Gilden RV, Stephens RM: Expression of the bovine leukemia virus X region in virusinfected cells. J Virol 1987, 61:1577-1585.
14. The molecular characterization of bovine leukemia virus isolates from eastern europe and siberia and its impact on phylogeny / Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Kuźmak J., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A., Vinogradova I., Choudhury B. // PLoS ONE. 2013. T. 8. № 3. C. e58705.
15. Zhao X, McGirr KM, Buehring GC (2007) Evolutionary influences on overlapping reading frames in the bovine leukemia virus pXBL region. Genomics 89: 502–511. doi: 10.1016/j.ygeno.2006.12.007

16. Батенёва Н.В., Смирнов П.Н., Михнович И.В. Изучение распространения условных генотипов вируса лейкоза крупного рогатого скота // Сельскохозяйственная биология. 2012, № 4, С.69-72
17. Дробот Е.В. Результаты изучения генотипического разнообразия вируса лейкоза крупного рогатого скота и особенности эпизоотологического и гематологического проявления. Автореф. канд. дис. Новосибирск, 2007.
18. Петропавловский М.В. Региональная молекулярно-генетическая структура вируса лейкоза крупного рогатого скота / Петропавловский М.В., Донник И.М. //Ветеринария Кубани. 2010. № 3. С. 12-13
19. Смирнов П.Н. Болезнь века -лейкоз крупного рогатого скота.-Новосибирск, 2007.

References

1. Garcia-Etxebarria K., Jugo B.M. Evolutionary history of bovine endogenous retroviruses in the bovidae family BMC //Evolutionary Biology. 2013. T. 13. № 1. C. 256.
2. Ghysdael J, Bruck C, Kettmann R, Burny A (1984) Bovine Leukemia virus. Curr Top Microbiol Immunol 112: 1–19. doi: 10.1007/978-3-642-69677-0_1
3. Gillet N, Florins A, Boxus M, Burtéau C, Nigro A, et al. (2008) Mechanism of leukomogenesis induced by bovine leukemia virus: prospect for novel anti-retroviral therapies in human. Retrovirology 4: 18. doi: 10.1186/1742-4690-4-18
4. Gutierrez G, Carignano H, Alvarez I, Martinez C, Porta N, Politzki R, Gammella M, Lomonaco M, Fondevila N, Poli M, Trono K: Bovine leukemia virus p24 antibodies reflect blood proviral load. BMC Vet Res 2012, 8:187.
5. Jimba M, Takeshima SN, Murakami H, Kohara J, Kobayashi N, Matsuhashi T, Ohmori T, Nunoya T, Aida Y: BLV-CoCoMo-qPCR: a useful tool for evaluating bovine leukemia virus infection status. BMC Vet Res 2012, 8:167.
6. Kamoi, K., Yamamoto, K., Misawa, A., Miyake, A., Ishida, T., Tanaka, Y., Mochizuki, M., and Watanabe, T. (2006). SUV39H1 interacts with HTLV-1 Tax and abrogates Tax transactivation of HTLV-1 LTR. Retrovirology 13, 3-5.
7. King AMQ, Adams J, Carstens EB, Lefkowitz EJ (2012) Virus Taxonomy: classification and nomenclature of viruses: Ninth Report of the ICTV. Amsterdam: Elsevier/Academic Press. 1344 p.
8. Mansky LM, Temin HM (1994) Lower mutation rate of bovine leukemia virus relative to that of spleen necrosis virus. J Virol 68: 494–499.
9. Meas S., Usui T., Ohashi K et al. Vertical transmission of bovine leukemia virus and bovine immunodeficiency virus in dairy cattle herds / Meas S., Usui T., Ohashi K., Sugimoto C., Onuma M. // Veterinary Microbiology . 2002. T. 84. № 3. C. 275-282.
10. Quantifying lymphocyte kinetics in vivo using carboxyfluorescein diacetate succinimidyl ester (CFSE) / Asquith B., Mosley A., Debacq C., Florins A., Gillet N., Sanchez-Alcaraz T., Willems L. // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 2006. T. 273.№ 1590. C. 1165-1171.
11. Rates of CTL killing in persistent viral infection in vivo / Elemans M., Asquith B., Florins A., Willems L. // PLoS Computational Biology. 2014. T. 10. № 4. C. e1003534.
12. Rodríguez S.M. Preventive and therapeutic strategies for BLV: lessons for HTLV / Rodríguez S.M., Gillet N., Boulanger F., Willems L., Florins A., de Brogniez A., Sánchez-Alcaraz M.T., Boxus M., Gutiérrez G., Trono K., Alvarez I., Vagnoni L. // Viruses. 2011. T. 3. № 7. C. 1210-1248.
13. Rice NR, Simek SL, Dubois GC, Showalter SD, Gilden RV, Stephens RM: Expression of the bovine leukemia virus X region in virusinfected cells. J Virol 1987, 61:1577-1585.
14. The molekular characterization of bovine leukemia virus isolates from eastern europe and siberia and its impact on phulogeny / Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Kuźmak J., Donn timer I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A., Vinogradova I., Choudhury B. // PLoS ONE. 2013. T. 8. № 3. C. e58705.
15. Zhao X, McGirr KM, Buehring GC (2007) Evolutionary influences on overlapping reading frames in the bovine leukemia virus pXBL region. Genomics 89: 502–511. doi: 10.1016/j.ygeno.2006.12.007
16. Bateneva N. V., Smirnov P. N., Michnovicz I. V. study of the conditional distribution of genotypes of the virus leukemia cattle / Agricultural biology. 2012, No. 4, Pp. 69-7
17. Drobot, E. V. The results of the study of genotypic diversity of leukemia virus of cattle and epizootological features and hematologic manifestations. Author. Cand. dis. Novosibirsk, 2007.
18. Peteropavlovskiy M. V. Regional molecular genetic structure of the virus leukemia cattle / Peteropavlovskiy M. V., Donn timer I. M. // veterinary Kuban. 2010. No. 3. S. 12-13
19. Smirnov P. N. The disease of the century-the bovine leukemia.-Novosibirsk, 2007.

Чекарова И.А.¹, Тихонова Г.А.²¹Доктор ветеринарных наук,

ФГБНУ НИИ ветеринарии Восточной Сибири, Забайкальский аграрный институт, Чита

²аспирант, Забайкальский аграрный институт, Чита**КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОРОЖДЕННЫХ БАРАНЧИКОВ
ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ****Аннотация**

С использованием методов мацерации, вываривания, краниометрии и вариационной статистики дана краниометрическая характеристика и описаны анатомические особенности черепа новорожденных баранчиков забайкальской тонкорунной породы. Полученные результаты послужат отправной точкой для дальнейшего изучения индивидуальных особенностей и вариантов строения черепа овец в пределах постнатального онтогенеза.

Ключевые слова: забайкальская тонкорунная порода, баранчики, краниометрические показатели, череп.

Chekarova I.A.¹, Tichonova G.A.²¹PhD in Veterinary Medicine and Science, Federal State Budget Scientific Institution research institute of Veterinary Sciences of Eastern Siberia, Zabaikal agrarian institute, Chita, ²PhD student, Zabaikal agrarian institute, Chita**CRANIOMETRIC CHARACTERISTICS OF NEWBORN RAMS OF ZABAICALSKAYA
FINE-FLEECE BREE****Abstract**

Craniological analysis of new born mail skulls of Zabaikalskaya fine-fleeced sheep has been conducted, 27 craniological measurements have been made characterizing both the basic skull shapes and proportions (length, height, width) and shapes and proportions of the various skull parts (facial and cerebral).

The results are discussed as regards their importance for comparative age-specific anatomy with others breeds and better understanding of the adaptational physiology of the of Zabaikalskaya fine-fleeced sheep to its environment. The results will serve as a starting point for further study of specific features and options for the structure of the skull of sheep within the postnatal ontogenesis.

Keywords: Zabaikalskaya fine-fleeced sheep, skull craniological measurements, newborn, ram.

Голова играет ведущую роль в восприятии окружающего мира и первичной обработке пищи, она вмещает головной мозг, основные органы чувств и передний отдел дыхательных путей. Выполняемые функции определяют основные характеристики черепа как органа защиты и опоры мягких тканей головы.

Череп представляет собой один из наиболее богатых и надежных источников информации для реконструкции функциональных, экологических и филогенетических отношений позвоночных [3]. Изучению краниометрических особенностей черепа овец посвящен ряд работ [2,4,7,8], характеризующих, главным образом, черепа взрослых животных разных пород.

Забайкальская тонкорунная порода овец, хорошо сочетающая крепкую конституцию, высокую шерстную и мясную продуктивность с выносливостью и хорошей приспособленностью к суровым условиям Забайкалья при круглогодичном пастбищном содержании, утверждена в 1956 году. Между тем, до настоящего момента в литературе отсутствуют сведения, касающиеся краниометрических показателей данной породы, как в половом, так и возрастном аспектах. Особый интерес представляет череп новорожденных животных, который, благодаря высокой лабильности, легко изменяется под воздействием различных факторов.

Цель исследования: описать анатомические особенности скелета головы и дать краниометрическую характеристику новорожденных баранчиков забайкальской тонкорунной породы.

Материалы и методы. Материалом для исследований служили черепа новорожденных баранчиков забайкальской тонкорунной породы (n=3), разводимых в Учебно-опытном хозяйстве Забайкальского аграрного института (Читинский район) в период с 2013 по 2014 гг. Черепа животных вываривались, очищались от мягких тканей. Электронным штангенциркулем с точностью до 0,01 мм проводили измерение 27 показателей [2,3,5]. Числовой материал обрабатывали методом вариационной статистики. Также определяли относительный показатель (базальный индекс), представляющий собой результат деления определенных промеров на базальную длину черепа, характеризующий размер объекта.

Результаты исследований. Череп новорожденных баранчиков небольшой, его базальная длина (табл.1) составляет 102,6±3,21 (lim 96 ÷ 106 мм). Морда узкая и короткая; длина практически равна половине длины черепа, в процентном отношении к базальной длине черепа лицевая часть составляет 67%. Носовая кость короткая (lim 30 ÷ 34 мм), клиновидная, длина не превышает 31% базальной длины. Лобно-носовой профиль представлен слабоогнутой линией, с едва заметным вдавлением в области основания носовых костей. Мозговая камера длинная и широкая, имеет плавные округлые очертания сферической формы. Длина мозговой части равна 47,2±0,55 (lim 46 ÷ 48 мм), базальный индекс – 46%. Ширина мозговой коробки составляет 54,3±1,51 (lim 52 ÷ 57 мм) базальный индекс равен 53%. Высота мозговой коробки: 46,8±0,87 (lim 45÷49 мм), что составляет 46% относительно базальной длины черепа. Орбитальные отростки развиты относительно сильно, с дорсальной поверхности черепа на их площадь приходится больше трети всей его поверхности. Скуловая ширина у новорожденных баранчиков – 60,3±1,00 мм (lim 59÷ 62), индекс составляет 59%. Теменные кости выпуклые. Поперечный гребень затылочной кости не выражен, едва заметен. Высота черепа невелика и уступает скуловой ширине, 50,4±0,82 (lim 49 ÷ 52 мм). Глазницы крупные, диаметр занимает 22 – 24% базальной длины, вертикальный поперечник орбиты составляет 22,3± 0,17 (lim 22÷23 мм), горизонтальный поперечник орбиты составляет 24,8±0,09 (lim 24÷25 мм). Лицевые бугры сглажены. Все швы черепа отчетливо видны. Венечный отросток развит относительно слабо и имеет узкое основание.

Таблица 1 – Абсолютные и относительные краниометрические показатели новорожденных баранчиков забайкальской тонкорунной породы (n=3)

№ п/п	Наименование показателя	M±m, мм	Коэффициент вариации (CV), %	Базальный индекс, %
Череп				
1	Базальная длина	102,6±3,21	5,42	100
2	Мастоидная ширина	40,2±0,91	3,94	39,2
3	Длина слухового барабана	18,6±1,43	13,28	18,1
4	Наибольшая ширина лба (по задним краям орбит)	65,5±1,80	4,73	63,8
5	Наименьшая ширина лба (по заглазничному сужению)	48,6±1,85	6,61	47,3
6	Расстояние между мыщелками	31,6±0,78	4,26	30,8
7	Расстояние между слуховыми барабанами	39,9±1,32	5,72	38,9
Мозговая часть черепа				
8	Высота затылочной кости	22,1±0,65	5,08	21,5
9	Высота мозговой коробки	46,8±0,87	3,21	45,6
10	Высота черепа в области глазниц	50,4±0,82	2,82	49,1
11	Длина мозговой камеры	47,2±0,55	2,01	46,0
12	Ширина мозговой коробки	54,3±1,51	4,83	52,9
Лицевая часть черепа				
13	Высота роострума на уровне 2 премоляра	38,3±0,34	1,55	37,3
14	Высота скуловой дуги	7,5±0,18	4,18	7,3
15	Длина верхнего зубного ряда	37,7±0,12	0,57	36,8
16	Длина диастемы	27,2±1,46	9,29	26,5
17	Длина лицевой части	68,9±3,03	7,63	67,1
18	Длина носовых костей	31,9±1,40	7,60	31,0
19	Длина роострума - расстояние до подглазничного отверстия	33,2±1,17	6,12	32,3
20	Ширина роострума на уровне первого премоляра	43,3±0,75	2,98	42,2
Нижняя челюсть				
21	Высота нижней челюсти в венечном отростке	41,4±1,92	8,05	40,3
22	Высота нижней челюсти на уровне 1-го моляра	18,7±0,53	4,89	18,2
23	Высота нижней челюсти в области диастемы	9,7±0,28	4,98	9,5
24	Длина нижнего зубного ряда	46,1±1,05	3,96	44,9
25	Длина нижней челюсти	89,8±0,09	0,18	87,5
Глазница				
26	Вертикальный поперечник орбиты	22,3± 0,17	1,35	21,7
27	Горизонтальный поперечник орбиты	24,8±0,09	0,62	24,2

Полученные результаты послужат отправной точкой для дальнейшего изучения индивидуальных особенностей и вариантов строения черепа овец забайкальской тонкорунной породы, разводимой в условиях Читинского района Забайкальского края в пределах постнатального онтогенеза.

Литература

1. Клевезаль, Г.А. Принципы и методы определения возраста млекопитающих [Текст] / Г.А. Клевезаль. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2007. – 283 с.
2. Кушхов Х.Т. К морфологическому анализу изменчивости черепа овец и свиней [Текст]: тез. докл. н-практ. конф. / Х.Т. Кушхов. – Нальчик: КБАМИ НТО КБАССР, 1989.
3. Лискун, Е.Ф. Избранные труды [Текст]: т. 4 / Е.Ф. Лискун. – М., 1961. – 534 с.
4. Немцев, А.С. Зубр на Кавказе [Текст] / А.С. Немцев, Г.С. Раутиан, А.Ю. Пузаченко, Т.П. Сипко, Б.А. Калабушкин, И.В. Мироненко. – Москва – Майкоп: «Качество», 2003. – 292 с.: ил.
5. Туганов, М.Н. Челюстной аппарат домашних овец карачаевской и северокавказской пород в постнатальном онтогенезе [Текст] / М.Н. Туганов. – Нальчик, 2000. – 158 с.: ил.
6. Цалкин, В.И. Горные бараны Европы и Азии [Текст] / В.И. Цалкин. – М.: Изд-во Моск. общества испытателей природы, 1951. – 350 с.: ил.

7. Karimi I. The cranial morphometric and morphologic characteristics of Mehraban sheep in western Iran / I. Karimi, V. Onar, G. Pazvant, M.M. Hadipour and Y. Mazaheri // Global Veterinaria. – 2011. – V.6. - №2. – pp.111-117.
8. Karimi I. The lower jawbone of Mehraban sheep: a descriptive morphometric approach / I. Karimi, M.M. Hadipour, P. Nikbakht, S. Motamedi // World's Veterinary J. – 2012. – V.2. - №4. – pp.57-60.

References

1. Klevezal', G.A. Principy i metody opredeleniya vozrasta mlekopitajushhih [Tekst] / G.A. Klevezal'. – M.: T-vo nauch. izdanij KMK, 2007. – 283 s.
2. Kushhov H.T. K morfologicheskomu analizu izmenchivosti cherepa ovec i svinej [Tekst]: tez. dokl. n-prakt. konf. / H.T. Kushhov. – Nal'chik: KBAMI NTO KBASSR, 1989.
3. Liskun, E.F. Izbrannye trudy [Tekst]: t. 4 / E.F. Liskun. – M., 1961. – 534 s.
4. Nemcev, A.S. Zubr na Kavkaze [Tekst] / A.S. Nemcev, G.S. Rautian, A.Ju. Puzachenko, T.P. Sipko, B.A. Kalabushkin, I.V. Mironenko. – Moskva – Majkop: «Kachestvo», 2003. – 292 s.: il.
5. Tuganov, M.N. Cheljustnoj apparat domashnih ovec karachaevskej i severokavkazskoj porod v postnatal'nom ontogeneze [Tekst] / M.N. Tuganov. – Nal'chik, 2000. – 158 s.: il.
6. Calkin, V.I. Gornye barany Evropy i Azii [Tekst] / V.I. Calkin. – M.: Izd-vo Mosk. obshhestva ispytatelej prirody, 1951. – 350 s.: il.
7. Karimi I. The cranial morphometric and morphologic characteristics of Mehraban sheep in western Iran / I. Karimi, V. Onar, G. Pazvant, M.M. Hadipour and Y. Mazaheri // Global Veterinaria. – 2011. – V.6. - №2. – pp.111-117.
8. Karimi I. The lower jawbone of Mehraban sheep: a descriptive morphometric approach / I. Karimi, M.M. Hadipour, P. Nikbakht, S. Motamedi // World's Veterinary J. – 2012. – V.2. - №4. – pp.57-60.

Черных В.Г.

Доктор ветеринарных наук,
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири»,
**МОРФОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАЦЕНТЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Аннотация

В работе приводятся сравнительные данные морфохимических изменений плацент овец, коз, ячих, коров, лошадей в зависимости от их физиологического состояния. Оценка морфофункциональной картины половой системы сельскохозяйственных животных в различные периоды деятельности позволит решать сложные проблемы размножения, с выяснением актуальных вопросов оплодотворения и внутриутробного развития плода.

Ключевые слова: плацента, РНК, сialogликопротеины, glanduloциты.

Chernykh V.G.

PhD in Veterinary Medicine and Science, Federal State Budget Scientific Institution research institute of Veterinary Sciences of Eastern Siberia, Chita

MORPHOCHEMICAL FEATURE OF PLACENTA IN FARM ANIMALS

Abstract

The paper presents comparative data morphochemical changes in placentas of sheep, goats, yaks, cows, horses, depending on their physiological state. Evaluation of morphological and functional picture of the reproductive system of farm animals in different periods of activity will allow to solve the complex problems of reproduction, with the explanation of current issues of fertilization and fetal development.

Keywords: placenta, RNA, sialoglycoproteins, glandular cell

Плацента – уникальное сложное морфо-функциональное образование, обеспечивающие гомеостаз внутренней среды матери и плода, основанного на принципах адаптационного отношения живых систем.

В изучении разных типов плацент остается еще много неясных вопросов, особенно по локализации и динамике ее гистохимических изменений.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований плаценты овец (И.А.Фетисов), коз (М.И. Джоробеков), коров (Г.А. Игумнов), ячих (Б.П. Савельев), лошадей (В.Г.Черных).

Материалом служили эндометрий плацентом и межкарункуляльных участков у небеременных животных на разных стадиях беременности, у лошадей дополнительно изучали эндометральные образования матки в период их появления, расцвета и отторжения. Общепринятыми гистохимическими методами выявляли углеводы (гликоген, нейтральный, сульфатированные и сиаловые гликопротеины, сульфатированные протеоглики, гиалуронаты), РНК.

Обнаружено, что у всех небеременных животных эндометрий покрыт простым кубическим эпителием. В фолликулиновую фазу покровный эпителий эндометрия кобыл становится простым столбчатым. В цитоплазме его клеток у коров, ячих, лошадей обнаруживается в больших количествах гликоген, особенно много его накапливается к эструсу, у коз подобные изменения менее выражены, а у овец гликоген в стадии уравнивания не выявляется. Наряду с гликогеном в покровном эпителии матки всех исследованных животных обнаруживаются нейтральные, сульфатированные гликопротеины.

Результаты наших исследований (В.Г.Черных, 1998) по содержанию сialogликопротеинов в покровном и железистом эпителии не согласуются с данными Г.А.Игумнова (1967) у коров, Б.П. Савельева (1969) у ячих, М.И.Джоробекова (1975) у коз, Р.З.Сиразиева (2004) у свиней указывающих на отсутствие сialogликопротеинов в покровном эпителии матки.

На ранних стадиях жеребости эндометрий образуют невысокие выпячивания (септы) покрытые простым кубическим эпителием. На вентральной стенке слизистой оболочки матки обнаруживается возвышение, напоминающее форму «чаш» овальной формы (Antczak D.F. et al., 2013). У ранее изучаемых животных: верблюдиц, овец, коз, коров, яхих, свиноматок (Гороховский Н.Л., 1969; Фетисов И.А., 1970; Игумнов Г.А., 1971; Савельев Б.П., 1970; Сиразиев Р.З. и др., 2004) подобных образований в половой системе не обнаружено, что является видовой эволюционно-морфологической особенностью половой системы лошади.

