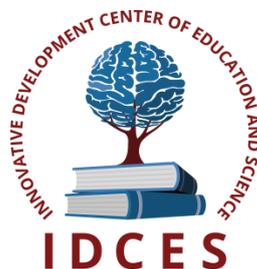


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Перспективы развития современных математических и
естественных наук**

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(8 декабря 2015г.)**

**г. Воронеж
2015 г.**

Перспективы развития современных математических и естественных наук / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. г.Воронеж, 2015. 108 с.

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г.Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (аг.Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г.Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев Аят Крымович (г.Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич (г.Кемерово), кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г.Запорожье), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г.Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г.Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г.Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент АИАА Лукин Александр Николаевич (г.Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г.Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г.Саратов), кандидат биологических наук, доцент Мошкина Светлана Владимировна (г.Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г.Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г.Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Анна Ароновна (г.Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г.Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г.Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г.Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г.Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г.Иркутск)

В сборнике научных трудов по итогам II Международной научно-практической конференции **«Перспективы развития современных математических и естественных наук»**, (г.Воронеж) представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)	10
МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)	10
СЕКЦИЯ №1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)	10
ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ В АКСИОМАТИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕННОМ НЕСТАНДАРТНОМ АНАЛИЗЕ Ловягин Н.Ю., Ловягин Ю.Н.	10
СЕКЦИЯ №2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)	15
СЕКЦИЯ №3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)	15
СЕКЦИЯ №4. ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)	15
СЕКЦИЯ №5. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)	15
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ ВОЗБУЖДАЕМЫХ ПУЛЬСАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ГАЗА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ Попкова О.С., Медведева П.В.	15
СЕКЦИЯ №6. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)	18
СЕКЦИЯ №7. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)	18
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ Паклина Н.С.	18
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИКИ Кононова Н.В., Горбатенко М.Ю.	20
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА И МОНИТОРИНГА Нестеренко М.Ю., Пономарев А.А., Пономарева Г.А.	22
СЕКЦИЯ №8. ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)	24
МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)	24
СЕКЦИЯ №9. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)	24
СЕКЦИЯ №10. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)	24
ТОРМОЖЕНИЕ МАХОВИКА С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПЕРИФЕРИЕЙ Вильке В.Г., Поленова Т.М.	24
СЕКЦИЯ №11. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)	26

СЕКЦИЯ №12. ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)	26
СЕКЦИЯ №13. БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)	26
АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)	27
СЕКЦИЯ №14. АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)	27
ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ АРОPHIS, 2005 WY55, 2001 WN5 И 2005 YR3 МЕТОДОМ КОУЭЛЛА Массаулина М.А.	27
СЕКЦИЯ №15. АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)	29
СЕКЦИЯ №16. ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)	29
СЕКЦИЯ №17. ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)	29
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)	29
СЕКЦИЯ №18. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)	29
СЕКЦИЯ №19. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)	30
О СПИРАЛЬНО - МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА Короткий В. М., Мелентьев Г.Б.	30
ПАМЯТИ ЛОГУНОВА А.А. – СОЗДАТЕЛЯ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ Короткий В.М.	33
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ВНУТРИ ПАРЫ ДВУХСЛОЙНЫХ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ Иванников А.Ф., Кривенко И.В.	36
СЕКЦИЯ №20. РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)	39
СЕКЦИЯ №21. ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)	39
СЕКЦИЯ №22. ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)	39
СЕКЦИЯ №23. АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)	39
СЕКЦИЯ №24. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)	39
АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУР ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ОТ ДАВЛЕНИЯ В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ Погожев С.Э.	39
СЕКЦИЯ №25. ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)	42
СЕКЦИЯ №26. ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)	42