В собственной пластинке эндометриальных чаш находятся маточные железы, окруженные хорионическими клетками с одним, двумя, реже тремя ядрами. Данные образования отграничены от окружающих тканей скоплением лейкоцитов, среди которых обнаруживается большое количество плазмочитов. С увеличением сроков жеребости клетки лейкоцитарного вала размножаются, единичные из них внедряются в цитоплазму хорионических клеток, последние к 4-му месяцу вакуолизируются.

Высоким содержанием РНК выделяются хорионические клетки, glanduloциты и, особенно, плазмочиты. Хорионические клетки содержат все компоненты, составляющие гонадотропин, за исключением сиалогликопротеинов. Однако маточные железы, находящиеся в зоне эндометриальных чаш, продуцируют и выделяют их на поверхность и в окружающую соединительную ткань.

В складках слизистой и в устьях маточных желез у жвачных животных поверхностный эпителий межкарункулярных участков дегенирирует. Эпителий восстанавливается у коз и овец к концу 3-го месяца, а у коров и яхих на 4-м месяце беременности. В эпителиоцитах матки овец гликоген не обнаружен, а у коз и яхих он сохраняется до конца беременности. РНК, нейтральные гликопротеины обнаруживаются у всех животных, а сульфатированные гликопротеины с нарастанием срока плодоношения имеют тенденцию к увеличению у коз и овец. На втором месяце беременности происходит плацентация путем встречного разраста слизистой карункулов, у лошадей эндометрий образует множество выпячиваний (септы), они слабо ветвятся, образуя крипты. На встречу разрасту слизистой оболочки матки направляются ворсинки хориона, которые ветвясь, входят в крипты. Ворсинки хориона покрыты простым кубическим эпителием, среди клеток которого обнаруживаются отдельные одно-, реже двуядерные клетки у лошадей, а у коз встречаются шести ядерные клетки. Крипты карункулов коров и яхих на протяжении всей беременности выстланы простым кубическим эпителием, на отдельных участках к концу беременности теряют эпителий.

В эпителии крипт и хориона обнаруживаются нейтральные гликопротеины, в гигантских клетках содержатся сульфатированные гликопротеины. Гликоген в гигантских клетках выявляется только у овец.

В строме карункулов обнаруживаются нейтральные гликопротеины, а у коз, кроме того, гликоген, количество которого с углублением срока беременности увеличивается. У лошадей в цитоплазме клеток хориона обнаруживается малое количество гликогена, несколько больше РНК, нейтральных и сульфатированных гликопротеинов, в хориальной пластине и строме ворсинок хориона содержатся сульфатированные протеогликаны и гиалуронаты.

На основании полученных результатов с учетом данных литературы можно прийти к заключению, что плацентой следует считать не только участки плацентом, а всю поверхность матки, имеющие контакт с хорионом, способствующим гистотрофному питанию плода, в процессе увеличения срока беременности плацента закономерно меняется.

В первые месяцы беременности, когда еще плацентация не наступила, покровный эпителий межкарункулярных участков эндометрия у коров, овец, яхих и коз разрушается – входит в состав «маточного молочка», необходимого для питания зародыша.

Несколько другая ситуация наблюдается в эндометрии лошадей с образованием дополнительных маточных структур – эндометриальных чаш. Последние, по нашим исследованиям В.Г.Черных (2004) содержат значительное количество углеводно-белковых компонентов, которые формируются в маточных железах и их секрет поступает на поверхность слизистой оболочки матки, что в свою очередь обеспечивает гистотрофное питание плода. Процесс формирования плаценты у сельскохозяйственных животных происходит путем разраста слизистой оболочки матки навстречу хориону.

Плацентация у коров, яхих, коз, овец происходит в области карункулов путем разрастания их стромы навстречу ворсинкам хориона. Взаимоотношение тканей матки и хориона в области плацентом у коров и яхих следует считать эпителиохориальным; у овец и коз – десмо-хориальным. У кобыл на ранних стадиях жеребости эндометрий образует выпячивания (септы). С нарастанием срока жеребости септы ветвясь, образуют крипты, в которых входят ворсинки хориона, формируется эпителиохориальная плацента. В дальнейшем формируется развитая, обширная плацентарная связь.

Уровень содержания углеводов и РНК подвергается значительным колебаниям в связи с изменением физиологического состояния организма и у разных видов животных в количественном и качественном составе не одинаков.

Литература

1. Гороховский Н.Л. Микроструктура плаценты овцы. // Тр. 7-го Всесоюз. съезда анатомов, гистологов, эмбриологов. – Тбилиси, 1969. – С. 726-727.
2. Джоробеков М.И. Гистоморфология и гистохимия полового тракта коз: Авт. дис. ... канд. вет. наук. – Фрунзе – Улан-Удэ, 1975. – 22с.
3. Игумнов Г.А. Гистохимические изменения углеводов полового тракта коров в половом цикле и при беременности. // Материалы 2-й конф. молодых ученых по генетике и разведению с.-х. животных. – Л., 1971. – Вып. 3. – С. 98-100.
4. Савельев Б.П. Гистохимия половой системы яхих. // Сб. работ Бурят. от-ния Всесоюзного о-ва анатомов, гистологов, эмбриологов. – 1969. – Вып. 1. – С. 157-163.

5. Сиразиев Р.З., Игумнов Г.А., Черных В.Г. Монография. Гистофизиология матки и плаценты свиней. // Улан-Удэ. – 2004. – С. 227
6. Фетисов И.А. Гистоморфология половой системы овец при различных физиологических состояниях. // Тys. руб. /Бурят. СХИ. – 1970. – Вып. 19. – С. 388-401.
7. Черных В.Г. Морфофункциональные показатели эндометрии кобыл // Актуальные проблемы развития АПК Монголии: Материалы международной Российско-Монгольской науч. практич. конф. /РАСХН, Сиб. отд-ние. ИЭВСИДВ. – Новосибирск. – 1998. 90с.
8. Antczak D.F., Amanda M. de Mestre, Sandra Wisher, W.R. Allen. Annu. Ref. Anim. Biosci. 2013. 1:419 – 442.

References

1. Gorohovskij N.L. Mikrostruktura placenty ovcy. // Tr. 7-go Vsesojuz. s#ezda anatomov, gistologov, jembriologov. – Tbilisi, 1969. – S. 726-727.
2. Dzhorobekov M.I. Gistomorfologija i gistohimija polovogo trakta koz: Avt. dis. ... kand. vet. nauk. – Frunze – Ulan-Udje, 1975. – 22s.
3. Igumnov G.A. Gistohimicheskie izmenenija uglevodov polovogo trakta korov v polovom cikle i pri beremennosti. // Materialy 2-j konf. molodyh uchenyh po genetike i razvedeniju s.-h. zhivotnyh. – L., 1971. – Vyp. 3. – S. 98-100.
4. Savel'ev B.P. Gistohimija polovoj sistemy jachih. // Sb. rabot Burjat. ot-nija Vsesojuznogo o-va anatomov, gistologov, jembriologov. – 1969. – Vyp. 1. – S. 157-163.
5. Siraziev R.Z., Igumnov G.A., Chernyh V.G. Monografija. Gistofiziologija matki i placenty svinej. // Ulan-Udje. – 2004. – S. 227
6. Fetisov I.A. Gistomorfologija polovoj sistemy ovec pri razlichnyh fiziologicheskikh sostojanijah. // Tys. rub. /Burjat. SHI. – 1970. – Vyp. 19. – S. 388-401.
7. Chernyh V.G. Morfofunkcional'nye pokazateli jendometrii kobyl // Aktual'nye problemy razvitija APK Mongolii: Materialy mezhdunarodnoj Rossijsko-Mongol'skoj nauch. praktich. konf. /RASHN, Sib. otd-nie. IJeVSiDV. – Novosibirsk. – 1998. 90s.
8. Antczak D.F., Amanda M. de Mestre, Sandra Wisher, W.R. Allen. Annu. Ref. Anim. Biosci. 2013. 1:419 – 442.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCE

Авдеенко А.П.

Доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Донской государственный аграрный университет

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье рассмотрены результаты исследований по влиянию современных стимуляторов роста на продуктивность ярового ячменя в условиях Ростовской области. Установлено влияние стимуляторов роста на накопление сухого вещества в растениях ярового ячменя на различных этапах органогенеза, определено влияние стимуляторов роста на элементы структуры и урожайность ярового ячменя. Подобраны наиболее эффективные стимуляторы роста. Результаты исследований рекомендуются для использования хозяйствами Ростовской области при выращивании ярового ячменя.

Ключевые слова: яровой ячмень, стимуляторы роста, урожайность.

Avdeenko A.P.

PhD in Agriculture, Associate professor, Don state agrarian university

INFLUENCE OF MODERN GROWTH FACTORS ON EFFICIENCY OF HORDEUM VULGARE IN THE CONDITIONS OF THE ROSTOV REGION

Abstract

In article results of researches on influence of modern growth factors on efficiency of hordeum vulgare in the conditions of the Rostov region are considered. Influence of growth factors on accumulation of solid in plants of hordeum vulgare at various stages of an organogenesis is established, influence of growth factors on elements of structure and productivity of hordeum vulgare is defined. The most effective growth factors are picked up. Results of researches are recommended for use by farms of the Rostov region at cultivation of hordeum vulgare.

Keywords: hordeum vulgare, growth factors, productivity.

Яровой ячмень играет большую роль в обеспечении продовольственной безопасности нашей страны, так как относится к культурам универсального использования.

По данным Федеральной службы государственной статистики посевные площади ярового ячменя в Российской Федерации с 2013 по 2014 гг. увеличились с 8,63 млн.га до 8,79 млн.га, при этом урожайность ярового ячменя повысилась с 18,1 ц/га до 21,8 ц/га. Доля во всех посевах составляет 11,2 %.

В Ростовской области посевные площади ярового ячменя, наоборот с 2013 по 2014 гг. уменьшились с 505,0 до 439,8 тыс. га, или на 12,9 %, однако при этом произошло увеличение величины урожайности данной культуры с 15,1 до 21,1 ц/га. Доля ярового ячменя во всех посевах в 2014 г. составила 10,1 %.

Таким образом, урожайность ярового ячменя в Ростовской области ниже, чем в среднем по Российской Федерации, в связи с этим возникла необходимость в разработке приёмов повышения продуктивности посевов ярового ячменя без ухудшения качества продукции [1, 2].

Одним из таких способов является обработка растений современными стимуляторами роста, позволяющих направить рост и развитие растений в необходимую сторону [3, 4].

Исследования по влиянию ростостимулирующих веществ на продуктивность основных сельскохозяйственных культур проводятся в Ростовской области и показывают значительный эффект в повышении урожайности культуры без снижения качества [5, 6, 7, 8].

Цель исследований – установить влияние стимуляторов роста на формирование урожайности и качество зерна ярового ячменя сорта Одесский 100. Для достижения этой цели решались следующие задачи: установить влияние стимуляторов роста на накопление сухого вещества в растениях ярового ячменя на различных этапах органогенеза, на структуру и урожайность ярового ячменя, дать биоэнергетическую оценку изучаемым стимуляторам роста.

Исследования проведены на опытном поле Донского государственного аграрного университета в 2013-2015 гг. с использованием следующих препаратов: Эпин, Циркон, Гуми-30, Новосил, Мивал-Агро и Рексолин.

Обработка посевов ярового ячменя (некорневое внесение) проводилась в следующие фазы - в начале колошения и в начале молочной спелости в следующих дозах: Эпин - 50 мг/га, Циркон - 20 мл/га, Гуми-30 - 60 г/га, Новосил - 30 мл/га, Мивал-Агро - 15 г/га, Рексолин - 100 г/га, площадь учётных делянок – по 15 м².

При анализе площади листовой поверхности посевов (таблица 1) растений ярового ячменя установлено, что изучаемые стимуляторы роста способствуют увеличению площади листьев ярового ячменя в фазу молочной спелости на 0,04 (Эпин) – 0,29 тыс. м²/га (Рексолин) по сравнению с вариантом без обработки препаратами.

С показателями площади листовой поверхности тесно связана абсолютно-сухая биомасса растений ячменя. Использование Эпина и Циркона способствует повышению массы по сравнению с контролем на 0,09 – 0,16 т/га, применение Гуми-30, Новосила, Мивал-агро и Рексолина повышает абсолютно-сухую массу посевов до 8,25 – 8,46 т/га.

К моменту восковой спелости наблюдается увеличение биомассы посева от обработки препаратами в фазу начала колошения до 8,35 – 9,51 т/га, или на 0,7 – 1,19 т/га по сравнению с молочной спелостью растений ярового ячменя, наибольшее увеличение абсолютно-сухой биомассы наблюдается на вариантах с обработкой посевов Новосилом и Мивал-Агро – 1,11 и 1,19 т/га соответственно.

Таблица 1 – Площадь фотосинтезирующей листовой поверхности и абсолютно сухая биомасса ярового ячменя в фазу молочной и восковой спелости при обработке посевов в начале колошения и начале молочной спелости

Вариант	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	Абсолютно-сухая биомасса, т/га			
		Молочная спелость		Восковая спелость	
		обработка посевов в начале колошения	обработка посевов в начале колошения	обработка посевов в начале колошения	обработка посевов в начале молочной спелости
Контроль	9,07	7,65	8,35	8,35	
Эпин	9,11	7,74	8,75	9,14	
Циркон	9,14	7,81	8,90	9,38	
Гуми-30	9,16	8,25	9,18	9,73	
Новосил	9,24	8,36	9,47	9,61	
Мивал-Агро	9,27	8,32	9,51	9,57	
Рексолин	9,36	8,46	9,43	9,53	

Наибольшие показатели биомассы посевов ярового ячменя отмечается в фазу восковой спелости при обработке в фазу молочной спелости: 8,35 – 9,73 т/га.

Структурно-морфологический анализ урожайности ярового ячменя по сноповому материалу показывает, что стимуляторы роста оказывают заметное влияние на все элементы структуры и величину биологической урожайности зерна ярового ячменя (таблица 2).

При анализе количества растений перед уборкой установлено, что обработка посевов ярового ячменя приводит к некоторому снижению количества растений, которое не существенно ($HCp_{05} = 16$ шт/м²). Перед уборкой на одном растении ярового ячменя было от 0,20 до 1,28 продуктивных колосьев, в каждом из которых от 18 до 19 зёрен.

Таблица 2 – Элементы структуры и урожайность ярового ячменя

Вариант	Показатель						Биологическая урожайность, т/га
	растения к уборке, шт./м ²	продуктивная кустистость	продуктивных стеблей шт./м ²	масса зерна колоса, г	зёрна в колосе, шт.	масса 1000 зёрен, г	
Контроль	372	1,20	446	0,56	18	31,1	2,50
Обработка посевов в начале колошения							
Эпин	359	1,26	453	0,60	18	33,5	2,73
Циркон	365	1,27	464	0,64	19	33,5	2,96
Гуми-30	370	1,27	471	0,64	19	33,9	3,03
Новосил	365	1,28	468	0,65	19	34,0	3,02
Мивал-Агро	368	1,28	472	0,67	19	35,2	3,15
Рексолин	361	1,27	459	0,62	18	34,5	2,85
Обработка посевов в начале колошения и молочной спелости							
Эпин	360	1,25	451	0,65	18	36,4	2,95
Циркон	361	1,26	455	0,69	19	36,6	3,16
Гуми-30	365	1,26	461	0,69	19	36,1	3,16
Новосил	366	1,25	458	0,71	19	37,4	3,26
Мивал-Агро	372	1,27	472	0,72	19	37,7	3,38
Рексолин	362	1,25	453	0,68	18	37,6	3,07
НСР ₀₅	16	---	20	0,03	---	1,58	0,14

Обработка посевов ярового ячменя в фазу начала колошения способствует существенному повышению количества продуктивных колосьев на вариантах с применением Гуми-30, Новосила и Мивал-Агро, а при дополнительной обработке посевов в фазу начала молочной спелости – только Мивал-Агро.

В процессе исследований отмечена положительная динамика повышения массы зерна с колоса при обработке всеми изучаемыми препаратами с 0,56 г (контроль) до 0,72 г (Мивал-Агро).

Обработка посевов в фазу начала колошения способствует увеличению биологической урожайности ярового ячменя на 0,23 (Эпин) – 0,65 т/га (Мивал-Агро), дополнительная обработка посевов в фазу начала молочной спелости способствует повышению урожайности по сравнению с контролем (2,50 т/га) на 0,45 – 0,88 т/га при НСР_{0,5} = 0,14 т/га.

При анализе энергетической эффективности установлено, что выход энергии варьировал при обработке посевов ярового ячменя в фазу начала колошения и начала молочной спелости и напрямую зависел от величины урожая ярового ячменя. Наибольший коэффициент энергетической эффективности был на варианте использования Новосила и Мивал-Агро – 4,01 и 4,08, что выше контрольного варианта (без обработки) в 1,28-1,30 раз. Обработка посевов ярового ячменя дополнительно в фазу начала молочной спелости способствует повышению коэффициента энергетической эффективности до 4,05-4,13.

Таким образом, для получения высокого урожая зерна ярового ячменя сорта Одесский 100 с коэффициентом энергетической эффективности 4,01 – 4,08 хозяйствам Ростовской области рекомендуется по вегетации обрабатывать посевы Мивал-Агро и Новосил дважды: в начале колошения и в начале молочной спелости дозами: Мивал-Агро – 15 г/га, Новосил -30 мл/га.

Литература

1. Авдеенко А.П. и др. Влияние некорневых подкормок на продуктивность ярового ячменя, возделываемого по NO-TILL/А.П. Авдеенко, И.Н. Шестов, Г.В. Мокриков// Современные научные исследования и инновации. -2014. - № 3 (35). -С. 18.
2. Авдеенко А.П. и др. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от некорневых подкормок в системе NO-TILL/ А.П. Авдеенко, Г.В. Мокриков, И.Н. Шестов, Г.А. Мурлычев//Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции: пос. Персиановский, -2013. - С. 83-86.
3. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 гг./Под общ. ред. В.Н. Василенко. [Авдеенко А.П., Агафонов Е.В., Артюхин К.С., Гайворонская Н.Ф., Гринько А.В., Ильинская И.Н., Лабынцев А.В., Назаренко О.Г., Пашковская Т.Г., Полуэктов Е.В., Продан В.И., Титаренко А.В., Целуйко О.А.] -Ростов-на-Дону: ООО «Донской издательский дом», 2013. -Ч. 1. -240 с.
4. Авдеенко А.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов и разработка элементов биологизации системы земледелия в степной зоне Северного Кавказа: Автореф. дис.... д-ра сел.-хоз. наук. -М., -2009. -45 с.
5. Авдеенко А.П., Зарубин А.С. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Усть-Донецкого района Ростовской области/А.П. Авдеенко, А.С. Зарубин// Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России. Материалы Международной научно-практической конференции: В 4-х томах. пос. Персиановский, -2012. -С. 110-113.
6. Авдеенко А.П. и др. Влияние современных препаратов и норм высева на урожайность льна масличного, выращиваемого по технологии NO-TILL/А.П. Авдеенко, И.Н. Шестов, Г.В. Мокриков, А.Г. Архипов//Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы международной научно-практической конференции: пос. Персиановский, -2015. -С. 226-230.
7. Авдеенко А.П. и др. Эффективность применения биологических фунгицидов на озимой пшенице/А.П. Авдеенко, В.В. Черненко, В.П. Горячев, С.А. Горячева//Сельское, лесное и водное хозяйство. -2014. -№ 7 (34). -С. 36-40.
8. Горячев В.П. и др. результаты применения планриза на зернобобовых культурах/В.П. Горячев, Полищук Н.Н., А.П. Авдеенко, В.В. Черненко//Сельское, лесное и водное хозяйство. -2014. -№ 7 (34). -С. 43-47.

References

1. Avdeenko A.P. i dr. Vlijanie nekornevyh podkormok na produktivnost' jarovogo jachmenja, vzdelyvaemogo po NO-TILL/A.P. Avdeenko, I.N. Shestov, G.V. Mokrikov// Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. -2014. -№ 3 (35). -S. 18.
2. Avdeenko A.P. i dr. Produktivnost' jarovogo jachmenja v zavisimosti ot nekornevyh podkormok v sisteme NO-TILL/ A.P. Avdeenko, G.V. Mokrikov, I.N. Shestov, G.A. Murlychev//Innovacionnye puti razvitija APK: problemy i perspektivy. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: pos. Persianovskij, -2013. - S. 83-86.
3. Zonal'nye sistemy zemledelija Rostovskoj oblasti na 2013-2020 gg./Pod obshh. red. V.N. Vasilenko. [Avdeenko A.P., Agafonov E.V., Artjuhin K.S., Gajvoronskaja N.F., Grin'ko A.V., Il'inskaja I.N., Labyncev A.V., Nazarenko O.G., Pashkovskaja T.G., Polujektov E.V., Prodan V.I., Titarenko A.V., Celujko O.A.] -Rostov-na-Donu: ООО «Donskoj izdatel'skij dom», 2013. -Ch. 1. -240 s.
4. Avdeenko A.P. Formirovanie vysokoproduktivnyh agrofitocenzov i razrabotka jelementov biologizacii sistemy zemledelija v stepnoj zone Severnogo Kavkaza: Avtoref. dis.... d-ra sel.-hoz. nauk. M., 2009. -45 s.
5. Avdeenko A.P., Zarubin A.S. Vlijanie stimuljatorov rosta na urozhajnost' i kachestvo zerna novyh sortov ozimoj pshenicy v uslovijah Ust'-Doneckogo rajona Rostovskoj oblasti/A.P. Avdeenko, A.S. Zarubin// Problemy i tendencii innovacionnogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa i agrarnogo obrazovanija Rossii. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: V 4-h tomah. pos. Persianovskij, -2012. -S. 110-113.
6. Avdeenko A.P. i dr. Vlijanie sovremennyh preparatov i norm vyseva na urozhajnost' l'na maslichnogo, vyrashhivaemogo po tehnologii NO-TILL/А.П. Авдеенко, И.Н. Шестов, Г.В. Мокриков, А.Г. Архипов//Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы международной научно-практической конференции: пос. Персиановский, -2015. -С. 226-230.
7. Avdeenko A.P. i dr. Jefferktivnost' primenenija biologicheskikh fungicidov na ozimoj pshenice/A.P. Avdeenko, V.V. Chernenko, V.P. Gorjachev, S.A. Gorjacheva//Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozjajstvo. -2014. -№ 7 (34). -S. 36-40.
8. Gorjachev V.P. i dr. rezul'taty primenenija planriza na zernobobovyh kul'turah/V.P. Gorjachev, Polishhuk N.N., A.P. Avdeenko, V.V. Chernenko//Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozjajstvo. -2014. -№ 7 (34). -S. 43-47.