СЕКЦИЯ №27.	
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)	42
ЗАМЕЩЕНИЕ ИТО В СТРУКТУРЕ СВЕТОДИОДНЫХ ДИСПЛЕЕВ НА ПЛЁНКИ ИЗ ГРАФЕНА	
Старов Д.В.....	42
СИНТЕЗИРОВАНИЕ МУЛЬТИГРАФЕНА МЕТОДОМ CVD НА ПЛЕНКЕ Ni	
Старов Д.В.....	43
СЕКЦИЯ №28.	
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)	45
МАГНИТНОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ В $\text{CuCr}_2\text{S}_4: \text{Fe}^{57}$, ЛЕГИРОВАННОЙ СУРЬМОЙ	
Губайдуллин Р.К.....	45
СЕКЦИЯ №29.	
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13).....	48
СЕКЦИЯ №30.	
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)	49
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОГО И ГАЗИФИЦИРОВАННОГО ГОРЕНИЯ УГЛЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ТЭЦ	
Аскарова А.С., Болегенова С.А., Байдуллаева Г.Е., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Боранбаева А.Е., Бердыхан К., Максутханова А.М., Шортанбаева Ж.К.	49
СЕКЦИЯ №31.	
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)	52
СЕКЦИЯ №32.	
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)	52
СЕКЦИЯ №33.	
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)	52
СЕКЦИЯ №34.	
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18).....	52
СЕКЦИЯ №35.	
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)	52
СЕКЦИЯ №36.	
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)	52
СЕКЦИЯ №37.	
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)	52
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)	52
СЕКЦИЯ №38.	
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)	52
СЕКЦИЯ №39.	
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)	52
СЕКЦИЯ №40.	
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03).....	52
СЕКЦИЯ №41.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)	52
СЕКЦИЯ №42.	
ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)	53

СЕКЦИЯ №43.	
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)	53
СЕКЦИЯ №44.	
ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)	53
КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТИОНИНА И ПАНТОТЕНОВОЙ КИСЛОТЫ С НЕКОТОРЫМИ d-ЭЛЕМЕНТАМИ	
Яблонская Е.К., Косянок Н.Е., Онбыш Т.Е., Хлюстова О.П., Горб Е.Н.	53
СЕКЦИЯ №45.	
ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)	55
СЕКЦИЯ №46.	
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)	55
СЕКЦИЯ №47.	
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)	55
СЕКЦИЯ №48.	
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)	55
СЕКЦИЯ №49.	
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)	55
СЕКЦИЯ №50.	
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)	55
СЕКЦИЯ №51.	
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)	55
СЕКЦИЯ №52.	
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)	55
САМОСБОРКА СУПРАМОЛЕКУЛ МЕЛАНИНА НА ПОВРЕЖДЕННЫХ УЧАСТКАХ БИОМЕМБРАН ТКАНЕЙ	
Лебедев А.В., Веселова О.М., Пугаченко И.С., Шульженко В.С.	55
СЕКЦИЯ №53.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)	59
СЕКЦИЯ №54.	
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)	59
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)	59
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)	59
СЕКЦИЯ №55.	
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)	59
СЕКЦИЯ №56.	
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)	59
СЕКЦИЯ №57.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)	59
СЕКЦИЯ №58.	
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)	59
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФЛУОРИМЕТРИИ И СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОНФОРМАЦИИ ПИГМЕНТОВ В КЛЕТКАХ ВОДОРОСЛИ РОДА СЛАДОРНОРА	
Тютяев Е.В., Шутова В.В., Чуринов А.А., Максимов Г.В.	59

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕКИСНОГО ЧИСЛА В РАФИНИРОВАННОМ ПОДСОЛНЕЧНОМ МАСЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ Растригина В.В., Шевченко Е.В., Алдиярова К.Т., Дерябина Н.И.....	65
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ И РЕЖИМОВ КРИОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ Алдиярова К.Т., Шевченко Е.В., Дерябина Н.И., Растригина В.В.....	68
СЕКЦИЯ №59. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)	70
СЕКЦИЯ №60. БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)... НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ЦИАНОБАКТЕРИЙ Гальперина А.Р., Баширова М.Н.	70
СЕКЦИЯ №61. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07).....	72
СЕКЦИЯ №62. БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08).....	72
СЕКЦИЯ №63. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09).....	72
ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)	72
СЕКЦИЯ №64. БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)	72
СЕКЦИЯ №65. ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)..... СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАКТОРОВ ИНДУКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ Гордина А.В., Богачева Н.В., Дармов И.В.	72
СЕКЦИЯ №66. МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03).....	74
СЕКЦИЯ №67. ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04).....	74
СЕКЦИЯ №68. ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05).....	74
СЕКЦИЯ №69. ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)	74
СЕКЦИЯ №70. ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)	75
СЕКЦИЯ №71. ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)	75
АНАЛИЗ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ РОССИИ В МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ Соколов С.А., Фролов В.В.	75
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА ЗАГОРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПО СОСТОЯНИЮ ХВОИ <i>PINUS SYLVESTRIS L.</i> Жалнин И.М.	79