Вавин В.С.¹, Рыбалкина Н.В.²

¹Кандидат сельскохозяйственных наук; ²кандидат сельскохозяйственных наук,
Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение
«Каменно-Степное опытное лесничество»

**ЗАДАЧА ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА –
СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
АГРОЛАНДШАФТОВ**

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические аспекты и результаты практических экспериментов агролесомелиоративного обустройства степных участков, оказавших положительное влияние на сохранение плодородия черноземных почв и прекращение эрозионных процессов на распаханых землях юго-востока ЦЧЗ.

Ключевые слова: агроландшафты, землеустройство, биocenоз, лесные полосы, черноземные почвы.

Vavin V.S.¹, Rybalkina N.V.²

¹PhD in Agriculture, ²PhD in Agriculture

Federal State Budgetary Scientific Institution «Stony Steppe experimental forestry»

**THE TASK OF FOREST RECLAMATION LAND MANAGEMENT – TO CREATE OPTIMAL CONDITIONS
FOR SUSTAINABLE FUNCTIONING OF AGRICULTURE**

Abstract

The article deals with the theoretical aspects and the results of practical experiments Agroforestry of arrangement steppe sites and had a positive impact on the preservation of fertility of chernozem soils and termination of erosion processes on plowed lands southeast CCZ.

Keywords: agricultural landscapes, land management, biocenosis, forest belts, black soil.

Являясь одной из актуальных проблем современного земледелия, усилившаяся экологическая напряженность заставляет ученых разрабатывать меры по сохранению и защите природной среды от нежелательных последствий. Естественно, что все накопившиеся агроэкологические проблемы в обозримом будущем решить невозможно, но основные, составляющие базовую основу сельскохозяйственного производства, должны быть под постоянным контролем ученых.

Амплитуда колебания валовых сборов сельскохозяйственной продукции по годам не только не уменьшается, а даже увеличивается, достигая в экстремально засушливые годы недопустимо низких размеров. Очевидно, что повышение устойчивости сельскохозяйственного производства невозможно только путем увеличивающихся с каждым годом объемов применения средств химизации, которые ведут к усилению экологической напряженности, загоняя проблему в тупик. Все это требует порой пересмотра методов ведения сельского хозяйства, по крайней мере, на базе совершенствования отдельных ее элементов.

В связи с этим, для Центрально-Черноземной зоны актуальной является разработка проектов землеустройства, предусматривающих не увеличение вложений средств на мелиорацию малопродуктивных почв, а изменение инфраструктуры ландшафта путем увеличения площади леса, луговых угодий, водных объектов за счет малопродуктивных земель и введения высокоэкологичного земледелия на оставшейся плодородной пашне.

Многие ученые склонны решать эту проблему комплексно и не без оснований. По данному вопросу А.К. Свиридов пишет, «... что повышение устойчивости сельскохозяйственного производства – комплексная проблема и решение ее невозможно на базе совершенствования отдельных ее элементов...» [1].

Землеустройство направлено, главным образом, на решение вопросов охраны и использования земель. В проектах землеустройства, прежде всего, решаются вопросы трансформации угодий, размещения хозяйственных центров, лесных полос, дорог, организации и размещения севооборотов и пастбищеоборотов, проектируются мероприятия по улучшению земельных угодий. Но при этом совершенно недостаточно, а часто вообще не рассматривается вопрос, в каком соотношении должны быть все эти составные части и элементы. Слабо отражено влияние всех компонентов среды на повышение экологической устойчивости земельных угодий.

Лесомелиоративное обустройство ландшафтов предполагает решение многих вопросов при землеустройстве хозяйства: определяет оптимальную структуру ландшафта, определяет равновесное состояние всей агросреды в целом посредством механизма экологического взаимодействия отдельных её составных частей: средостабилизирующих и дестабилизирующих компонентов.

Повышение устойчивости агроландшафтов, размещение рубежей и планирование различных видов агролесомелиоративных работ и многое другое – все это должно быть связано с конкретными и глубокими исследованиями агроландшафта.

Лесомелиоративное обустройство ландшафтов, являясь составной частью землеустройства территории, резко меняет структуру ландшафта, по сути, создаёт каркас будущей системы земледелия. Именно лесомелиоративное обустройство при организации территории больше, чем другие мероприятия, предопределяет содержание ландшафта.

Многолетние исследования в Каменной Степи и в других научных учреждениях зоны по управлению процессами энерго- и массопереноса на водосборе убедительно доказали, что под защитой лесных полос в 1,5-2,0 раза снижаются энергетические затраты по созданию фитомассы сельскохозяйственных культур, и общая продуктивность пашни повышается на 15–30%. Коренным образом изменяется в лучшую сторону экологическая обстановка агроландшафтов [3].

Стратегически важную роль в поддержании экологической стабильности агроландшафтов степных и лесостепных районов Черноземья выполняют лесомелиоративные комплексы (ЛМК). Основным назначением ЛМК на сегодняшний день остается управление воздушными и водными потоками на водосборе.

Проведенные исследования в Каменной Степи, направленные на изучение водного и теплового режимов, смягчения засух, уменьшения эрозии и воспроизводства плодородия почв, формирующие продуктивные агроценозы, показали, что облесенность пашни в ЦЧЗ необходимо довести в среднем до 2,7%, но при этом параметры облесенности будут меняться в зависимости от экологической напряженности территории и могут возрастать до 4,0% [2].

В настоящее время облесенность пашни в Центральном Черноземье составляет в среднем 1,45%. Существующие ЛМК в зоне с облесенностью пашни даже в 1,5-2% защищают не более 40% территории и не обеспечивают поддержания экологической стабильности агроландшафтов. Следовательно, в связи с относительно низкой лесистостью территории в целом и облесенностью пашни в частности проблема надежной защиты почвы от эрозии, а урожая от суховея в ЦЧЗ еще не полностью решена.

Основой устойчивости агроландшафта является оптимальное соотношение угодий и структура агробиоценозов в пределах элементарных водосборов и ландшафтных фаций. При проектировании рациональной структуры угодий агроландшафта очень важно определить соотношение его различных средообразующих компонентов, от чего, в основном, и зависит производительность территории аграрного хозяйства. В связи с этим возникает необходимость на каждой ландшафтной фации индивидуально определять структуру угодий.

Многолетними исследованиями установлено, что лесная растительность является наиболее стабильным фитокомпонентом ландшафта. Естественные и искусственные лесонасаждения в сущности преобразуют простые однообразные агроландшафты в сложные, многокомпонентные, а, следовательно, более устойчивые ландшафты. Иными словами, через систему лесных полос осуществляется органическая связь между формируемыми агроландшафтами, технологией обработки почвы и системой земледелия в целом.

Травянистая растительность хорошо защищает почву от эрозионных процессов, поэтому создание хорошего травянистого покрова на склоновых землях является высокоэффективным мероприятием, позволяющим надежно защищать почву от смыва и оврагообразования. Следовательно, луг должен занимать достойное место в структуре угодий овражно-балочных водосборов.

Экологическое состояние агроландшафта определяется удельным весом пашни в структуре угодий. Соотношение пашни, леса и луга должно находиться в оптимальных пределах и обеспечивать устойчивое функционирование агроландшафтов, сохранение плодородия почвы и стабильную экологическую обстановку.

На становление научного направления агролесомелиорации как самостоятельной науки оказали исследования русского ученого Василия Васильевича Докучаева.

В.В. Докучаев в конце XVIII века разрабатывает приемы научного преобразования засушливой степи в систему устойчивого земледелия. Такую модель он осуществляет в Каменной Степи. С этого времени можно считать и зародилась наука агролесомелиорация. В.В. Докучаев и его ландшафтно-системный подход изучения природы предопределили предмет и метод новой науки – агролесомелиорации.

В.В. Докучаев, разработавший основы системного подхода к использованию природных ресурсов, не сводил все дело лишь к земельному устройству. В его учении заложен ландшафтный подход к использованию не только земельных, но и других ресурсов. Таким образом, В.В. Докучаев был одним из первых ученых, кто указал на неразрывную связь землеустройства и земледелия.

Первые опыты В.В. Докучаева имели огромный успех. В 1948 году был принят Сталинский план преобразования природы. Поколения ученых разработали нормативы посадки лесных полос на пашне, по берегам оврагов, балок, прудов и рек, как для Черноземья, так и для другой территории страны. Но, в последствии, при накоплении знаний и ценного практического опыта они потребовали уточнений, потребовалось определение оптимальных и критических показателей функционирования лесомелиоративных комплексов в целом.

Для решения подобной задачи агролесомелиоративная наука разрабатывает новое научное направление, очень близкое к методологии ландшафтной экологии, названное Е.С. Павловским ландшафтной агролесомелиорацией. Ключевым понятием этого направления является агролесоландшафт, составляющий основу адаптивной организации агропроизводства и устойчивого землепользования.

Зарождение и этой науки – ландшафтной агролесомелиорации, тоже связано с Каменной Степью. Истоки этого направления просматривались уже в первых теоретических проработках участников «Особой...» докучаевской экспедиции. Предметом ландшафтной лесомелиорации становятся не лесные полосы и прилегающие к ним поля, а цельные лесомелиоративные комплексы (ЛМК), а методом изучения становится системный анализ.

Дальнейшее развитие и логическую завершенность это направление получило в середине 60-х годов прошлого века в совместных работах ученых отдела агролесомелиорации НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева: Петрова Н.Г., Тищенко В.В., Скачкова Б.И., Тунякина В.В. и географов Воронежского Государственного университета Ф.Н. Милькова и А.И. Нестерова.

Прикладная значимость данного направления состоит в научном обосновании формирования новых и совершенствования существующих лесоаграрных комплексов, как экологически сбалансированных, биологически высокопродуктивных агроландшафтов, способных противостоять засухам, суховеям, а также всем видам эрозии.

Но наука не стоит на месте. Уже сегодня необходимо продолжить исследования ландшафтного многообразия конкретной территории на новом уровне. Для этого необходимо использовать современную вычислительную технику, ГИС-технологии, иметь полный набор нормативов устойчивых лесоаграрных ландшафтов, экспертноориентированные программные продукты, включающие банки данных по всем лесомелиоративным комплексам и которые можно было бы использовать при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Литература

1. Свиридов А.К. Докучаевская концепция развития земледелия в Воронежской области на ландшафтной основе // Научно-практические основы энерго- и ресурсосбережения в адаптивно-ландшафтных системах земледелия

Центрального Черноземья/ Материалы заседания совета по земледелию ЦЧЗ Отделения земледелия Россельхозакадемии // Каменная Степь, 27-28 мая 2010 г. – Воронеж: изд-во «Истоки», 2010. – С. 46-52.

2. Тищенко В.В. Леоводственно-мелиоративная оценка состояния полевых лесных полос и опыт повышения их агроэкологической эффективности // Пути сохранения плодородия почвы и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья: Материалы заседания Теоретического координационного совета «Проблемы земледелия ЦЧР» / Каменная Степь. 29 мая 2009 года. Часть 1. Земледелие, агропочвоведение, агрохимия, растениеводство. – Воронеж: изд-во «Истоки», 2009. – С. 45-48.

3. Турусов В.И. Пути решения энергетических проблем в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья // Научно-практические основы энерго- и ресурсосбережения в адаптивно-ландшафтных системах земледелия Центрального Черноземья/ Материалы заседания совета по земледелию ЦЧЗ Отделения земледелия Россельхозакадемии // Каменная Степь, 27-28 мая 2010 г. – Воронеж: изд-во «Истоки», 2010. – С. 3-7.

References

1. Sviridov A.K. Dokuchaevskaja koncepcija razvitiya zemledelija v Voronezhskoj oblasti na landshaftnoj osnove // Nauchno-prakticheskie osnovy jenergo- i resursosberezhenija v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledelija Central'nogo Chernozem'ja/ Materialy zasedaniya soveta po zemledeliju CChZ Otdelenija zemledelija Rossel'hozakademii // Kamennaja Step', 27-28 maja 2010 g. – Voronezh: izd-vo «Istoki», 2010. – S. 46-52.

2. Tishhenko V.V. Leovodstvenno-meliorativnaja ocenka sostojanija polezashhitnyh lesnyh polos i opyt povyshenija ih agrojekologicheskoy jeffektivnosti // Puti sohraneniya plodorodija pochvy i povyshenija produktivnosti sel'skhozajstvennyh kul'tur v adaptivno-landshaftnom zemledelii Central'nogo Chernozem'ja: Materialy zasedaniya Teoreticheskogo koordinacionnogo soveta «Problemy zemledelija CChR» / Kamennaja Step'. 29 maja 2009 goda. Chast' 1. Zemledelie, agropochvovedenie, agrohimija, rastenievodstvo. – Voronezh: izd-vo «Istoki», 2009. – S. 45-48.

3. Turusov V.I. Puti reshenija jenergeticheskikh problem v adaptivno-landshaftnom zemledelii Central'nogo Chernozem'ja // Nauchno-prakticheskie osnovy jenergo- i resursosberezhenija v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledelija Central'nogo Chernozem'ja/ Materialy zasedaniya soveta po zemledeliju CChZ Otdelenija zemledelija Rossel'hozakademii // Kamennaja Step', 27-28 maja 2010 g. – Voronezh: izd-vo «Istoki», 2010. – S. 3-7.

Гасанов Р.Г.

Кандидат сельскохозяйственных наук

Азербайджанский НИИ Хлопководства

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОБРАЗОВАНИЕ КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ ЛЮЦЕРНЫ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы о влиянии глубокого рыхления почвы на 60 см, пахота на 38-40 см, посев люцерны в мещанке с шабдаром осенью и весной нут с ячменю на урожайность и образование корневых остатков люцерны, образованию гумуса, и накопление биологического азота. Установлено, что применяемая технология по сравнению с обычной позволила увеличить урожайность люцерны на 70 ц/га, создала условия для дополнительного накопления корневых остатков на 25 ц/га, в результате на каждом гектаре дополнительно образовалось больше 90 кг биологического азота.

Ключевые слова: люцерна, глубокое рыхление, смешанные посевы, корневые остатки, урожайность, биологический азот, плодородие почвы.

Gasnov R.G.

PhD in Agriculture

Azerbaijan Research Institute of Cotton farming

INFLUENCE OF PRIMARY TILLAGE AND MIXED CROPS ON YIELD AND FORMATION OF ROOT RESIDUES OF ALFALFA

Abstract

The article considers the problem of impact of deep loosening of soil up to 60 cm, plowing at 38-40 cm, planting alfalfa in the Philistine with shabdar autumn and spring barley with chickpeas on productivity and the formation of alfalfa root residues, humus formation and accumulation of biological nitrogen. It was found that the applied technology compared to the conventional one allowed to increase the yield of alfalfa by 70 t / ha, creating the conditions for further accumulation of root remains at 25 t / ha. As a result, fmore than 90 kg of nitrogen was formed on each hectare.

Keywords: alfalfa, deep loosening, mixed crops, root remnants, yield, organic nitrogen, soil fertility.

О пользе посевной люцерны (*Medicago sativa*) ученые и специалисты всегда были высокого мнения. Как кормовая культура она известна более 6-7 тысяч лет.

С началом научнообоснованного изучения люцерны устоновилося что, посевная люцерна улучшает структуру и водно-физическое состояние почвы, имеет свойства азотособираетеля. Сильная корневая система, проникая на глубинные слои (до 10 метров) почвы? накапливает до 300 кг биологического азота, что является эквивалентом 40-60 тон навоза.

А.А.Щелюто (3) в своих исследованиях определил что, люцерна в течение 2-3 лет в корневых клубеньках собирает 190 кг азота, 56 кг фосфора и 82 кг калия.

По мнению Р.А.Тагиева (1) глубокое рыхление почвы под посев люцерны увеличивает урожайность сена на 23-25 %

Р.Г.Гасанов(2) по изучению короткоротационных (Хлопок-зерна-люцерны) севооборотов пришел к мнению что, полторагодичное стояние люцерны позволяет поднять плодородие почвы, увеличить урожайность хлопка сырца и пшеницы.

Н.А.Максимов(4) своими исследованиями определил что, многолетние бобовые культуры в благоприятных для развития корневых клубеньков условиях дает больше урожая и накапливает больше корневых остатков что, позволяет обогащать почву биологическим азотом.

Для более глубокого изучения вопроса 2005-2007 годах нами были поставлены опыты в условиях Азербайджанской Республики.

2005 году в начале сентября в опытных вариантах было проведено глубокое рыхление на 60 см, после чего проводилась пахота на 38-40 см, поле готовилось к посеву. Посев люцерны проводился в смеси с шабдаром. Весной в опытных деланках были посеяны нут с ячменем.

В контрольных вариантах проводилась похота на 30-32 см, предпосевная обработка почвы и посев люцерны.

В 2006 году в опытных вариантах проводились четыре укоса, а на контрольных вариантах три укоса. В 2007 году в обоих вариантах проводились по четыре укоса люцерны.

Урожайность зеленой массы и сена по вариантам опыта показана в таблице 1

По данным 2006 год видно, что глубокое рыхление на 60 см, пахота на 38-40 см и смешанные посевы люцерны увеличили урожайность зеленой массы на 190 центнеров, а сена на 38 центнер. В 2007 году зеленая масса было 70 центнеров и сено на 17 центнеров больше контрольных вариантов, что составляет 10%.

Таблица 1 – Урожайность люцерны

N	Обработка почвы и метод посева	Урожайность люцерны ц/га			
		2006-год		2007-год	
		Зеленая масса, ц/га	Сена ц/га	Зеленая масса, ц/га	Сено
1	Рыхление на 60 см,пахота на 38-40 см, посев люцерны с шабдаром, весной посев смеси нута с ячменем	680	136	760	155
2	Пахота на 30-32 см,посев люцерны	490	98	690	138

В полевых опытах изучено влияние способов основной обработки почвы на его структуру в слое 0-20 см и 20-40 см. Количество структурных агрегатов с размером 10-0.25 мм и количество водопрочных агрегатов определены в процентах.

Таблица 2 – Влияние способов основной обработки на структуру почвы

N	Обработка почвы и метод посева	Слой почвы	Структурные агрегаты 10–0.25mm- %	Количество водопрочных агрегатов - %
1	Рыхление на 60 см,пахота на 38-40 см, посев люцерны с шабдаром, весной посев мешанки нут с ячменем	0-20	80.3	70.2
		20-40	81.8	68.3
2	Пахота на 30-32 см,посев люцерны	0-20	71.2	62.6
		20-40	72.4	60.5

Полученные данные показывают, что глубокое рыхление почвы под посев люцерны и смешанные посевы осенью с шабдаром и весной нут с ячменем увеличивают количество структурных агрегатов на 9.1 и 9.4 % и водопрочных агрегатов на 7.6 и 7.8 %

Влияние применяемой технологии сказывается на количестве корневых остатков, образовании гумуса и накоплении биологического азота, что приведено в таблице 3

Из научных источников известно, что 6 тон воздушно-сухой массы растений образует 1 тон гумуса. По методу Матвеев-Байандина один центнер растительной массы создает 3.63 кг/га биологического азота. По В.С.Зайцеву этот показатель составляет 3.4 кг/га.

Руководствуясь этими данными, определяем, что глубокое рыхление на 60 см, пахота на 38-40 см и смешанные посевы люцерны с шабдаром и весной нут с ячменем дополнительно образуют 2.5 тон/га корневых остатков на слое почвы 0-40 см. Это означает, что на каждом гектаре дополнительно увеличивается 420 кг гумуса и 90 кг биологического азота.

Полученные данные показывают, что глубокое рыхление на 60 см, пахота на 38-40 см и смешанные посевы люцерны позволяют получить дополнительно 260 центнеров зеленой массы или 52 центнеров сена, накапливает 25 центнеров больше корневых остатков и 90 кг биологического азота с каждого гектара люцерны.