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ ЗАДАНИЙ Назаренко А.В., Астраханцева И.В.	82
СЕКЦИЯ №72. БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09).....	86
СЕКЦИЯ №73. ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)	86
СЕКЦИЯ №74. ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)..... КРОВОСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ Ахметбеков Н.А., Акимбекова А.Ф., Ибраева А.Б.	86 86
СЕКЦИЯ №75. МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)	88
СЕКЦИЯ №76. ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)	88
СЕКЦИЯ №77. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14).....	88
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00).....	89
СЕКЦИЯ №78. ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)	89
СЕКЦИЯ №79. АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02).....	89
СЕКЦИЯ №80. ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)	89
СЕКЦИЯ №81. КЛЕТочНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)	89
СЕКЦИЯ №82. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05) СРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕНТРАЛИЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ТРАНСКРИПЦИИ И ИХ МРНК В ХВОСТАХ ЗАРОДЫШЕЙ XENOPUS LAEVIS И DANIO RERIA Пшениникова Е.С., Онищук Д.В., Воронина А.С.	89 89
СЕКЦИЯ №83. НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06).....	92
ГЕОГРАФИЯ.....	92
СЕКЦИЯ №84. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)..... РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПАРКОВ РОСТОВА-НА-ДОНУ Шишкина Д.Ю.	92 92
СЕКЦИЯ №85. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24) ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КИТАЯ И ТАИЛАНДА: СРАВНИТЕЛЬНО- ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ Тельнова Т.П.	95 95

СЕКЦИЯ №86.	
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)	98
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	98
СЕКЦИЯ №87.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	98
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВОИЧНЫХ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ ГЛОНАСС Ашихина А.В.	98
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ СИСТЕМ INDOOR НАВИГАЦИИ Извозчикова В.В., Ковалевский А.В., Меженин А.В.	100
ГЕОЛОГИЯ	103
СЕКЦИЯ №88.	
РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	103
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОДНОВРЕМЕННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ Пономарева Г.А., Пономарев А.А.	103
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД	107

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №1.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ В АКСИОМАТИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕННОМ НЕСТАНДАРТНОМ АНАЛИЗЕ

Ловягин Н.Ю., Ловягин Ю.Н.

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

0. Аксиоматический подход к нестандартному анализу предложен А.Г. Драгалиным. Второй из авторов начал разрабатывать этот вопрос под влиянием Н.К. Косовского. В настоящее время автором и Е.В. Праздниковой развита теория непрерывности, начатая И.Ф. Сегаль, дифференциальное и интегральное исчисление, предложены различные подходы к первоначальным понятиям, в частности арифметика А. Тарского, слабая арифметика. Подробное с изложением формализованного языка и соответствующего списка аксиом имеется в [1 – 10]. Там же изложены основы дифференциального и интегрального исчисления. Настоящая заметка практически завершает изложение аналога элементарного вещественного анализа на основе аксиоматического нестандартного анализа. Аналогу комплексного анализа посвящены работы [5,6].

1. Опишем неформально элементарную теорию гиперрациональных чисел, в рамках которой моделируются как вещественные числа, так и их свойства. Рассматривается класс всех гиперрациональных чисел, являющийся моделью консервативного расширения теории рациональных чисел. При этом понятие гиперрациональной функции заменяет понятие вещественной функции. Рациональные числа мыслятся как тройки натуральных чисел вида a, b, c , где a, b, c – натуральные числа. Каждая тройка a, b, c описывает число $\frac{a-b}{c+1}$. Ясно, как определяется равенство, порядок и операции в классе всех рациональных чисел, на основе соответствующих понятий для натуральных чисел.

Натуральные числа представляют из себя термы в формализованном языке элементарной теории чисел вида $0^{''\dots'}$, где 0 – константный символ для нуля, $'$ – функциональный символ следования (прибавления единицы). Операции сложения и умножения на классе всех натуральных чисел определены рекурсивно: $a+0=a$, $a+b'=(a+b)$, $a\cdot 0=0$, $a\cdot b'=a\cdot b+a$.

Гипернатуральные числа получаются добавлением к элементарной теории чисел константного символа \mathfrak{I} , неформально являющегося бесконечно большим числом: для любого натурального числа имеет место $a < \mathfrak{I}$. Соответствующая теория является консервативным расширением элементарной теории чисел, а тройки вида a, b, c , где a, b, c – гипернатуральные числа с соответствующими операциями и отношениями образуют класс гиперрациональных чисел. При этом имеет место принцип переноса: любое утверждение о рациональных числах, функциях и отношениях, доказуемое в классе рациональных чисел, доказуемо и в классе гиперрациональных чисел. Иными словами, гиперрациональные числа, как и рациональные, образуют упорядоченное поле, содержащее некоторое подкольцо гиперцелых чисел, которое содержит гипернатуральные числа. Однако наличие бесконечно большого гипернатурального числа привносит возможность рассматривать свойства гиперрациональных чисел аналогичные свойствам сходимости, а некоторые классы гиперрациональных чисел «ведут себя» аналогично вещественным числам.

2. Опишем коротко строение класса гиперрациональных чисел.

2.1. Гиперрациональные числа образуют упорядоченное поле, содержащее подполе рациональных чисел, подкольцо гиперцелых чисел.

2.2. С теоретико-модельной точки зрения поле гиперрациональных чисел является элементарным расширением поля рациональных чисел.

2.3. Натуральные числа, являющиеся основой для всей теории гиперрациональных чисел, имеют расширение в виде гипернатуральных чисел.

2.4. Гиперрациональное число вида $a,0,0$ будем называть гипернатуральным, а если a число натуральное, то натуральным.

2.5. Гиперрациональное число W называется бесконечно большим, если для любого натурального числа n $|W| > n$.

2.6. Гиперрациональное число x называется бесконечно малым, если для любого натурального n $|x| < \frac{1}{n+1}$.

2.7. Теорема. Класс всех конечных чисел образует подкольцо поля гиперрациональных чисел. Класс бесконечно малых чисел является идеалом в кольце всех конечных чисел.

2.8. Отношение $p \approx q$ тогда и только тогда, когда $p - q$ бесконечно мало называется отношением бесконечной близости. Класс всех гиперрациональных чисел бесконечно близких к некоторому гиперрациональному числу p называется монадой этого числа и обозначается $\wp(p)$. Если $\wp = \wp(p)$ для некоторого гиперрационального p , то \wp будем называть монадой.

2.9. Теорема. Если неверно, что $p \approx q$, то классы $\wp(p)$ и $\wp(q)$ не имеют общих элементов.

2.10. Пусть $p > 0$ – конечное гиперрациональное число. Будем говорить, что x – малая порядка p , если $|x| < c \cdot \left(\frac{1}{\mathfrak{S}}\right)^p$, где c – конечное гиперрациональное число. Пишем $x = o_p$. Если $x = o_p \cdot y$, то пишем $x = o_p(y)$ и говорим, что x имеет больший порядок p -малости, чем y .

2.11. Пусть $p > 0$ – конечное гиперрациональное число. В случае если $|x| < c \cdot y^p$, где c – конечное гиперрациональное число, то мы пишем $x = O(y)^p$.

Исследованию вопросов, связанных с порядками малости и градуированной непрерывности гиперрациональных функций посвящены работы [владикавказ, что-то].

3. Элементарные функции.

3.1. Пусть A – формула теории рациональных чисел, описывающая некоторую функцию. Точнее в теории рациональных чисел выводима формула $\forall x \forall y \forall z (A(x, y) \supset (A(x, z) \supset y = z))$; при этом выводима формула $\exists x \exists y A(x, y)$. Иными словами для некоторых значений x однозначно определён некоторый элемент y , являющийся по определению значением функции, определённой формулой A . Так определённую функцию будем называть определимой.