Таблица 3 – Количество корневых остатков, гумуса и биологического азота

s/s	Обработка почвы и метод посева	Слой почвы, см	Количество воздушно-сухих корневых остатков, тон/га	Кол-во образованного гумуса тон/га	Накопившийся биологический азот кг/га
1	Рыхление на 60 см, пахота на 38-40 см, посев люцерны с шабдаром, весной посев мешанки нут с ячменем	0-40	8.4	1.4	280
2	Пахота на 30-32 см, посев люцерны	0-40	5.9	0.98	190

Литература

1. Р.А.Тагиев Влияние глубокого рыхления на урожай люцерны. Отчет отдела Агротехнологии АзНИИ Хлопководства.2003г.
2. Р.Г.Гасанов Трехпольные «хлопок-зерно-люцерна» севообороты. Научные статьи АзНИИ Хлопководства.2009 г
3. Щелютю А.А. Диссертация .Минск 2010 г
4. Максимов Н.А. Краткий курс физиологии растений. Москва .1958 г
5. Спридонов А.М. Многолетние бобовые травы как источник биологического азота в земледелии./ Земледелие 2007 №3

References

1. R.A.Tagiev Vlijanie glubokogo ryhlenija na urozhaj ljucerny. Otchet otdela Agrotehnologii AzNII Hlopkovodstva.2003g.
2. R.G.Gasanov Trehpol'nye «hlopok-zerno-ljucerna» sevooboroty. Nauchnye stat'i AzNII Hlopkovodstva.2009 g
3. Shheljuto A.A. Dissertacija .Minsk 2010 g
4. Maksimov N.A. Kratkij kurs fiziologii rastenij. Moskva .1958 g
5. Spridonov A.M. Mnogoletnie bobovye travy kak istochnik biologicheskogo azota v zemledelii./ Zemledelie 2007 №3

Кузнецов В.М.¹, Ревина Г. Б.²¹Доктор сельскохозяйственных наук, ²кандидат биологических наук,
ФГБНУ Сахалинский НИИ сельского хозяйстваПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ САХАЛИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ СКОТА
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Аннотация

Проанализированы этапы формирования молочного скотоводства на Сахалине. Показаны основные методы совершенствования сахалинской популяции голштинской породы скота в экстремальных природно-климатических условиях Дальнего Востока. Дана характеристика экстерьерных особенностей коров сахалинской популяции их воспроизводительная способность и молочная продуктивность.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, сахалинская популяция, экстерьерные особенности, молочная продуктивность, воспроизводительная способность .

Kuznetsov V.M.¹, Revina G.B.²¹PhD in Agriculture, ²PhD in Biology,

Federal Sakhalin research institute of agriculture

THE FORMATION OF THE SAKHALIN POPULATION OF HOLSTEIN
BREED OF CATTLE IN THE FAR EAST

Abstract

Analyzes the stages of formation of dairy cattle on Sakhalin. Shows the main methods to improve the Sakhalin populations of Holstein cattle in extreme climatic conditions of the Far East. The characteristic exterior features of cows Sakhalin population their reproductive ability and milk production.

Keywords: cattle, Holstein breed, Sakhalin population, exterior characteristics, milk yield, reproductive ability.

Географическое положение и природные условия большей части Дальнего Востока сдерживают развитие животноводства. В земельном фонде, составляющем более 600 млн. га, сельскохозяйственные угодья составляют не более 1% всех земельных ресурсов Дальнего Востока. В разрезе территорий эта доля значительно варьирует: от 10% в Амурской области и Приморском крае, 1-1,5% в Якутии, Хабаровском крае, Камчатской и Сахалинской областях, до 0,2% в Магаданской области. Заселение региона после русско-японской войны способствовало завозу животных многих пород: симментальской, швицкой, бестужевской, айрширской, тирольской, ольденбургской, киргизской, великорусской, тагильской, холмогорской, голландской, ярославской, сероукраинской, сибирской красной степной и др. Многообразие пород животных увеличилось под влиянием корейского, маньчжурского, монгольского скота. Местный скот в большинстве случаев стали скрещивать с привозным скотом. По данным бонитировки 1937 года на долю голландской породы скота всех степеней кровности приходилось 12,2%/1,2/. Скотоводство Сахалинской области имело свои особенности. Сахалинцы одними из первых в нашей стране стали

разводить голштинскую породу скота. В основе разведения этой породы лежало стремление сельскохозяйственных предприятий производить молочные продукты собственного производства в связи с невозможностью завоза их с материка из-за ограниченного срока хранения. /3.4/.

Первых животных этой породы начала завозить юг острова японская акционерная кампания «Карафуту Кайся» в 1906 году. Эту дату можно считать началом разведения голштинской породы на острове Сахалин. Поголовье скота было размещено на центральной опытной станции при японском губернаторстве. Через несколько лет интенсивность завоза животных этой породы резко возросла, и в 1913 г. на юге Сахалина уже насчитывалось 1492 головы этой породы, а в 1942 г. их количество возросло до 7591 головы. С этого момента голштинская порода стала единственной породой юга острова. Однако в этот период сельскохозяйственного освоения острова условия кормления животных в крестьянских хозяйствах были крайне неудовлетворительны. Это связано с отсутствием пригодных для содержания животных помещений, дефицитом зерновых кормов, культурных пастбищ и сенокосов. В результате сложившаяся ситуация не позволяла в полной мере использовать все преимущества голштинской породы, особенно при производстве молока. Согласно статистическим данным 1932 года, в крестьянских хозяйствах юга Сахалина от 1264 коров было надоено лишь по 1740 кг молока. В тоже время на острове Хоккайдо, куда был в тот же период произведен завоз голштинов из США, от 80532 коров получали по 3411 кг молока в год (Дзелиева, Никифоров 1947). В этот период развернуты основные работы по изучению адаптации и акклиматизации голштинской породы на Сахалине. В поселке Ново-Александровск (Конума) действовала «Центральная опытная станция» под патронатом губернаторства «Карафуту». Животных голштинской породы в Приморский край завезли в конце XIX века из Канады. Сосредоточены они были в прибрежных районах Владивостока. Здесь были сформированы небольшие, но высокопродуктивные стада (Котляров П.И., 1927). Однако из-за ограниченной численности скот этой породы сохранить не удалось.

В процессе акклиматизации животных и работы по улучшению скота продуктивность коров на юге острова стала возрастать и уже к 1935 году составила 1895 кг молока в год на корову, а к 1941 году она достигла 2786 кг. Наиболее высокая продуктивность была получена на центральной опытной станции. Здесь была проведена первая работа по воспроизводству голштинской породы на острове. Средний удой коров за 300 дней лактации на опытной станции при японском губернаторстве составил 5513 кг с массовой долей жира в молоке 3,21%, айрширских коров соответственно 4068 кг молока при жирности 3,55%.

В послевоенное время голштинскую породу начали интенсивно разводить по всей территории Сахалинской области. Быстрому распространению животных этой породы способствовала деятельность сельскохозяйственной опытной станции. На станции сохранились лучшие высокопродуктивные животные, от которых получали племенной молодняк, который продавали в разные районы области. По данным бонитировки 1962 года, удельный вес животных голштинской породы всех степеней кровности составил 79,2%, а молочная продуктивность этих коров значительно превосходила сверстниц других пород, как по удою, так и по массовой доле жира в молоке за лактацию.

Рост породности крупного рогатого скота сопровождался повышением его продуктивности при одинаковых затратах на кормление и выращивание молодняка. Наибольшее увеличение молочной продуктивности происходило там, где быстрее шло увеличение числа чистопородных голштинских коров.

Для производства молока и молочной продукции в экстремальных природно-климатических условиях возникла необходимость в создании новой внутripородной группы, сочетающей в себе высокий генетический потенциал продуктивности и приспособленность к условиям разведения. Создание сахалинского массива скота как обособленной популяции проходило в несколько этапов. На начальных этапах использовали быков-производителей, завезенных из Японии и выращенных в ФГУП «Тимирязевское». Здесь и был выведен основатель сахалинской родственной группы бык Инка-Ука-Канарей. От этого быка впоследствии получено значительное количество потомков через его сына Гарриса 45, которых продавали во все районы Сахалинской области. Затем сахалинский тип продолжила формировать старейшая линия породы - Карнейшн Мэдкэп Баттер Бой (Carnation Madcap Batter Boy 115252), при этом значительно улучшив не только молочную продуктивность, но и массовую долю жира в молоке у потомков. Первых племенных быков этой линии в Сахалинскую область завезли еще в 50-х годах прошлого века. Наиболее ценным из них оказался канадский бык Бриз 721-304970. Одновременно с этими линиями распространялось влияние не менее ценных родоначальников голштинской породы Инка Суприм Рефлекшн 121004 и Силинг Трайджун Рокит 252803.

В дальнейшем существенное влияние на формирование сахалинской популяции оказала родственная группа Вис Айдиал 933122 известная в качестве основателя новых родственных групп, в особенности Round Oak Rag Apple Elevation 1491007, Paclamar Astronaut 1458744 и Paclamar Bootmaker 483713. В результате была образована новая генеалогическая структура.

Несмотря на сложнейшие природно-климатические условия Сахалина, чистопородные голштинские коровы племенного ядра области отличались высокой молочной продуктивностью достигающей 8500 кг молока за лактацию и более. Это и послужило основанием для селекционно-племенной работы по выведению новой группы скота приспособленной к местным условиям. Таким образом, до начала работы областной станции по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных, решающая роль в формировании сахалинской популяции принадлежит работе сахалинской сельскохозяйственной опытной станции (впоследствии ФГУП «Тимирязевское»), где племенной молодняк выращивали с целью улучшения породных качеств животных в совхозах Сахалинской области.

Эффективность племенной работы значительно возросла с внедрением искусственного осеменения животных. Впервые этот метод применен в 1958 году. Однако до 1975 г. маточное поголовье крупного рогатого скота осеменяли свежей спермой быков-производителей, которую получали на станциях по искусственному осеменению. Эти станции располагались в Углегорском, Тымовском и Анивском (с. Луговое) районах. В это время искусственно осеменяли 65-75% маточного поголовья крупного рогатого скота ежегодно. В 1973 г. все эти станции вошли в состав Госплемобъединения, и стали именоваться как головное племпредприятие по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных.

В 1975 году специалистами головного племпредприятия Сахалинской области был освоен метод глубокого охлаждения спермы в жидком азоте, позволяющий надежно хранить и максимально использовать лучших быков-производителей. В дальнейшем этот метод быстро получил широкое распространение во всех совхозах Сахалинской области. С 1977 г. все хозяйства области перешли на искусственное осеменение маточного поголовья крупного рогатого скота глубоководным семенем быков-производителей. Благодаря этому методу осеменения животных количество маточного поголовья значительно увеличилось и составило в среднем по области 97,5 процента.

Оценка динамики поголовья крупного рогатого скота и продуктивности коров в совхозах области показала существенное влияние голштинской породы. Одновременно с ростом поголовья скота улучшился и его породный состав. С 1965 по 1990 гг. количество животных в общественном секторе увеличилось более чем в три раза, а количество чистопородных животных возросло с 3,5% до 99,5процента. Наиболее быстрый рост породности скота отмечен в хозяйствах Анивского, Углегорского, Долинского и Холмского районов.

Рост поголовья и породности скота сопровождался увеличением молочной продуктивности коров (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность голштинского скота в сельскохозяйственных предприятиях Сахалинской области

Годы наблюдения	Первая лактация			Третья лактация и старше		
	n	удой, кг	МДЖ,%	n	удой, кг	МДЖ,%
1970	3389	2991	3,2	9147	3239	3,30
1980	7136	3387	3,35	11157	3837	3,36
1990	7757	4060	3,48	11961	4217	3,49
2000	3470	2572	3,55	2968	2968	3,56
2004	673	3535	3,64	781	4083	3,73
2010	735	4348	3,78	888	4599	3,77
2014	420	4860	3,70	760	5525	3,75

Животные, принадлежащие к новой популяции, обладают выраженным молочным экстерьером, пропорциональным, гармоничным сложением, имеют крепкую конституцию, прямую спину и поясницу, длинный и широкий крестец, хорошо развитые и правильно поставленные конечности.

Коровы высокопродуктивных стад отличаются большой живой массой и удлинённым туловищем. Голова у них развита пропорционально телу и имеет широкое носовое зеркало с большими открытыми ноздрями, лопатки плотно прилегают к туловищу, спина ровная и прямая. Тазовый пояс широко развит, маклаки и седалищные бугры округлые и широко расставлены. Грудь широкая и глубокая, ребра широко отстоят друг от друга. Первотелки выделяются относительно большим развитием передних и задних конечностей в длину, удлинённой шеей. Отличительным экстерьерным признаком в этих стадах, является развитие молочной системы. Вымя преимущественно ваннообразной и чашевидной формы. Передние доли имеют умеренную длину, задние развиты несколько сильнее. Вертикальная боковая борозда между четвертями выражена незначительно. Соски вымени средних размеров и направлены вниз. Молочные вены хорошо развиты, крупные и извилистые. Животные с эластичной и тонкой кожей, покрытой коротким, но густым волосистым покровом.

Реализация генетического потенциала продуктивности коров сахалинской популяции и ускорение селекционного прогресса базируется на основе повышения уровня плодовитости и сохранения молодняка.

Отличительной особенностью этих коров является приспособленность их к местным природно-климатическим условиям. Об этом свидетельствует высокая продолжительность хозяйственного использования коров – 3,43 отела, высокий уровень естественной резистентности. Полученные результаты показывают, что с увеличением уровня молочной продуктивности коров фагоцитарная активность крови усиливается, а лизоцимная активность сыворотки крови и показатель иммуноцитоприлипания, наоборот, снижается.

Таблица 2 – Естественная резистентность коров сахалинской популяции с разным уровнем молочной продуктивности ($M \pm m$)

Уровень молочной продуктивности, кг	Кол-во коров	Фагоцитарная активность	Лизоцимная активность сыворотки крови	Показатель иммуноцитоприлипания
До 6000	43	60,46±1,87	41,5±1,72	43,46±1,83
6000-8000	81	58,71±1,73	38,0±2,02	44,84±1,71
Выше 8000	39	65,20±2,48	38,00±2,54	40,0±3,04

Выход телят на 100 коров в племенных репродукторах области за последние три года повысился и составил 83%, что на 9% больше чем в среднем по области.

Среди племенных хозяйств лучшие результаты по воспроизводству стада получены в ЗАО «Заречное». Выход телят на 100 коров в этом племрепродукторе составил 84%, а продолжительность сервис - периода- 156 дней. Воспроизводительная способность коров и телок представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Воспроизводительная способность телок и коров (2014год).

Показатель	Товарные хозяйства	Племенные репродукторы
Возраст телок при плодотворном осеменении, мес.	22	20
Живая масса телок при осеменении, кг	373	395
Возраст коров при первом отеле, дней	988	928
Индекс осеменения телок, раз	1,9	1,5
Индекс осеменения первотелок, раз	2,4	2,0
Межотельный период, дней	474	420
Количество трудных отелов, %	16	10
Сервис-период	168	160
Выход телят на 100 коров	74	83

Коровы сахалинской популяции принадлежащие к перспективным линиям и родственным группам отличаются лучшими показателями воспроизводительной способности. Дочери быков-производителей родственной группы Винтер Фарм Нед Бой 1806201 характеризовались хорошим индексом осеменения 1,7 и коротким сервис-периодом - 107 дней.

Таким образом, разведение животных нового типа способствует значительному повышению молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров Сахалинской области, а также увеличению срока производственного использования коров.

Литература

1. Ключникова Н.Ф. Биологические и зоотехнические аспекты оплодотворяемости коров на Дальнем Востоке: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.01 / Ключникова Наталья Федоровна; [Место защиты: Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки].- Хабаровск, 2007.- 368 с.: ил. РГБ ОД, 71 09-6/15
2. Воронцов, В.Е. Эффективность скрещивания коров черно-пестрой породы Хабаровского края с голштинскими быками: Рекомендации /В.Е.Воронцов, А.А. Воронцова //ВАСХНИЛ. Сб. науч. тр. – Хабаровск: Дальневосточное отделение ДальНИИСХ, 1990. – 52 с.
3. Кузнецов, В.М. Приспособленность голштинской породы к условиям Сахалинской области /В.М.,Кузнецов, Г.Б. Ревина //Зоотехния. – 2005. – №4. – С. 4-6.
4. Кузнецов, В.М. Адаптация голштинской породы в условиях Сахалинской области при чистопородном разведении /В.М.Кузнецов// //Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. - №3. – С. 87-90.

References

1. Kljuchnikova N.F. Biologicheskie i zootehnicheskie aspekty oplodotvorjaemosti korov na Dal'nem Vostoke: dissertacija doktora sel'skhozajstvennyh nauk: 06.02.01 / Kljuchnikova Natal'ja Fedorovna; [Mesto zashhity: Voronezh. gos. agrar. un-t im. K.D. Glinki].- Habarovsk, 2007.- 368 s.: il. RGB OD, 71 09-6/15
2. Voroncov, V.E. Jefferktivnost' skreshhivaniya korov cherno-pestroj porody Habarovskogo kraja s golshtinskimi bykami: Rekomendacii /V.E.Voroncov, A.A. Voroncova //VASHNIL. Sb. nauch. tr. – Habarovsk: Dal'nevostochnoe otделение Dal'NIISH, 1990. – 52 s.
3. Kuznecov, V.M. Prispособlennost' golshtinskoj porody k uslovijam Sahalinskoj oblasti /V.M.,Kuznecov, G.B. Revina //Zootehnija. – 2005. – №4. – S. 4-6.
4. Kuznecov, V.M. Adaptacija golshtinskoj porody v uslovijah Sahalinskoj oblasti pri chistopородном razvedenii /V.M.Kuznecov// //Doklady Rossijskoj akademii sel'skhozajstvennyh nauk. – 2004. - №3. – S. 87-90.

Левченко Г.В.

Кандидат технических наук,

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

МЕТОДЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТОВ*Аннотация*

Возможности для использования интенсивных технологий создаются не только за счет современной техники, но и за счет включения в систему подготовки таких технологических операций, как приготовление тепличного грунта. Поэтому в статье рассмотрены различные способы выращивания растений в закрытом грунте, технологии и машины для приготовления тепличных грунтов.

Ключевые слова: грунт, теплицы, модернизация, выращивание, компостирование.

Levchenko G.V.

¹PhD in Engineering, FSBEI HPE "Saratov SAU" named after N.I. Vavilov**METHODS OF PREPARING HEAT-FERENT SOILS***Abstract*

Opportunities for the use of intensive technologies are created not only through modern technology, but also due to the inclusion in the training process steps such as the preparation of the greenhouse soil. Therefore, the article considers different ways of growing plants in greenhouses, technology and machines for preparing heat-ferent soils.

Keywords: oil, greenhouses, modernization, cultivation, composting.

Одной из причин неэффективности существующего производства зерновых и овощных культур в регионе является моральное и физическое устаревание, а так же низкое качество работы сельскохозяйственных машин для реализации применяемых в хозяйствах технологий [1-10].

Большинство современных аграриев, занимающихся тепличным овощеводством, считают, что высокий показатель урожайности зависит только лишь от состояния земельного участка, на котором располагается теплица, и количества внесенных в него удобрений.

В настоящее время существуют различные способы выращивания растений в теплицах, грунтовая культура, культура на соломенных тюках, субиригационная и малообъемная культура, водная, аэроводная и аэропнная культура. Наиболее распространённая в нашей стране грунтовая культура с выращиванием растений на естественных или искусственно приготовленных грунтах. Качество подготовки грунтов занимает особое место. Искусственно приготовленные грунты имеют в своем составе один или несколько органических компонентов (торф, опилки, кора, лигнин), а качестве субстрата используют прессованную солому из расчета 12-16 кг на 1 м² теплиц [7]. Наиболее подходящей является пшеничная солома с полей, не обработанных гербицидами.

Погрузочно-разгрузочные работы составляют порядка 30% от общих затрат при работе с парниковыми грунтами. Весь процесс можно разделить на три операции: а) погрузка (перемещение и перемешивание грунта); б) транспортировка; в) разгрузка. Заготовка, завоз грунтов, их смена – трудоёмкие и дорогостоящие операции

Грунты готовят на отдельной площадке. Бурты торфа и навоза располагают рядом. В поперечном сечении буртов соотношение навоза соблюдается в соответствии с пропорциями. Бурты навоза формируют постепенно, растягивая каждую партию на всю длину бурта, так как партии навоза из различных источников могут отличаться по качеству.

Для формирования буртов используются бульдозеры Д-535. Навоз проходит предварительное биотермическое обеззараживание в течение 3 месяцев. Для перемешивания навоза используются экскаваторы Э-153 и ПЭ-0,8. На поверхность буртов торфа цементовозами вносится известь.

Компостирование происходит в два этапа. На первом этапе предварительно смешивают компоненты экскаватором Э-652 или другим типа «Драглайн» с вылетом стрелы 9...12 м. Используют также погрузчик ПБ-35, навешенный на трактор ДТ-75 с реверсивной коробкой передач. Экскаватором или погрузчиком забирают компоненты из каждого бурта последовательно и укладывают в общий бурт, в котором пропорции компонентов выдерживают в пределах одного кубометра. Затем массу многократно перемешивают погрузчиком непрерывного действия Д-565 или ПНД-250 до однородного состояния. Производительность комплекса из трёх агрегатов (экскаватор, бульдозер и погрузчик) составляет около 600 м³ в смену [8].

На втором этапе смешивание компонентов производится смесителем СПУ-40М или погрузчиком непрерывного действия Д-565 или ПНД-250. Путём двукратного перемешивания этими машинами грунты доводятся до однородного состояния и считаются пригодными к использованию. Преимуществом данной технологии является то, что во всех операциях участвуют только машины общего назначения. Для окончательного перемешивания грунтов применяют многоковшовые погрузчики Д-565.

При наличии высокопроизводительных навозоразбрасывателей ПРТ-10 и ПРТ-16, агрегируемых соответственно с тракторами Т-150 и К-700, можно готовить тепличный грунт послойно. В этом случае на отдельной площадке разбрасывают последовательно торф, навоз, затем опять торф, известь (если необходимо) и т.д. При послойной подготовке не надо бурты с различными компонентами формировать рядом друг с другом: торф, навоз, солому (опилки) можно хранить в разных местах на расстоянии 1...2 км от площадки приготовления. Готовую смесь сгребают бульдозером в поперечном направлении в бурт, затем перебивают погрузчиком Д-565 или ПНД-250.

Таким образом, качество подготовки тепличных грунтов играет большую роль в получении высоких экологически чистых урожаев. Поэтому создавать почвенные смеси максимально плодородными можно только с применением современной усовершенствованной универсальной техники, которую можно использовать не только на открытых площадках, но и в теплицах.

Литература

1. Левченко, Г.В. Погрузчик-смеситель / Г.В. Левченко, П.И. Павлов, И.С. Алексеенко // Патент на полезную модель №87153; МПК В65G67/24, опубли. 27.09.2009, бюл. №27.
2. Левченко, Г.В. Машина для подъёма тепловых регистров / Г.В. Левченко, Н.А. Андреев, С.Л. Медведев, В.М. Подбельский, В.Ф. Левченко // Патент на полезную модель № 127736; МПК В66D 3/00; опубли. 10.05.2013, бюл. № 13.
3. Левченко, Г.В. Результаты исследований погрузчика-смесителя почвы для теплиц [текст] / Г.В. Левченко, А.О. Везилов, П.И. Павлов / Аграрный научный журнал, №8, 2013, с.62...64.
4. Тюрин, И.Ю. Совершенствование технологического процесса досушивания сена на стационаре : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01; Саратовский государственный аграрный университет имени Вавилова Н.И., 2000. 24 с.
5. Тюрин, И.Ю. Принципы и направления модернизации инженерно-технологического обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение. 2011. № 2. С. 47-51.
6. Тюрин, И.Ю. Перспективы развития экспериментальных исследований процесса сушки. [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение, № 5. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2010, с.76...78.
7. www.regnum.ru/news/490901.html
8. Климов, В.В. Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств [текст] / В.В. Климов // – М.: Энергоатомиздат, 1992, с.60-64
9. Ващенко, С.В. Овощеводство защищённого грунта [текст] / С.В. Ващенко // – М.; Колос, 1984, с.151-153.
10. Соколов, Н.М. Обоснование параметров противоэрозионного приспособления для обработки склоновых почв [текст] / Н.М. Соколов / Научное обозрение, № 3. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2012., с.109...112.

References

1. Levchenko, G.V. Truck Mixer / GV Levchenko, PI Pavlov, IS Alexeenko // A utility model patent №87153; IPC B65G67 / 24, published.27.09.2009, Bull. №27.
2. Levchenko, G.V. Machine for lifting heat registers / GV Levchenko NA Andreev, SL Medvedev, VM Podbelsky, VFLevchenko // Patent for utility model number 127736; IPC B66D 3/00; publ. 10.05.2013, Bull. № 13.
3. Levchenko, G.V. Research results truck mixer soil for greenhouses [text] / GV Levchenko SA Vezirov, PI Pavlov / Agricultural Research magazine, №8, 2013, p.62 ... 64.
4. Tyurin, I.Y. Improving the process to finish drying hay hospital: Author. Dis. ... Cand.tehn. Sciences: 05.20.01; Saratov State Agrarian University named after NI Vavilov, 2000. 24 p.
5. Tyurin, I.Y. The principles and directions of modernization of engineering and technological support cropping [text] / IY Tyurin // Scientific Review. 2011. № 2. pp 47-51.
6. Tyurin, I.Y. Prospects for the development of experimental research of the drying process. [Text] / IY Tyurin // Scientific Review, № 5. - Saratov LLC "APEX 94", 2010, p.76 ... 78.
7. www.regnum.ru/news/490901.html
8. Klimov, V.V. Equipment for greenhouses and personal subsidiary farms [text] / VV Klimov // - M.: Energoatomizdat, 1992, s.60-64
9. Vashchenko, S.V. Vegetable protected ground [text] / SV Vashchenko // - M.: Kolos, 1984, s.151-153.
10. Sokolov, N.M. Justification of the parameters for the treatment of anti-erosion devices prone soils [text] / NM Sokolov / Scientific Review, № 3. - Saratov LLC "APEX 94", 2012, p.109 ... 112.


Поиск в Твиттере



Международный Журнал
@JournalResearch

Опубликовать статью, публикация научных статей соискателей, аспирантов, научных сотрудников. Международный научно-исследовательский журнал ISSN 2227-

ТВИТЫ 2 015 ЧИТАТЕЛИ 42

Твиты Твиты и ответы

Международный Журнал @JournalResearch · 1 ч.
Post Edited: PRODUCTIVE EDUCATION MANAGERS IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT [research-journal.org/pedagogy/produ...](http://journal.org/pedagogy/produ...)

Ссылки на новые статьи
Международного научно-исследовательского
журнала Вы сможете найти в **Твиттере**.
<https://twitter.com/JournalResearch>

Оробинская В.Н.¹, Писаренко О.Н.²¹Кандидат технических наук, Северо-Кавказский федеральный университет, филиал СКФУ в г. Пятигорске²кандидат философских наук, Северо-Кавказский федеральный университет, филиал СКФУ в г. Пятигорске

РАЗРАБОТКА МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ НИЗКОЧАСТОТНОГО ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация

Объектом исследования являлось определение оптимальных технологических параметров эффективности процесса экстрагирования антоцианов и др. БАС из отходов плодово-ягодной промышленности при помощи вибрационного экстрактора, а также возможность интенсификации процесса экстрагирования и за счет других параметров: различной концентрации этилового спирта, температуры, частоты и амплитуды колебаний. В процессе работы проведены экспериментальные исследования процесса экстрагирования антоцианов из выжимок черной смородины, определены технологические параметры процесса, обеспечивающие наиболее полный выход антоцианов.

Ключевые слова: функциональные ингредиенты, антоцианы, экстракция, экстрактор, лопасть

Orobinskaya V.N.¹, Pisarenko O.N.²¹PhD in Engineering, North-Caucasus Federal University, branch SKFU in Pyatigorsk²PhD., of the North Caucasus Federal University branch SKFU in Pyatigorsk

DEVELOPING OF LOW WASTE TECHNOLOGIES BY EXTRACTION ACTIVE COMPOUNDS FROM THE A FRUIT RAW MATERIAL OF LOW-FREQUENCY VIBRATION EXPOSURE

Abstract

The object of the study was to determine the optimum operating parameters of the efficiency of the extraction of anthocyanins and other. BAS waste fruit and berry industry with the help of a vibrating extractor, as well as the possibility of intensifying the extraction process, and by other parameters: different concentrations of ethyl alcohol, temperature, frequency and amplitude of oscillation. In the process of experimental studies of the process of extraction of anthocyanins from blackcurrant marc defined process parameters, providing the most comprehensive way of anthocyanins.

Keywords: functional ingredients, anthocyanins, extraction, extractor blade.

Введение

Аппаратурное оформление новых технологических линий, позволяющих получать высококачественные продукты питания и ингредиенты для их производства, требует создания современного высокоэффективного оборудования.

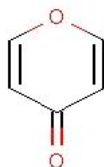
Одно из этих направлений – использование вибрационных технологических установок, реализующих преимущество вибрационного воздействия на интенсификацию технологических процессов.

Как известно, воздействие вибрации позволяет интенсифицировать многие механические и тепловые процессы во много раз [1-4].

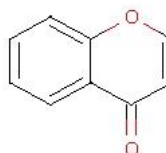
С использованием этого явления разработана большая гамма вибрационного оборудования, нашедшего применение в пищевой, мясной и молочной промышленности.

Объекты и методы

Флавоноиды – вещества широко распространенные в растительном мире и придающие яркую окраску многим цветкам, плодам и листьям. Известно около четырех тысяч флавоноидов. Это гетероциклические соединения с атомом кислорода в кольце. Они являются производными 2-фенил-бензо-γ-пирона, в основе которого лежит дифенилпропановый углеродный скелет, состоящий из C₆—C₃—C₆.



γ-пирон



Бензо-γ – пирон или хромон.

Антоцианы – пигменты, растворенные в вакуолярном соке эпидермальных тканей цветков и плодов, которым они придают розовый, красный, синий или фиолетовый цвета. Они существуют в различных химических формах, окрашенных и бесцветных в соответствии с pH; очень неустойчивы в форме агликона (антоцианидины).

Экстракция – это процесс, в котором одно или несколько веществ извлекают из растворов с помощью растворителя.

Экстрагирование – извлечение ценных веществ из твердых продуктов

Гидромодуль – соотношение сырье : экстрагент .

Низкочастотный вибрационный экстрактор – экспериментальная модель лабораторного низкочастотного вибрационного экстрактора для интенсификации технологического процесса экстракции, отличается конфигурацией перемешивающей лопасти (усеченная призма с перфорированными отверстиями – диаметром 1 см) возможностью регулирования частот вибрационного воздействия (1 – 20 Гц; 2 – 50 Гц) .

К установкам, использующим эффект вибрации для механических процессов относятся вибрационные конвейеры и питатели, сита, смесители, мельницы, активаторы, бункера; к тепломассообменным виброаппаратам – экстракторы, промыватели, реакторы, сушилки, печи, охладители.

Вибрационные питатели и конвейеры имеют длину от 0,5 до 3 м и регулируемую производительность. Вибрационные питатели и конвейеры нашли широкое применение при производстве сухого молока для транспортировки циклонной фракции и готового продукта при бункерном хранении.

Вибросмесители используются для перемешивания сыпучих продуктов: сухого мороженного, регенерируемого молока, сахара с подсластителями и красителями, соли с добавками калия, магния, йода при производстве лечебно-профилактической соли (ЛПС), пряностей и т.д. Вибрация значительно интенсифицирует процесс рассева продуктов при их классификации на сетчатой поверхности.

Вибросита широко используются во многих отраслях пищевой промышленности для рассева сухого молока, зерна, круп, муки и т.д. Вибрация способствует выгрузки сыпучих продуктов из бункеров и других емкостей, препятствуя слеживанию, сводообразованию, зависанию и налипанию продуктов на стенки. На основе этого эффекта разработан параметрический ряд бункеров с виброактиваторами, представляющими собой вибрирующее днище с патрубком выгрузки, устанавливаемое под бункером. С помощью данного аппарата можно регулировать темп разгрузки.

Конструкция **вибромельниц** основана на эффекте вибровоздействия мелющих шаров на измельчаемый продукт на торовой поверхности (мельницы периодического действия) либо в камере на перфорированной поверхности (мельницы непрерывного действия).

Вибропромыватели предназначены для отмывки кусковых материалов размером до 300 мм. Отмывка происходит благодаря перемещению продукта в ванне с водой. В конце желоба, по которому перемещается продукт, имеется участок подъема, на котором при выходе материала из ванны куски домываются водой из форсунок и обезживаются на сетчатой поверхности.

Такие установки используются при мойки моркови, свеклы, яблок, картофеля и т.п.

Сушилки вибрационные конвективные предназначены для сушки нагретым воздухом.

Вибрационные конвейеры-охладители предназначены для охлаждения сыпучих продуктов. Охлаждение происходит либо наружным воздухом, продуваемым через слой продукта, либо водой, подаваемым в соответствующие емкости и рубашку. Производительность охладителей зависит от температурных параметров продукта и уточняется для конкретных условий.

Действие **тепломассообменных вибрационных установок** основано на нескольких эффектах, возникающих при действии вибрации. Этими эффектами являются: направленное виброперемешивание сыпучих и кусковых материалов в воздушной и жидкой средах, интенсивное виброперемещение частиц в слое с образованием виброожиженного и виброкопьящего слоя.

Для проведения массообменных процессов (сорбция, экстракция, кристаллизация, обезжиривание, промывка) в непрерывном и периодическом режиме в системе твердое тело – жидкость разработаны вибрационные реакторы, экстракторы, установки контактирования твердой и жидкой фаз.

Классификация виброэкстракторов



Горизонтальный виброэкстрактор имеет рабочий орган трубчатой формы, куда одновременно в непрерывном режиме подаются твердый продукт и нагретая жидкость. Такими экстракторами оснащены линии по переработке кости на жир и муку.

В вертикальном экстракторе продукт перемещается по винтовому желобу по зоне, куда подается нагретая жидкость от патрубка загрузки до патрубка разгрузки. Экстрактор позволяет реализовать прямоточный и противоточный режимы работы. Используется в получении жира из костей, позволяет сократить время извлечения жира (ранее используемом методом) с 6 часов до 5 – 6 мин в виброэкстракторе. При этом увеличивается количество получаемого жира [1,4]. В соответствии с общими кинетическими закономерностями процессов в пищевой технологии, скорость протекания процесса экстрагирования прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна диффузионному сопротивлению.

Диффузионное сопротивление при экстрагировании складывается из сопротивлений основных стадий процесса - переноса целевого компонента непосредственно в объеме самой жидкости к поверхности и в окружающую её жидкость. Уменьшить диффузионное сопротивление можно путем увеличения кинетических коэффициентов диффузии и массоотдачи и уменьшением размера частиц экстрагируемого объекта [2,3].

Увеличение коэффициента диффузии возможно только повышением температуры процесса или воздействием на внутреннюю структуру объекта.

Увеличить значение коэффициента массоотдачи можно различными способами. В настоящее время распространение получили методы, основанные на использовании различного вида силовых полей: ультра- и инфразвуковое излучение, электрофизическое, электрохимическое, вибрационное и т.п. [2,3].

Сократить продолжительность настаивания и интенсифицировать технологический процесс можно за счет наложения вибрационного поля низкочастотных механических колебаний на взаимодействующие фазы.

При этом создаётся активный гидродинамический режим, значительно сокращается металл – и энергоемкость оборудования.

При воздействии низкочастотных механических колебаний в процессе экстрагирования участвует вся поверхность экстрагируемого вещества, происходит интенсивное обновление межфазной поверхности. Аппараты, в которых используются низкочастотные колебания, характеризуются высокой эффективностью массообмена при большой удельной производительности, что объясняется тем, что подводимая внешняя энергия может равномерно, или в заранее заданном режиме, распределяется по перпендикулярному сечению и высоте аппарата, и нужным образом влияет на поле скоростей взаимодействующих фаз[2,5].

В разработанной экспериментальной модели вибрационного экстрактора, в отличие от других вибрационных экстракторов, низкочастотные воздействия создаются колебательным движением вибрационной лопасти, а не наложением вибрационных колебаний на корпус аппарата.

Мы с целью увеличения выхода целевого продукта изменили вибрационную насадку (лопасть) рис.2. Измененная вибрационная насадка изготовлена из нержавеющей высокопрочной стали в виде двух дисков диаметром 7 см, с перфорированными отверстиями диаметром 3 мм расположенные на расстоянии 10 мм

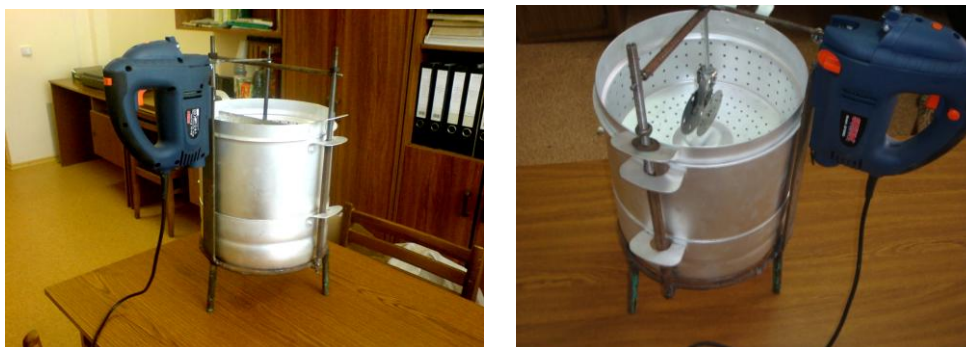


Рис. 1 – Лабораторная установка состоит из 1 – электромагнитного вибрационного привода; 2 – экстракционной камеры; 3 - датчиков ускорения в 2 - х режимах; термостата; рабочей лопасти



а) до изменения конструкции лопасти
лопасть - в виде призмы

б) после изменения
лопасть – в виде 2 – кругов



Рис. 2 – Вибрационная насадка

Поскольку доставка, приемка, хранение и фильтрование проводились общепринятыми методами, то основная часть наших исследований состояла не только в отработке оптимальных режимов экстрагирования, но и в стабилизации антоцианов, нами были исследованы стабилизаторы (1-ая серия экспериментов была проведена с 1% раствор HCl при помощи 55 и 60 %, при температуре экстрагирования 60 °С; 2-ая серия экспериментов с 1 % яблочной кислотой 45 - 50% этиловым спиртом –3 серии по 30 мин в вибрационном экстракторе при температуре 50°С, при помощи низкочастотного вибрационного воздействия в диапазоне 20 – 50 Гц).

В качестве стабилизаторов антоцианов использовали хлороводородную и яблочную кислоту. С точки зрения пищевой безвредности яблочная кислота наиболее подходит по сравнению с HCl и является хорошим антиоксидантом, а наиболее полного извлечения антоцианов добивались, варьируя процентной концентрацией этилового спирта и температурным параметром. Стабилизация антоциановых пигментов черной смородины является достаточно важной проблемой. Наибольшая стабильность отмечается при pH ниже 3. При экстрагировании антоцианов из выжимок черной смородины использовали 1%-й раствор яблочной кислоты, позволяющий проводить процесс экстрагирования при значении pH 2,95.

Степень экстракции (СЭ, %) антоцианов рассчитывали по формуле:

$$СЭ = (A/B) \cdot 100 \quad (1)$$

где А и В - содержание антоцианов мкг в экстракте и навеске выжимок.

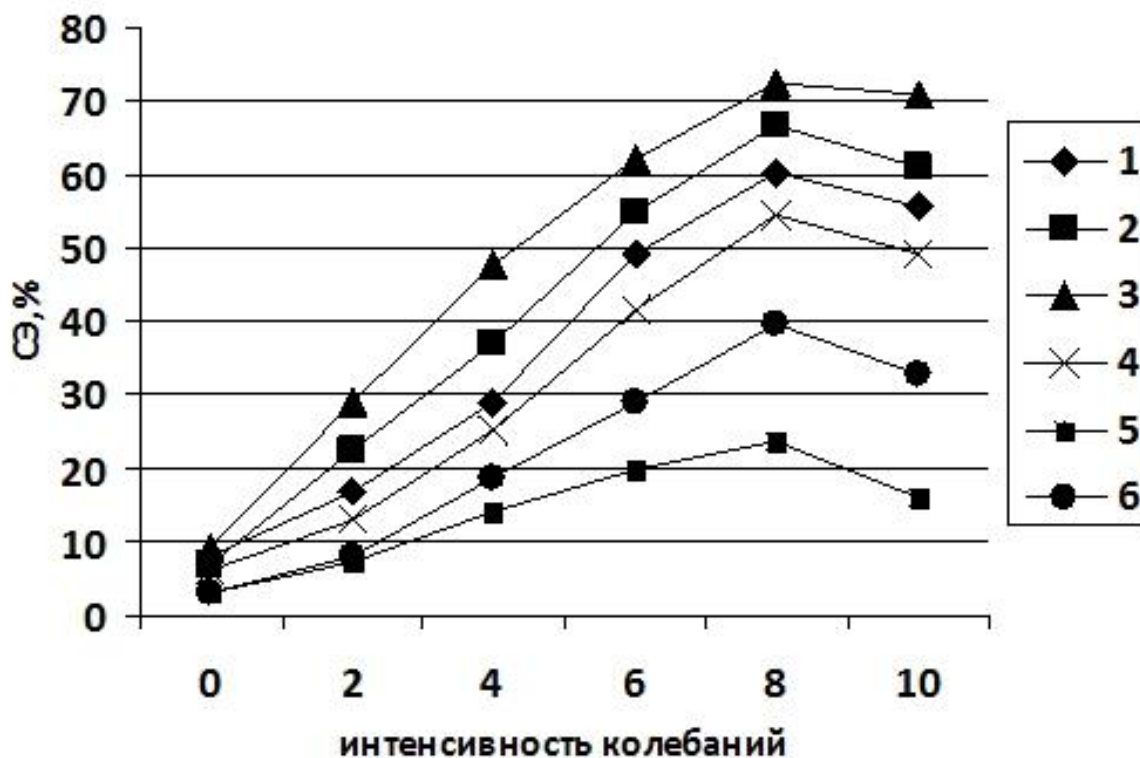


Рис. 3 – Зависимость СЭ антоцианов от интенсивности колебаний (а) в зависимости от температуры: 1-40°C, 2-45°C, 3-50°C, 4-55°C, 5-60°C, 6-65°C; длительности, мин: 1, 6 - 5, 2-10, 3-30 4-15, 5-20; pH: 0,7 – 1,2, 1,5 – 4,5, 2,5 – 3, 2 - 6.

Для учета комплекса технологических свойств сырья, режимных и энергетических параметров используют показатель, характеризующий эффективность вибрационного воздействия – коэффициент интенсивности процесса, Y

$$Y = C / N \cdot \tau \quad (2)$$

где С – количество извлекаемых сухих растворимых веществ, % от содержания в сырье; τ - продолжительность экстрагирования до равновесной концентрации, мин; N – мощность, подводимая к электродвигателю, Вт.

Получены предварительные экспериментальные данные влияния концентрации этанола, температуры и стабилизатора на процент выхода сухих веществ.

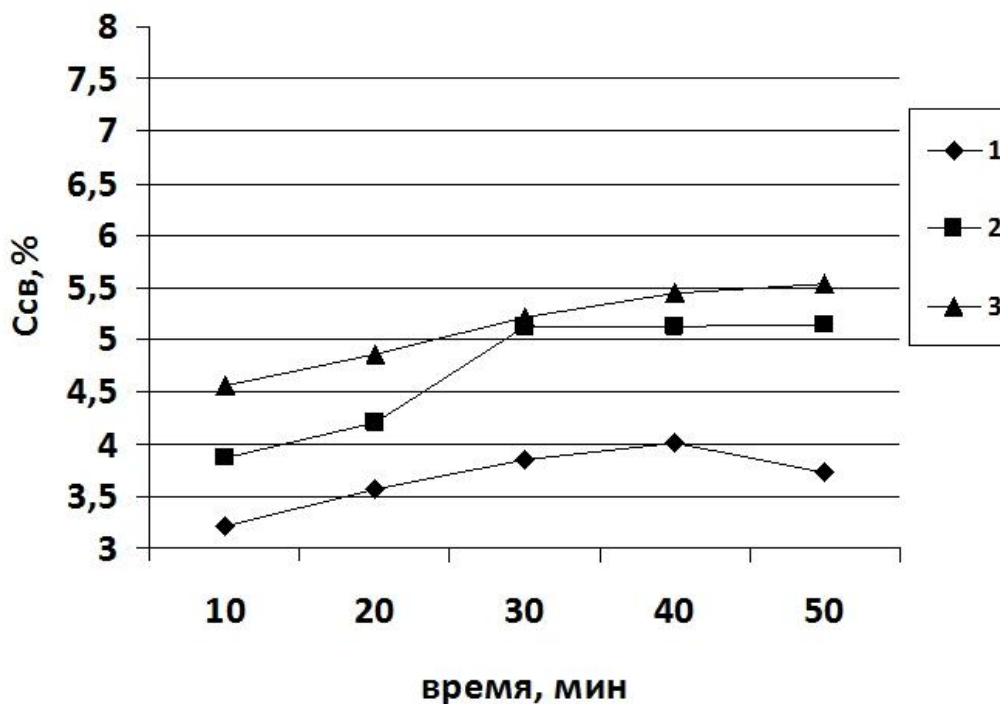


Рис. 4 – Динамика извлечения сухих растворимых веществ 50% этанолом: 1 – традиционный метод, со стабилизатором 1% HCl; 2 – стабилизатор 1 % яблочная кислота 45 - 50% этиловый спирт в вибрационном экстракторе с дисковой вибронасадкой; 3 - 60 % этанол, при температуре экстрагирования 60 °С, с вибронасадкой в виде призмы

Наибольший выход сухих веществ при экстрагировании 55 – 60% этанолом при температуре экстрагирования 60 °С, с вибронасадкой в виде призмы и в качестве стабилизаторов антоцианов 1% яблочной кислоты.

При исследовании шрота оказалось, что в нем еще присутствуют антоцианы, что является поводом для дальнейших исследований. Кроме того необходимо, определить влияние частоты колебаний и амплитуды на процент выхода сухих веществ; определить влияние частоты колебаний и амплитуды на коэффициент интенсивности процесса экстрагирования. Необходимо экспериментально установить и другие параметры интенсифицирующие процесс экстрагирования антоцианов из выжимок черной смородины, чтобы составить технологическую схему получения антоцианов, доработать конструкцию, разработать и предоставить схему полупромышленного вибрационного экстрактора.

Заключение

В результате выполненного этапа работ с целью увеличения выхода целевого продукта изменили вибрационную насадку (лопасть) рис.2. Измененная вибрационная насадка изготовлена из нержавеющей высокопрочной стали в виде двух дисков диаметром 7 см, с перфорированными отверстиями диаметром 3 мм расположенные на расстоянии 10 мм. Не менее важная часть наших исследований состояла не только в отработке оптимальных режимов экстрагирования, но и в стабилизации антоцианов, были исследованы стабилизаторы (1-ая серия экспериментов была проведена с 1% раствор HCl при помощи 55 и 60 %, при температуре экстрагирования 60 °С; 2-ая серия экспериментов с 1 % яблочной кислотой 45 - 50% этиловым спиртом – 3 серии по 30 мин в вибрационном экстракторе при температуре 50°С, при помощи низкочастотного вибрационного воздействия в диапазоне 20 – 50 Гц).

При исследовании шрота оказалось, что в нем еще присутствуют антоцианы, что является поводом для дальнейших исследований. Кроме того необходимо, определить влияние частоты колебаний и амплитуды на процент выхода сухих веществ; определить влияние частоты колебаний и амплитуды на коэффициент интенсивности процесса экстрагирования. Необходимо экспериментально установить и другие параметры интенсифицирующие процесс экстрагирования антоцианов из выжимок черной смородины, чтобы составить технологическую схему получения антоцианов, доработать конструкцию, разработать и предоставить схему полупромышленного вибрационного экстрактора.

Наибольший выход сухих веществ при экстрагировании 55 – 60% этанолом при температуре экстрагирования 60 °С, с вибронасадкой в виде призмы и в качестве стабилизаторов антоцианов 1% яблочной кислоты.

Разработка технологии получения антоцианов и других БАС, и усовершенствование конструкции требуют дальнейших экспериментальных исследований.

Литература

1. Варсановьев В.Д., Колман-Иванов Э.Э. Вибрационная техника в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – с. 32.
2. Членов В.А., Михайлов н.в. Виброкипящий слой. – М.: Наука, 2001. – 67с.
3. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемешивание. – М.: Наука. 1964. – 43с.
4. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Машингостроение, 1976.
5. Зайцев Е.Д. Интенсификация гидромеханических и тепломассообменных процессов при вибрировании и их аппаратное оформление. Автореф. дисс. д-ра тех. наук. – М., 1997, 43.

References

1. Varsonofiev V. D., Coleman-Ivanov E. E. Vibration technique in the chemical industry. – M.: Chemistry, 1985. – S. 32.
2. Members of the V. A., Mikhailov A. V. Vibracije layer. – M.: Nauka, 2001. – S.
3. Blekhman I. I. Janelidze G. Y. Vibrational mixing. – M.: Nauka. 1964. – 43С.
4. Processes and devices of food manufactures. M: Mashinostroenie, 1976. 5. Zaitsev D. E. Intensification of hydro-mechanical and heat and mass transfer processes when vibrating and their instrumentation. Author. Diss.. Dr. of technical Sciences. – M., 1997, 43.

Псхацьева З.В.

Кандидат сельскохозяйственных наук каф. биологии, магистр МАНЭБ,
Горский государственный аграрный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ И ПРОБИОТИКА В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Аннотация

В статье приводятся результаты совместного скормливания пробиотика и сорбента на поросятах-отъемышах.

Ключевые слова: сорбент, пробиотик, поросята-отъемыши, живая масса.

Pskhatsieva Z.V.

PhD in Agriculture cafes. Biology, Master MANEB,
Gorsky State Agrarian University

USE BENTONITE CLAY AND PROBIOTICS IN FEEDING YOUNG PIGS

Abstract

The article presents the results of a joint feeding probiotic and sorbent-weaned piglets.

Keywords: sorbent probiotic piglets, piglets, live weight.

Важное значение в кормлении животных имеют сорбенты. Они положительно влияют и на продуктивные показатели сельскохозяйственных животных, вследствие чего можно добиться получения чистой, с точки зрения экологии, продукции [1, 2].

Наряду с сорбентами положительное действие на организм сельскохозяйственных животных и птицы оказывают и пробиотики. Применение пробиотиков может решить задачи обмена веществ, пищеварения, влияния тяжелых металлов и повышения продуктивности сельскохозяйственной продукции и получения экологически чистой продукции животноводства и птицеводства [3, 4, 5].

Целью работы являлось изучение эффективности совместного скормливания сорбента и пробиотика «Споротермин» в рационах поросят-отъемышей.

Сохранность поросят-отъемышей на протяжении всего опыта составила 100% во всех группах. Падежа животных не наблюдалось.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Характеристика кормления
1	Основной рацион (ОР)
2	ОР + «Споротермин» 0,1% от массы корма
3	ОР + бентонит 3% от массы корма
4	ОР + «Споротермин» 0,1% от массы корма + бентонит 3% от массы корма

n=25

Динамика изменения живой массы поросят-отъемышей представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика живой массы, кг, n=25

Возраст, дней	Группы			
	1	2	3	4
60	18,6±0,07	18,5±0,08	18,5±0,07	18,5±0,07
В % к контролю	100,0	99,51	99,35	99,41
90	30,2±0,12	31,6±0,15	32,7±0,16	33,5±0,17*
В % к контролю	100,0	104,5	108,2	110,9
120	42,8±0,27	45,0±0,13*	46,7±0,11**	48,0±0,10**
В % к контролю	100,0	105,1	109,1	112,2

*- $P \geq 0,01$; ** - $P \geq 0,001$

Из данных, приведенных в таблице 2, можно сделать вывод, что на момент, когда поросята достигли 120 дней, в первой контрольной группе живая масса поросят уступала второй опытной, третьей опытной и четвертой опытной группам достоверно ($P \leq 0,05$) на 5,1, 9,1 и 12,2%, соответственно.

На основании данных живой массы был рассчитан абсолютный и относительный прирост. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели приростов поросят-отъемышей

n=25

Период, дней	Группы			
	1	2	3	4
Абсолютный прирост живой массы, кг				
60-90	11,6	13,0	14,2	15,0
91-120	12,5	13,3	13,9	14,5
60-120	24,1	26,4	28,2	29,5
Среднесуточный прирост живой массы, г				
60-90	386	436	473	500
91-120	418	446	466	483
60-120	402	441	470	492

Данные, полученные при вычислении среднесуточных приростов, приведенные таблице 3, говорят о том, что поросята первой контрольной группы уступали поросятам второй опытной, третьей опытной и четвертой опытной групп на период шестьдесят – девяносто дней на 12,9, 22,5 и 29,5, соответственно.

На период девяносто один – сто двадцать дней соотношение следующее: поросята первой контрольной группы уступали поросятам второй опытной, третьей опытной и четвертой опытной групп на 6,6, 11,4 и 15,5%, соответственно ($P \leq 0,05$).

За весь период выращивания соотношение следующее: поросята первой контрольной группы уступали поросятам второй опытной, третьей опытной и четвертой опытной групп на 9,7, 16,9 и 22,3%, соответственно ($P \leq 0,05$).

Таблица 4 – Потребление и затраты кормов на прирост живой массы поросят-отъемышей за весь опыт

Показатели	Группа			
	1	2	3	4
Среднесуточное потребление корма, кг	1,80	1,76	1,72	1,70
Потребление корма за весь период откорма	109,8	107,3	104,9	103,7
Абсолютный прирост живой массы, кг	24,1	26,4	28,2	29,5
Затраты корма на прирост живой массы, кг	4,5	4,0	3,7	3,5

Затраты кормов на прирост живой массы в первой контрольной группе составили 4,5 кг, во второй опытной группе – 4,0, в третьей опытной – 3,7 и четвертой опытной – 3,5кг, что на 10,7%, 18,2 и 22,6% меньше относительно первой контрольной группы ($P \leq 0,05$).

На основании полученных данных, рекомендуем использовать в рационах поросят-отъемышей 0,1 % «Споротермина» от массы корма и бентонит 3% от массы корма. А также возможно совместное их применение в указанных дозировках.

Литература

1. Фисинин, В.И. Использование природных цеолитов в птицеводстве. Загорск, 1990.- С.20.
2. Шадрин, А.М. Влияние пегассина на переваримость и усвоение питательных веществ яичных кур/ А.М. Шадрин и др.// Применение цеолитов в сельском хозяйстве/ВАСХНИЛ Сиб.отд.-Новосибирск, 1986.-С.36-39.
3. Скворцова, Л.Н. Эффективность использования пробиотиков отечественного производства при выращивании цыплят-бройлеров / Л.Н. Скворцова, Д.В. Оsepчук, Н.А. Пышманцева // Ветеринария Кубани. – 2008. - № 5. – С. 18-19.
4. Горковенко, Л.Г. Эффективность использования пробиотиков «Бацелл» и «Моноспорин» в рационах коров и телят / Л.Г. Горковенко, А.Е. Чиков, Н.А. Омельченко, Н.А. Пышманцева // Зоотехния. – 2011. - № 3. – С. 13-14.
5. Чиков, А.Е. Продуктивное действие пробиотика на молодняк кур-несушек / А. Чиков, С. Кононенко, Н. Пышманцева, Д. Оsepчук // Комбикорма. – 2012. - № 2. – С. 96-97.

References

1. Fisinin, V.I. Ispol'zovanie prirodnyh ceolitov v pticevodstve. Zagorsk, 1990.- S.20.
2. Shadrin, A.M. Vlijanie pegassina na perevarimost' i usvoenie pitatel'nyh veshhestv yaichnyh kur/ A.M. Shadrin i dr.// Primenenie ceolitov v sel'skom hozjajstve/VASHNIL Sib.otd.-Novosibirsk, 1986.-S.36-39.
3. Skvorcova, L.N. Jefferktivnost' ispol'zovanija probiotikov otechestvennogo proizvodstva pri vyrashhivanii cypljat-brojlerov / L.N. Skvorcova, D.V. Osepchuk, N.A. Pyshmanceva // Veterinarija Kubani. – 2008. - № 5. – S. 18-19.
4. Gorkovenko, L.G. Jefferktivnost' ispol'zovanija probiotikov «Bacell» i «Monosporin» v racionah korov i teljat / L.G. Gorkovenko, A.E. Chikov, N.A. Omel'chenko, N.A. Pyshmanceva // Zootehnija. – 2011. - № 3. – S. 13-14.
5. Chikov, A.E. Produktivnoe dejstvie probiotika na molodnjak kur-nesushek / A. Chikov, S. Kononenko, N. Pyshmanceva, D. Osepchuk // Kombikorma. – 2012. - № 2. – S. 96-97.

Соколов Д.С.¹, Фокин С.В.², Попов В.Г.³

¹Министр природных ресурсов и экологии Саратовской области; ²доцент, доктор технических наук; ³профессор, доктор сельскохозяйственных наук, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова

О НЕОБХОДИМОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Аннотация

В статье обоснована необходимость проведения реконструкции защитных лесных насаждений в степном Заволжье на примере защитных лесных насаждений, расположенных на территории Ровенского района Саратовской области. Обоснование проводится в виде исторического анализа развития защитного лесоразведения на территории Саратовской области с конца 1880- годов прошлого века до наших дней. Авторами предлагается на списанных площадях провести создание лесных культур на площади не менее 100-150 га с разработкой перспективных технологий и средств для создания защитных лесных насаждений в сложных природно-климатических условиях степного Заволжья.

Ключевые слова: защитное лесоразведение, степное Заволжье, лесополосы.

Sokolov D.S.¹, Fokin S.V.², Popov V.G.³

¹Ministr Natural Resources and Environment of the Saratov region;

²assistant Professor, PhD in Engineering; ³professor, PhD in Agriculture,
Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

ON THE NECESSITY OF RECONSTRUCTION OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE STEPPE ZAVOLZHE

Abstract

The article substantiates the need for the reconstruction of protective forest plantations in the steppe Zavolzhe the example of protective forest plantations located in the Rivne region of Saratov region. Justification is held in the form of historical analysis of the development of protective afforestation in the Saratov region since the late 1880's of the last century to the present day. The authors propose to carry out the creation of written-off areas of forest plantations in the area of at least 100-150 hectares with the development of advanced technologies and tools for the creation of protective forest plantations in difficult climatic conditions steppes east of the Volga.

Keywords: protective wood cultivation, Zavolzhe steppe, forest belts.

Данную статью хотелось бы начать со слов основателя школы лесоведения Г.Ф. Морозова: «Если бы леса не было, его бы следовало выдумать». Это, в первую очередь, относится к засушливому степному Заволжью. Учитывая важность данного вопроса, ученые и лесоводы занимались степным лесоразведением на территории степного Заволжья с начала 19- го века.

В то время лесистость степного Заволжья в рамках нынешней области составляла всего 5%. Сельское хозяйство страдало от засухи, суховеи сжигали дотла посевы, вымирали от голода целые деревни, села, волости. И спасением от этих невзгод стало планомерное степное лесоразведение.

Появились в степи первые лесополосы, которые создал человек среди бескрайней и бесплодной когда-то степи. Имя этого человека - Нестор Карпович Генко. Ему мы обязаны развитием защитного лесоразведения в степном Заволжье.

Основатель лесоразведения в удельных степях Н.К. Генко начал сажать свои первые лесные полосы в Заволжье с конца 1880-х годов. Он разводил лес по возвышенным сыртам (водоразделам) перпендикулярно сухим юго-восточным ветрам, не опасаясь гибели посадок от недостатка влаги. Много пришлось Н.К. Генко бороться с оппонентами за долгосрочное проведение работ по лесоразведению в степном Заволжье.

Труд талантливого лесовода не пропал даром и согласно постановлению СНК СССР от 1931 года все насаждения в Саратовском Заволжье, созданные Н.К. Генко выделены в защитные леса, охраняющие почву, овраги и песчаные склоны от размыва, оказывающие благотворное влияние на режим влаги в прилегающих полях.

Защитное лесоразведение с середины 19-го столетия осуществлялось за счет бюджетного финансирования и до 1917 года создано свыше 200 тыс. га защитных лесных насаждений (ЗЛН). Наибольший рост научного, учебного, производственного развития лесоразведения и лесомелиорации связан с советским периодом истории страны, когда была создана широкая сеть лесхозов, НИИ, вузов, факультетов (в т.ч. лесомелиоративный факультет саратовского СХИ, организованный Н.И. Сусом в 1922 г.).

Продолжение истории защитного лесоразведения в степном Заволжье связано с изданием в 1918 г. декрета о лесах, который содержал программу развития защитных лесов. В тяжелые годы Великой Отечественной войны выделялись материальные средства, людские ресурсы на продолжение работ по степному лесоразведению. Поэтому в 1942 г. основан Ровенский межлесхоз в с. Ровное Саратовской области.

Созданный советским правительством Ровенский лесхоз стал передним краем защиты земель района перед угрозой от надвигающихся песков. Основным видом деятельности предприятия являлось лесоводство, но велась деятельность и по другим направлениям, в частности создан лесной питомник, который являлся одним из лучших в области.

Так же лесхоз имел свое подсобное хозяйство (более 400 га пашни), занимаясь выращиванием бахчевых (арбузы, дыни, тыква), суданки, зерновых культур(ячмень, просо), что давало хорошую возможность оставаться крепким лесхозом и в больших объемах осуществлять создание лесных культур в непростых климатических условиях степного Заволжья. Так за прошедшие 50 лет (с 1964 г. по 2012 г.) лесхоз высадил на неплодородных землях Ровенского района - 3666,0 га лесных насаждений.

К сожалению, из-за слабого бюджетного финансирования и отсутствия самостоятельных заработков в ноябре 2012 года Ровенский лесхоз ликвидирован. Но созданные с большим трудом полесозащитные полосы и крупные лесные массивы в Ровенском районе (около с. Александровка и с. Песково) не остаются брошенными. Вокруг сосновых и лиственных массивов ежегодно проводятся мероприятия, направленные на предотвращение пожаров и других негативных явлений.

Ценность данных лесных насаждений состоит в том, что они созданы на Приволжских песках в Левобережье, расположенных по течению р. Волги и ее притокам Большому и Малому Караману, Еруслану. На этих песках в процессе почвообразования появились глинистые частицы - гумус, а также элементы минерального питания.

К настоящему моменту на них сформировались типчаково-ковыльные степи с черноземовидными супесчаными почвами. Их отличительной особенностью является подверженность ветровой эрозии, в связи с чем они образуют хрупкий природный ландшафт и требуют бережного к ним отношения.

Неумеренная пастбища скота и бессистемное земледелие привело к тому, что степи лишились естественной защиты в виде травянистого покрова и под действием ветра пришли в движение.

К сожалению, лесные культуры Ровенского района за прошедшие десятилетия потеряли значительные площади из-за засухи, потравы скотом, заносов песком. Поэтому в данных районах проводить мероприятия по реконструкции лесных массивов. Только за последние 10-20 лет в Ровенском районе списано 1322,0 га лесных культур, пострадавших от неблагоприятных условий произрастания.

Учитывая вышесказанное, на списанных землях с преобладанием песчаных почв, необходимо создать лесные культуры на площади не менее 100-150 га. Для повышения долговечности, устойчивости и продуктивности защитных лесных насаждений (ЗЛН) и лесных культур в засушливых регионах, к которым относится территория степного Заволжья, требуется введение в насаждения ценных, долговечных и быстрорастущих пород, таких как сосна обыкновенная и лиственница сибирская [1,2].

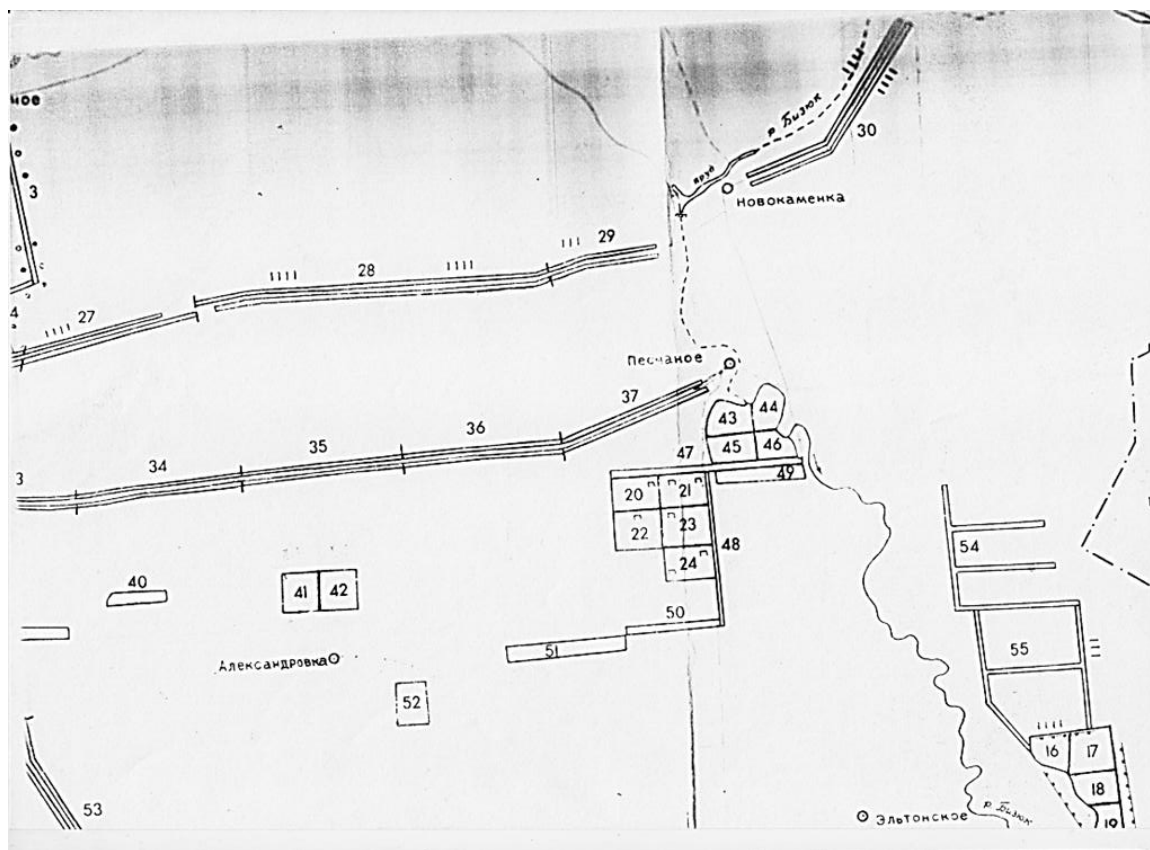


Рис. 1 – Карта-схема места проведения работ по реконструкции защитных лесных насаждений в Ровенском районе Саратовской области

Это позволит более экономично использовать средства по уходу за растениями и вовремя уберечь насаждения от пожара. Используя накопленный опыт по посадке больших площадей на начальном этапе, можно ежегодно осваивать пустующие площади лесного фонда. На рисунке 1 представлена карта-схема места проведения работ по реконструкции защитных лесных насаждений.

Проведение работ по реконструкции защитных лесных насаждений Ровенского района, указанных на карте-схеме, позволит министерству природных ресурсов и экологии Саратовской области создать на их базе совместно с учеными Саратовского государственного аграрного университета крупный региональный научно-исследовательский центр по изучению и внедрению в производство инновационных разработок, связанных с технологиями и средствами для ведения агролесомелиоративных работ в условиях степного Заволжья.

Одним из перспективных направлений может являться организация рационального использования древесных отходов от рубок ухода, санитарных и других видов рубок. Практический опыт агролесомелиоративных мероприятий показывает, что с развитием химической и химико-механической переработки древесного сырья возможно

использовать сучья, ветви, вершины, пни, кору. При этом отходы лесосечных работ должны быть заготовлены и переработаны на технологическое сырье в виде щепы [3,4].

В заключение следует отметить, что основоположник защитного лесоразведения профессор В.В. Докучаев сказал: «Лес в степи - это счастье». Хочется добавить: трижды счастье, если этот лес выращен на песках.

Литература

1. Шабаяев А.И. Концептуальные основы адаптивно-ландшафтного агролесомелиоративного обустройства земель в Поволжье [Текст] / А.И. Шабаяев, П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, Т.Н. Ковалева, А.Н. Ковалев // Нива Поволжья-2011.- № 3- С. 49-55.

2. Проездов, П.Н. Лесомелиорация в начале 21 века: проблемы, концептуальные основы и перспективы развития [Текст] / П.Н. Проездов // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова- 2003. – С. 79– 83.

3. Фокин, С.В. О применении устройства для измельчения порубочных остатков при реконструкции защитных лесонасаждений [Текст] /В.В. Цыплаков, С.В. Фокин // Научное обозрение.-2011.-№ 5- С.253-257.

4. Устройство для измельчения порубочных остатков : Пат. 2354545 Рос. Федерация : А 01 G 23/06 [Текст] / Цыплаков В. В., Шпортько О. Н., Фокин С.В. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – № 2007147160 ; заявл. 18.12.2007 ; опубл. 10.05.2009, Бюл. № 13.

References

1. Shabayev, A.I. Conceptual bases of adaptive-landscape agroforestry arrangement of land in the Volga region [Text] / A.I. Shaban, P.N. Proesdov, D.A. Mashtakov, T.N. Kovalev, A.N. Kovalev // Niva Povolzhya- 2011.- № 3- S. 49-55.

2. Proesdov, P.N. Forest melioration at the beginning of the 21st century: challenges and prospects of the conceptual foundations of development [Text] / P.N. Proesdov // Bulletin of Saratov State Agricultural University them. N.I. Vavilov 2003. - P. 79- 83.

3. Fokin, S.V. On the application of the device for shredding logging residues in the reconstruction of protective forests [Text] /V.V. Zyplakov, S.V. Fokin // Scientific obozrenie.-2011.-№ 5- S.253-257.

4. Ustroystvo for shredding logging residues: Pat. 2354545 Ros. Federation: A 01 G 23/06 [Text] / V.V. Zyplakov, O.N. Shportko, S.V. Fokin ; applicant and patentee FSEI NPE "Saratov SAU". - № 2007147160; appl. 18.12.2007; publ. 10.05.2009, Bull. Number 13.

Сперцяня А.С.¹, Кетько Н.В.²

¹Аспирант, ²доктор экономических наук, доцент,

Волгоградский государственный технический университет

ЦИКЛИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКЕ РОССИИ

Аннотация

В статье рассматривается один из важных элементов системы кризисных явлений – аграрный кризис. В настоящее время изучение аграрных кризисов является актуальным направлением среди обострения в вопросах обеспечения населения всего мира необходимыми продуктами сельского хозяйства. Для выявления закономерностей возникновения и протекания циклических процессов в аграрном секторе необходимо подробно рассмотреть историю его развития, определить повторяемость и последовательность появления тех или иных событий.

Ключевые слова: кризис, аграрный кризис, финансовый кризис, экономический кризис, математические методы, экспертные оценки.

Spertsyan A. S.¹, Ketko N. V.²

¹Postgraduate, ²PhD in Economics, Associate professor

Volgograd State Technical University, Volgograd

THE CYCLIC PHENOMENA IN RUSSIA'S AGRARIAN ECONOMY

Abstract

The article is concerned with one of the crucial elements of crisis phenomena system - agrarian crisis. At the present time studying of agrarian problems is the actual trend in the light of aggravation questions in regard to providing the population with necessary products of agriculture. For revealing the nascency regularities and behavior of cyclic processes in agrarian sector it is necessary to consider the history of its development in detail, to define the repeatability and emergence sequence of these or those events.

Keywords: crisis, agrarian crisis, financial crisis, economic crisis, mathematical methods, expert assessment.

Вопросы циклических процессов, протекающих в экономических системах давно стоят в центре внимания экономистов. Зарубежными учеными - основателями исследований циклических процессов в экономике, являются Э.Аткинсон, К.Маркс, Дж.Гелбрейт, Дж.М. Кейнс, У. Митчелл, П. Самуэльсон, Дж. Стиглиц, Э. Хансен, Дж. Хикс, Й.Шумпетер, М.Фридмен. В настоящее время исследование циклических процессов является очень актуальным, существует множество теорий и научных школ, которые можно классифицировать по следующим группам:

1. **экзогенные:** сторонники "внешних" теорий утверждают, что циклы возникают из-за внешних факторов (научных открытий, географических экспансий, открытия новых месторождений, изменения численности населения, взаимодействия с другими странами и др.). Так психологическая теория А.Пигу объясняла, что циклы вызваны ожиданиями общества и социальными причинами.

2. **эндогенные:** причины циклическости искали внутри самой экономики, то есть влиянием внутренних факторов (колебания спроса, предложения, инвестиций, потребления и т.д.). А все фазы цикла(в том числе и кризисы) считались нормальными и неизбежными периодами хозяйственной жизни.

3. **эклeктичные:** основаны на сочетании внешних и внутренних факторов. Внешние к экономической системе факторы дают первоначальный импульс, а внутренние (экономические) факторы преобразуют эти импульсы в циклические колебания.

В экономической теории существует множество определений кризиса, обобщив можно сказать, что кризис определяется как глубокое расстройство функционирования системы, характеризующееся снижением рыночной конъюнктуры и обострением противоречий между ее составными элементами, которые имеют различные причины, характер, последствия и масштабы.

Кризис является разрушительным, поскольку нарушает макроэкономическое равновесие и вызывает:

- перепроизводство с последующим падением объемов производства;
- падение товарных цен;
- рост безработицы;
- падение уровня реальной заработной платы, прибыли предприятий, жизненного уровня населения;
- снижение платежеспособного спроса населения;
- уменьшение объемов оптовой и розничной торговли;
- крах денежно-кредитных отношений;
- нарастание объемов взаимных неплатежей;
- рост нормы ссудного процента;
- нехватку денежной массы, массовое обесценение капитала, сворачивание инвестиционных процессов;
- падение курса акций, биржевую панику;
- массовые банкротства предприятий;
- рост социальной напряженности в обществе.

В настоящее время циклическое развитие любой системы является установленным фактом. В связи с этим одной из основных проблем изучения развития системы является предсказание наступления фазы спада или кризиса. Разрушительное воздействие кризисов на элементы системы отрицательно влияет на все показатели ее развития. Поэтому изучение кризисов и циклических колебаний системы является актуальным и в современных условиях, несмотря на широкую изученность данной проблемы. К настоящему моменту акцент делается на изучение и предсказание кризисных явлений в финансовой и экономической сфере. Учеными выделены и подробно описаны финансовый и экономический кризисы, они классифицированы по различным признакам. Однако авторы считают, что существует не два – финансовый и экономический, а три вида базовых циклов: финансовый, экономический и аграрный.

С развитием капитализма процесс воспроизводства в сельском хозяйстве тесно переплетается с процессом воспроизводства в промышленности, поэтому сельское хозяйство, как и другие системы, развивается циклически и, следовательно, такое развитие порождает кризисные фазы – аграрные кризисы.

Тема аграрных кризисов является малоизученной в современных исследованиях. В научной и учебной литературе в основном представлена трактовка аграрного кризиса, как кризиса перепроизводства сельскохозяйственной продукции, приводящего к падению цен на продукцию аграрного сектора.

В свете прогрессивного роста численности населения планеты, истощения ресурсов, роста потребности в продовольственных продуктах, проблема аграрных кризисов не только сохраняется, но усиливает свою актуальность.

В свете малоизученности вопросов аграрных кризисов, для прогнозирования моментов их возникновения и характера протекания необходимо более глубокое понимание его характерных особенностей.

Для этого авторы:

- выявили характерные признаки и отличительные черты аграрного кризиса от других кризисов;
- выявили возможные причины возникновения и последствия его протекания;

Анализ существующих научных работ и исследований аграрных кризисов выявил, что к настоящему моменту учеными выделено три группы причин возникновения:

4. причиной аграрных кризисов является действие закона убывающего плодородия почвы, то есть сводится к естественным особенностям сельского хозяйства;

5. причинами аграрных кризисов являются особенности развития техники как таковой. В этом случае аграрные кризисы представляют неизбежное следствие, результат приспособления сельского хозяйства к новому уровню техники;

6. причинами аграрных кризисов являются - падение цен на сельскохозяйственную продукцию, понижение доходности сельского хозяйства, диспаритет сельскохозяйственных и промышленных цен, ростом налогов, кредитной и ипотечной задолженности, земельной ренты и цены земли. В последнем случае причины возникновения аграрных кризисов замещаются их последствиями.

Также авторами было выявлено, что к настоящему времени не существует четкого определения, позволяющего выделить аграрный кризис в отдельную категорию. А также отсутствует развернутое описание его характерных черт.

В связи с вышеизложенным авторами сформулировано определение аграрного кризиса.

Аграрный кризис – это кризис, возникающий под воздействием природных условий, который приводит к изменению цен на сельскохозяйственную продукцию. Данный вид кризиса служит толчком к нарушению экономической системы.

К характерным чертам аграрного кризиса можно отнести:

1. Особенности протекания:
 - 1.1. охватывает только сельское хозяйство;
 - 1.2. имеет циклический характер;
 - 1.3. является значительно более длительными, чем промышленные кризисы.

1.4. усиливается процесс дифференциации сельскохозяйственных производителей;
 1.5. ускоряется концентрация капитала в сельском хозяйстве;
 1.6. вытесняются миллионы мелких и средних фермеров;
 1.7. фермерская земля в больших масштабах переходит в руки сельскохозяйственных и промышленных корпораций, банков, государства.

2. Основными формами проявления аграрных кризисов являются:

2.1. рост нереализуемых запасов сельскохозяйственных товаров;
 2.2. падение фермерских цен на них, уничтожении части не находящихся спроса сельскохозяйственных товаров;
 2.3. сокращение объема сельскохозяйственного производства;
 2.4. ускорение дифференциации товаропроизводителей в сельском хозяйстве
 2.5. усиление аграрного перенаселения, рост безработицы и падение реальной заработной платы сельскохозяйственных рабочих.

Аграрный кризис, возникнув в одном географическом регионе, может усилиться и охватить страну в целом, группу стран или перерасти в глобальный аграрный кризис.

Аграрные циклы как финансовые и экономические по длительности волны можно разделить на долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные.

В процессе проведения исследования авторами была изучена динамика основных показателей аграрного комплекса по России за период более чем 80 лет. Исходя из специфики аграрного сектора, массив данных был разделен на две группы, отражающие два направления – растениеводство и животноводство. На основе анализа динамики показателей двух глобальных отраслей сельского хозяйства был сделан вывод, что аграрной системе присущи долгосрочные кризисы. Авторами были построены два вида длинных волн по отрасли животноводство (рис.1) и по отрасли растениеводство (рис.2). Изученные характер и виды волн позволяют сделать следующие выводы:



Рис.1. – Валовой сбор зерна (млн. тонн)



Рис. 2. – Поголовье скота (на конец года, в хозяйствах всех категорий, миллионов голов)

Как видно из рисунка 1 у долгосрочного аграрного цикла можно выделить следующие фазы:
 фаза оживления с 1945 по 1960 гг.;

фаза роста с 1960 по 1990 гг.;

фаза кризиса с 1990 по 2010 гг.

фаза стагнации с 2010 по сегодняшний день.

В фазе кризиса в периоде с 1970 по 1980 гг. выявлена латентная фаза.

Из рисунка 2 можно определить следующие фазы:

фаза оживления с 1930 по 1960 гг.;

фаза роста с 1960 по 1980 гг.;

фаза кризиса с 1980 по 2010 гг.

фаза стагнации с 2010 по сегодняшний день.

Проведя сравнительный анализ рисунка 1 и рисунка 2 и можно сделать следующие выводы:

1. В обоих циклах за период с 1930 по 1960 гг. наблюдается фаза оживления;
2. в обоих циклах в периоде выявлена латентная фаза(валовой сбор зерна с 1970 по 1980 гг., в поголовье скота с 1980 по 1990 гг.);
3. Фаза стагнации совпадает у обоих циклов.

Рассмотрим цикл валового сбора зерна и поголовье скота за 20 лет с шагом 5 лет.

ВАЛОВОЙ СБОР ЗЕРНА МЛН.Т.

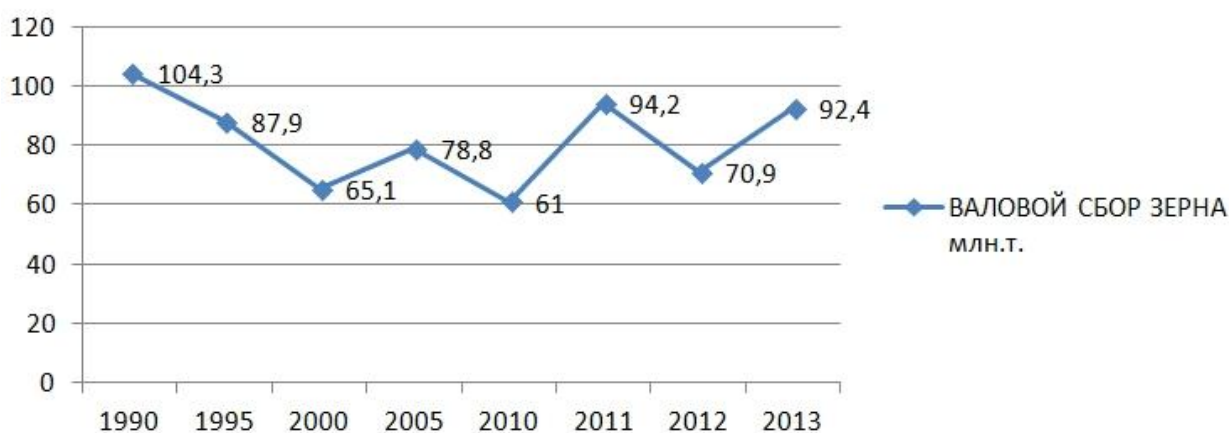


Рис.3. – Валовой сбор зерна за 20 лет.

ПОГОЛОВЬЕ СКОТА

(на конец года; в хозяйствах всех категорий; миллионов голов)

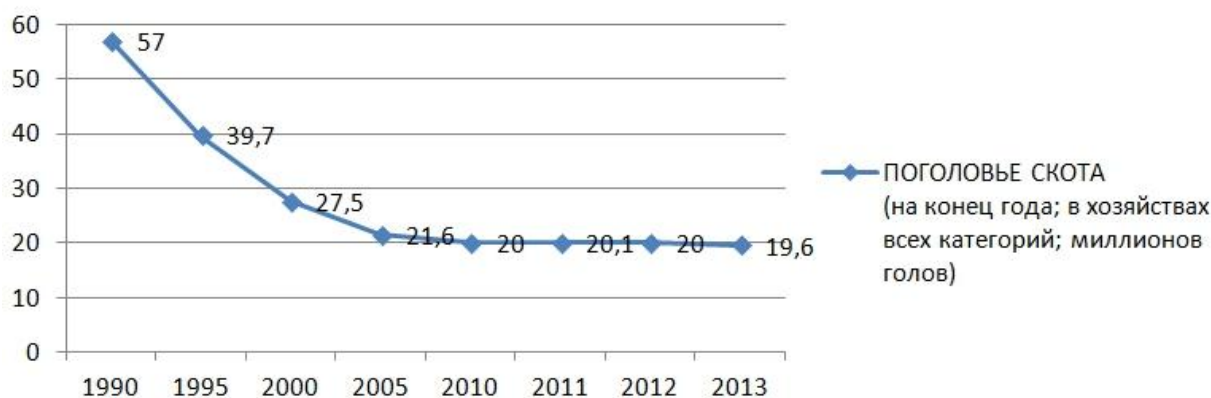


Рис.4. – Поголовье скота за 20 лет

Сравнительный анализ рисунка 3 и рисунка 4, отражающих среднесрочный цикл, выявил, что в аграрном секторе отсутствует ярко выраженные среднесрочные колебания, отсутствует повторяемость циклов и динамика показателей не совпадает



Рис. 5. – Валовой сбор зерна за 10 лет

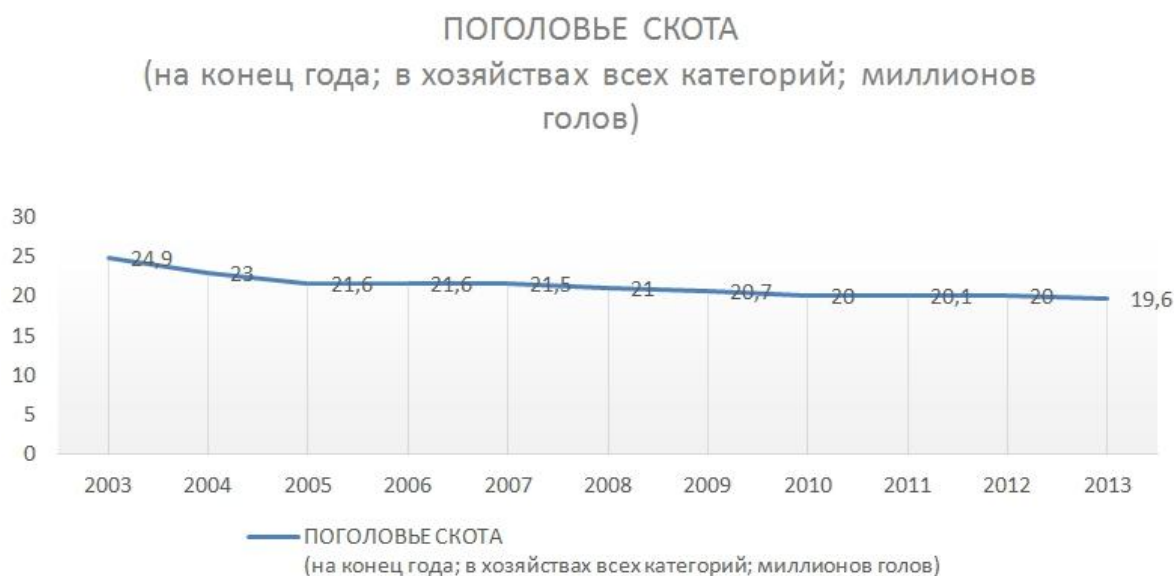


Рис. 6. – Поголовье скота за 10 лет (шаг 1 год)

Анализ показателей за 10 лет, для определения протекания краткосрочных кризисных явлений в аграрном секторе, также выявил отсутствие явных циклических колебаний, достоверно повторяющихся в течение 10 лет. Таким образом, можно сделать вывод, что для аграрного сектора характерны длительные периодические колебания, вызванные различными причинами, а среднесрочные и краткосрочные циклы не имеют периодического характера и постоянной повторяемости.

Литература

1. Российский статистический ежегодник. 2013: Стат.сб. / Росстат / под ред. А.Е.Суринов. – М., 2013. – 717 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2012: Стат.сб./Росстат. / под ред. А.Е.Суринов. – М., 2012. – 786 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2003: Стат.сб. / Госкомстат / под ред.В. Л. Соколин. – М., 2003. – 705 с.
4. Меньшиков С.В., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике. – М.:Международные отношения, 1989. – 274 с.

References

- 1 Russian statistical annual. 2013 / A.E. Surinov (Ed.). М., 2013.717 p.
2. Russian statistical annual. 2012/ A.E. Surinov (Ed.).М., 2012. – 786 p.
3. Russian statistical annual 2003 / V.L. Sokolin (Ed.). М., 2003. – 705 p.
4. Menshikov S.V., Klimenko L.A. Long waves in economy. М.: Internationalrelations, 1989. 274 p.

Тюрин И.Ю.

Кандидат технических наук,

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ОТ ПРОДУВАЕМОГО ВОЗДУХА**Аннотация**

Технологический процесс сушки должен опираться на закономерности отдачи влаги срезанными растениями и изменения качества высушиваемой массы на отдельных этапах сушки в зависимости от свойств самих растений и способов их сушки. Знание этих закономерностей позволяет выбрать наилучший режим сушки, а также технологические средства применительно к различным климатическим условиям, различным видам трав.

Ключевые слова: влажность, влагообмен, сушка, травы, обезвоживание.

Tyurin I.Y.

¹PhD in Engineering, FSBEI HPE "Saratov SAU" named after N.I. Vavilov**STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE EQUILIBRIUM HUMIDITY OF THE BLOWN AIR.****Abstract**

Drying process must be based on impact patterns moisture cut plants and changes in the quality of the dried mass at different stages, depending on the drying properties of the plants and methods of drying. Knowledge of these laws allows you to choose the best mode of drying, as well as technological tools for different weather conditions, different types of herbs.

Keywords: humidity, moisture, drying, herbs, dehydrated.

В разных природно-климатических зонах технологические сдвиги во времени между отдельными операциями уборки трав различны. Зависят они в основном от принятой технологии, температуры и влажности воздуха, урожайности и биологического состава корма [1-7].

Травы, как объект сушки, представляют собой сложное органическое соединение и по своей структуре их можно отнести к сложным коллоидным капиллярно-пористым материалам. Влажность свежекошенной растительной массы в зависимости от вида культуры колеблется от 70 до 80%, а влажность сена, которое может храниться без плесневения, не должна превышать 17...18%. В период снижения влажности растительной массы, то есть в период сушки, происходят качественные изменения питательных веществ и витаминов.

Обезвожить срезанные растения можно несколькими путями: механическим способом (отжимом), с помощью влагопоглощающего вещества (контактный метод), химическим способом или тепловой сушкой.

Как известно, механика газов является наукой о законах равновесия и движения газов.

Передача теплоты от продуктов горения (при использовании нагревателей потока воздуха) к нагревательным предметам зависит от многих факторов и в том числе от характера движения продуктов горения; поэтому рациональная организация движения газов – одно из условий успешной работы сушильной установки. В связи с этим, по законам газовой механики определяют сопротивления, оказываемые движущимся газам в сушилках, печах, каналах, трубопроводах и т.д., в зависимости от которых выбирают вентиляторы, дымососы, дымовые трубы [1-5].

Иными словами, в обычных условиях сушки активным вентилированием невозможно достичь полного удаления влаги из растительной массы. Кроме того, остаточная влажность капиллярно-пористого тела, зависит от влажности продуваемого воздуха (ϕ). Теоретически при $\phi = 0$ остаточная влажность капиллярно-пористого тела $W=0$. Однако, реально всегда $\phi > 0$ и следовательно $W > 0$. Таким образом, каждому значению влажности продуваемого воздуха, в равновесии, соответствует вполне конкретное значение остаточной влажности сена. Эту влажность растительной массы и называют равновесной [1,2].

Процесс насыщения продуваемого воздуха влагой характеризуется качественно тем, что всегда существует внутри толщ высушиваемой растительной массы достаточно четко выделенная зона малой толщины (по сравнению с полной толщиной высушиваемого материала). Ниже этой зоны устанавливается равновесная влажность сена, а влажность воздуха его температура равны соответственно относительной влажности и температуре подаваемого воздуха. А выше - устанавливается равновесие между исходной влажностью растительной массы и относительной влажностью продуваемого воздуха, при которой (при данной температуре влажного сена) также прекращается влагообмен. Это обусловлено влагоемкостью воздуха при данной температуре. Такую равновесную влажность продуваемого воздуха также можно определить зависимостью ϕ ($W_{\text{сена}}$), $t = \text{const}$, приведенной В.И.Петрушевичем. При достаточно высокой влажности высушиваемой растительной массы (68...85%) и средней температурой высушиваемой массы 30...40°C (тем более при $t = 40^\circ\text{C}$) равновесная влажность продуваемого воздуха будет близка или равна 100%. Только при достаточно низкой исходной влажности растительной массы (40...50%) равновесная влажность воздуха выше зоны высушивания будет меньше 100%, но больше 90%. Этот анализ необходим для правильного использования известной I-d диаграммы в расчетах адиабатического процесса сушки растительной массы активным вентилированием [1,2].

Зона высушивания в процессе сушки непрерывно движется по потоку продуваемого воздуха. Скорость движения этой зоны и определяет кинетику процесса сушки. В условиях наличия равновесия ниже и выше зоны высушивания, очевидно, постоянна и определяется количеством нагнетаемого воздуха в единицу времени (обычно в м³/ч). Поскольку пористая толща растительной массы обладает определенным как ламинарным, так и турбулентным обтеканием воздуха пористой преграды, возникают силы аэродинамического сопротивления потоку воздуха в растительной массе [1,2]:

$$F_{\text{аэро}} = C_{\text{лам}} \cdot V + C_{\text{турб}} \cdot V^2$$

где V – скорость воздушного потока, м/с;

$C_{\text{лам}}$, $C_{\text{турб}}$ – соответственно аэродинамические коэффициенты для ламинарного и турбулентного потока воздуха.

Следовательно, при разработке систем для сушки растительной массы на сено активным вентилированием необходимо стремиться к снижению динамического давления и повышению статического. Снижения динамического давления можно достичь за счет уменьшения скорости движения потока воздуха в воздухораспределительной системе, установив на его пути распределители. Тогда, давление воздуха в канале будет снижаться в результате перемешивания и аэродинамических ударов, вызываемых изменением направления движения потока [1,2].

С учетом выше изложенного можно сделать вывод, что комплекс технологических приемов, которые используются при заготовке кормов для зимнего содержания животных, должен обеспечивать максимально возможное сохранение их полезных питательных веществ, сочетания рациональных схем подвода и удаления тепла. А для этого необходимо совершенствовать технику, используемую при заготовке корма, которая должна быть обусловлена комплексом характеристик материала как объекта сушки, номенклатурой выпускаемого оборудования, особенностями производства, позволяя сократить механические потери при скашивании, ворошении, транспортировке к месту хранения, сушке и раздаче непосредственно скоту.

Литература

1. Тюрин, И.Ю. Совершенствование технологического процесса досушивания сена на стационаре: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01; Саратовский государственный аграрный университет имени Вавилова Н.И., 2000. 24 с.
2. Тюрин, И.Ю. Совершенствование процесса досушивания сена [текст] / Монография / Saarbrücken, 2012
3. Тюрин, И.Ю. Перспективы развития экспериментальных исследований процесса сушки. [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение, № 5. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2010, с.76...78.
4. Тюрин, И.Ю. Принципы и направления модернизации инженерно-технологического обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур [текст] / И.Ю. Тюрин // Научное обозрение. 2011. № 2. С. 47-51.
5. Тюрин, И.Ю. К вопросу об искусственных способах заготовки продуктов растениеводства при эксплуатации сушилок [текст] / И.Ю. Тюрин, М.Ю. Тельнов, Ф.В. Лобжа // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития., №1. – Москва, Изд. МИИ Наука, 2012, с. 160-164.
6. Левченко, Г.В. Устройство для упорядоченной укладки рулонов грубых кормов [текст] / Г.В. Левченко, В.Н. Соколов, А.В. Ракутина / Научное обозрение, № 3. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2014., с. 38...41.
7. Соколов, Н.М. Обоснование параметров противозрозионного приспособления для обработки склоновых почв [текст] / Н.М. Соколов / Научное обозрение, № 3. – Саратов, ООО «АПЕКС-94», 2012., с.109...112.

References

1. Tyurin, I.Y. Improving the process to finish drying hay hospital: Author. Dis. ... Cand. tehn. Sciences: 05.20.01; Saratov State Agrarian University named after NI Vavilov, 2000. 24 p.
2. Tyurin, I.Y. Improving the process of dryness hay [text] / Monograph / Saarbrücken, 2012
3. Tyurin, I.Y. Prospects for the development of experimental research of the drying process. [Text] / IY Tyurin // Scientific Review, № 5. - Saratov LLC "APEX 94", 2010, p.76 ... 78.
4. Tyurin, I.Y. The principles and directions of modernization of engineering and technological support cropping [text] / IY Tyurin // Scientific Review. 2011. № 2. pp 47-51.
5. Tyurin, I.Y. On the question of artificial methods of harvesting food crop dryers in operation [text] / IY Tyurin, MY Telnov, FV Lobzha // National Economy. Questions of innovation development., №1. - Moscow, Ed. Of Sciences, 2012, p. 160-164.
6. Levchenko, G.V. Device for orderly stacking bales of roughage [text] / GV Levchenko, VN Sokolov, AVRakutina / Scientific Review, № 3. - Saratov LLC "APEX 94", 2014, p. 38 ... 41.
7. Sokolov, N.M. Justification of the parameters for the treatment of anti-erosion devices prone soils [text] / NM Sokolov / Scientific Review, № 3. - Saratov LLC "APEX 94", 2012, p.109 ... 112.

Шевченко Д.А.¹, Сивоконь Ю.В.²¹Кандидат сельскохозяйственных наук, ²кандидат географических наук,
Ставропольский государственный аграрный университет**ВЛИЯНИЕ СТОКА ТАЛЫХ ВОД НА ВОДНУЮ ЭРОЗИЮ ПОЧВЫ****Аннотация**

В статье рассмотрено влияние стока талых вод на водную эрозию почвы на территории Ставропольской возвышенности. Водную эрозию вызывают атмосферные осадки, образующие поверхностный сток. Объемы стока талых вод зависят от высоты снежного покрова, экспозиции склона и температурного режима в период таяния снега.

Ключевые слова: водная эрозия, сток, уклон, смыл, почва

Shevchenko D.A.¹, Sivokon Y.V.²¹PhD in Agriculture Sciences, ²PhD in Geography Sciences, Stavropol State Agrarian University**IMPACT ON SNOWMELT RUNOFF WATER EROSION****Abstract**

The article considers the influence of melt water runoff on the water erosion on the territory of Stavropol elevation. Water erosion causes precipitation, surface runoff volumes forming melt water runoff depends on the snow depth, slope exposure and temperature during the melting snow.

Keywords: water erosion, runoff, slope erosion, soil

По природным условиям Предкавказье и в особенности Ставропольский край относятся к эрозионно-опасным районам страны. Исследования последних лет свидетельствуют о том, что взаимодействие человека и природы должно строиться таким образом, чтобы последняя сохраняла способность к воспроизводству биомассы, плодородия почв, восстановление своих свойств в процессе антропогенной деятельности. Анализ состояния природных ресурсов показал, что эта способность природы сегодня в значительной степени утрачена. Почти повсеместно в результате ухудшения экологической обстановки происходит сработка запасов почвенного гумуса, деградация почв, истощение и загрязнение водных ресурсов, уменьшение биологического разнообразия и продуктивности агроландшафтов. [4]

Эрозия почв наносит огромный вред. Большая часть сельскохозяйственных угодий имеет крутизну до 1°. На 36,4% площади пашни (более 1°) имеется значительная опасность проявления водной эрозии. По предварительной оценке не менее 50% земель края в разной степени разрушено водой и ветром. [2]

За годы проведения земельной реформы землеустройство обеспечивало только работы по перераспределению земель, оценке земель, инвентаризации земель в городах и населенных пунктах, но, практически, не решались проблемы повышения эффективности использования и охраны земель. Не осуществляется в необходимых объемах мониторинг земель и комплекс землеустроительных работ. В почвах происходят негативные процессы, которые ухудшают их свойства, делают их менее устойчивыми к деградации, в результате чего почва не может выполнить основной своей функции – обеспечивать жизнь на Земле. [3]

Увеличение площади эродированных земель связано с неправильной антропогенной деятельностью, не учитывающей почвенно-климатические особенности края.

Плоскостная и линейная эрозия протекают совместно. Водная эрозия сильнее проявляется на склоновых землях Ставропольской возвышенности при частом выпадении ливневых дождей или весной после активного снеготаяния. [2]

Интенсивность эрозии при снеготаянии определяется его продолжительностью и запасами воды в снеге, а ливневой эрозии – суммой осадков и их интенсивностью. Особенно ярко выражено активное снеготаяние на склонах южной экспозиции. Увеличению эрозии способствует глубокое промерзание почвы вследствие сокращения инфильтрации в период снеготаяния.

Опыты проводились по зяби, вспаханной на глубину 25-27 см, на южной и северной экспозиции. Почвы представлены черноземами. Повторность опытов трехкратная. Площадь делянок 100 м на 100 м = 1,0 га.

Северная часть Изобильненского района характеризуется пониженными отметками и выположенными формами рельефа с общим уклоном на северо-восток и относится частично на северо-западе к Расшеватско-Егорлыкскому и на севере к Средне-Манычскому и северо-востоке – к Ташлянскому ландшафтам.

Значительная часть описываемой территории имеет крутизну 1-3°, реже 3-5°, которые являются пригодными для проведения на них механизированной обработки. На данных водораздельных пространствах распространены черноземы обыкновенные и черноземы южные, с которыми находятся в сочетании другие почвы с небольшими площадями. На орошаемых землях местами проявляются просадки, изменяющие микрорельеф местности. В столь сложных переходах и границах ландшафтов, где литологическая основа определяет характер почвообразовательного процесса, и распространения естественной растительности – не существует общей характеристики любой составляющей ландшафтов. [1]

Проведенные нами исследования по изучению влияния стока талых вод и их влияния на эрозию почвы позволили установить, что объемы стока талых вод зависят от высоты снежного покрова, экспозиции склона и температурного режима в период таяния снега. Наблюдается обратная зависимость высоты снежного покрова и запасов воды в виде снега от уклона местности, т.е. чем меньше уклон, тем толще снежный покров. Чем круче и длиннее склон, тем сильнее разрушительная работа воды. Южные склоны эродированы значительно сильнее северных. Выпуклые склоны подвержены водной эрозии больше, чем вогнутые. На выпуклых склонах эрозия усиливается с нарастанием крутизны вниз по склону, а на вогнутых – ослабляется вниз вследствие уменьшения крутизны склона и снижения скорости потоков талых и ливневых вод [1].

Например, на северной экспозиции при уклонах $0,5-2,0^{\circ}$, $2,1-3,5$ и $3,6-5,0^{\circ}$ запасы воды в снеге составили соответственно 56,3 мм, 44,5 и 38,9 мм. В то же время размеры стока при этих запасах изменяются пропорционально величине уклонов с 16,7 до 17,7 мм, коэффициент стока с 0,30 до 0,49 и, что особенно наглядно, увеличивается масса смытой почвы с 1,08 до 2,61 т/га или в 2,4 раза.

Таблица 1 – Сток талых вод и смыв почвы в зависимости от экспозиции склона по вспашке на глубину 25-27 см

Показатель	Экспозиция	Уклон		
		$0,5-2,0^{\circ}$	$2,1-3,5^{\circ}$	$3,6-5,0^{\circ}$
Запас воды в виде снега, мм	северная	56,3	44,5	38,9
	южная	47,0	35,8	31,4
Сток, мм	северная	16,7	17,9	17,7
	южная	18,2	13,2	20,9
Коэффициент стока	северная	0,30	0,4	0,49
	южная	0,39	0,50	0,59
Смыв почвы, т/га	северная	1,08	2,27	2,61
	южная	1,61	1,90	2,57

При сравнительно одинаковой интенсивности осадков и распределении их по сезонам года, неустойчивости почв против эрозии и их одинаковой податливости к размыванию, основным фактором, определяющим степень развития здесь водной эрозии, является рельеф местности и характер устройства поверхности, которые по данным Ставропольской научно-исследовательской станции, имеют место на пашне пологих уклонов даже до 30° . Вследствие эрозии происходит потеря наиболее плодородного слоя, поэтому защита от неё и её полное прекращение – существенный резерв повышения почвенного плодородия и дополнительной продукции растениеводства.

Эти данные показывают, что при всех примерно равных условиях основное влияние на водную эрозию оказывает величина уклона и показатели стока (рисунок 1).

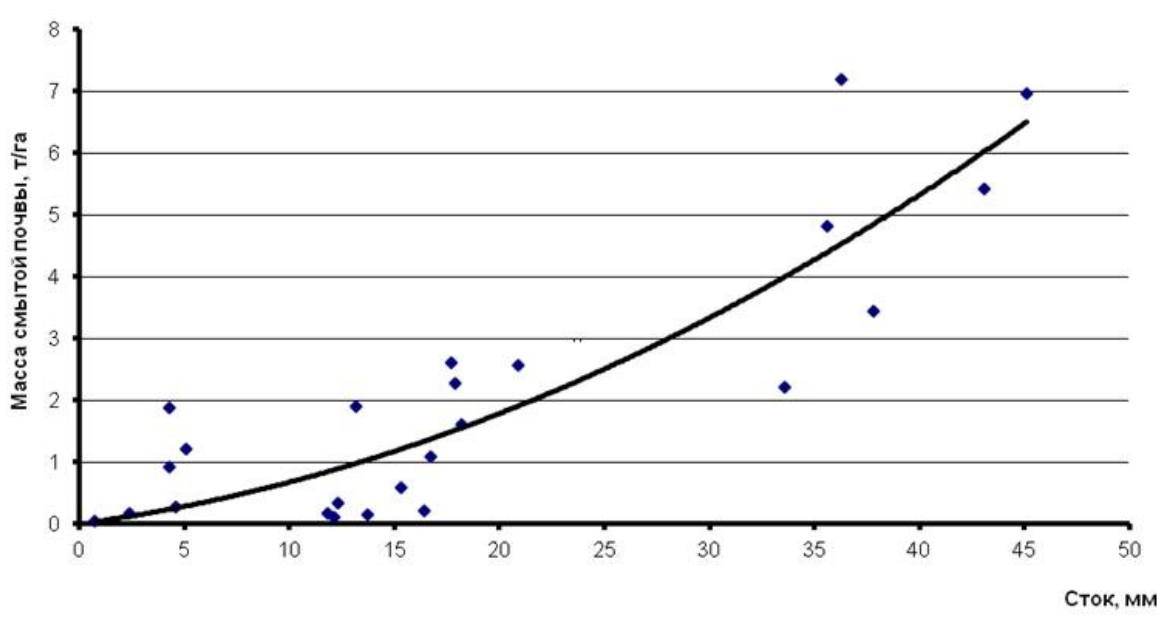


Рис. 1 – Зависимость массы смытой почвы от величины стока

На основании особенностей и закономерностей развития эрозионных процессов определены теоретические положения защиты почв от этого вида деградации почвенного покрова. В их основу положены почвозащитные мероприятия, обеспечивающие снижение скоростей водных и воздушных потоков до безопасного уровня, создание подстилающей поверхности, устранение лавинообразных процессов разрушения почвы во времени и пространстве, повышении водопроницаемости почв [1].

Литература

1. Шевченко Д.А. Комплекс мер по охране земель и улучшению состояния агроландшафтов северо-западной части Ставропольской возвышенности: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Новочеркасск, 2004. - 23 с.
2. Современные проблемы землеустройства, земельного кадастра, мониторинга земель: учеб. пособие / О.А. Подколзин [и др]; Ставрополь: АГРУС, 2010. – 72 с.
3. Полуэктов Е.В., Чешев А.С. Рациональное использование эродированных земель. Ростов-на-Дону. 1990. 127 с.
4. Трухачев В.И., Ключин П.В., Цыганков А.С. Основные мероприятия по защите земель от негативных явлений. Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС». 2005. 192 с.

References

1. Shevchenko D.A The package of measures to protect the land and improve agricultural landscapes Northwest Stavropol Upland: Author. dis. Candidate. Agricultural Science. - Novocherkassk, 2004. - 23 p.
2. Modern problems of land use planning, land cadastre, land monitoring: Proc. Allowance / O.A, Podkolzin [and etc]; Stavropol: Agrus, 2010. – 72 p.
3. Polouektov E.V., Cheshev A.S. Rational use of eroded land. Rostov-on-Don. 1990. 127 p.
4. Trukhachev V.I., Klyushin P.V., Tsygankov A.S. Key measures to protect land from the negative phenomena. Stavropol: Publishing House SSAU "Agrus." 2005. 192 p.