Переноса с помощью принципа переноса рассмотренную конструкцию на теорию гиперрациональных чисел, получаем понятие определимой функции гиперрационального аргумента.

3.2. Будем рассматривать класс функций, называемых элементарными.

Обозначим класс элементарных функций через EF .

3.2.1. Класс EF содержит все определимые функции.

3.2.2. Если f и g – функции класса EF и определена функция $g \circ f$, то она принадлежит классу EF .

3.2.3. Пусть $g(x, 0) = f(x)$, $g(x, n+1) = h(x, n, f(f))$, где x – конечное гиперрациональное (или рациональное) число, n – гипернатурально (натурально). Если функции h и f являются функциями класса EF , то и функция g принадлежит классу EF .

3.3. Пусть имеется последовательность конечных гиперрациональных чисел (в частности рациональных), рассматриваемая как элементарная функция, заданная на классе гипернатуральных (натуральных) чисел. Члены

этой последовательности будем обозначать p_n . Пусть, далее, x – конечное гиперрациональное (или рациональное) число. В силу 3.2.3. корректно определена сумма $\sum_{i=0}^N p_i \cdot x^i$. Если для всех бесконечно больших

гипернатуральных N и M имеет место $\sum_{i=0}^N p_i \cdot x^i \approx \sum_{i=0}^M p_i \cdot x^i$, то говорим, что при данном x определена монада суммы $\sum p_i \cdot x^i$. Здесь мы фактически следуем работам [5,6].

Ясно, что на классе всех конечных x , для которых определена монада $\sum p_i \cdot x^i$ определена элементарная функция f такая, что при каждом конечном гиперрациональном x $f(x) \approx \sum_{i=0}^N p_i \cdot x^i$ при каждом бесконечно

большом N . В работах [5,6] применён несколько иной подход к аналогу степенных рядов в поле комплексных гиперрациональных чисел.

3.3.1. Теорема. Монада $\sum p_i \cdot x^i$ определена тогда и только тогда, когда для любых бесконечно больших N и M , ($N > M$) имеет место $\sum_{i=M+1}^N p_i \cdot x^i \approx 0$.

Доказательство этого утверждения почти очевидно. Фактически речь идёт об аналоге критерия Коши сходимости рядов.

3.3.2. Теорема. Всякая элементарная функция вида $f(x) \approx \sum_{i=0}^N p_i \cdot x^i$ дифференцируема в монаде любого конечного гиперрационального числа, в котором она определена.

Доказательство. Пусть $x \approx y$. Тогда

$$f(x) - f(y) \approx \sum p_i \cdot (x - y)^i = p_0 + p_1 \cdot (x - y) + (x - y) \cdot \sum_{i=1}^N p_i \cdot (x - y)^i = p_0 + p_1 \cdot (x - y) + (x - y) \cdot P.$$

Число P является конечным в силу существования функции f в монаде числа x , следовательно

$f(x) - f(y) \approx f(x) + A(x) \cdot (x - y) + B(x - y) \cdot (x - y)$, что и означает дифференцируемость функции f в

точке x . При этом $A(x) \approx \frac{df}{dx}(x)$.

3.3.2.1. Следствие. Всякая функция из теоремы имеет производные любого конечного порядка, причём для любого натурального числа k $f^{(k)}(x) \approx k! \cdot p_k$.

3.3.3. Далее практически параллельно теории степенных рядов строится теория функций вида $f: f(x) \approx \sum_{i=0}^N p_i \cdot x^i$. Такие функции уместно назвать аналитическими. Введём в рассмотрение следующие аналитические функции:

3.3.3.1. Экспонента $\exp(x) \approx \sum \frac{x^i}{i!}$. Эта функция определена для всех конечных гиперрациональных x .

3.3.3.2. Синус $\sin(x) \approx \sum_{i=1}^N \frac{(-1)^{i-1} \cdot x^{2i-1}}{(2i-1)!}$. Функция эта тоже является определённой для каждого конечного гиперрационального числа.

3.3.3.3. Логарифм $\ln(x) \approx \sum_{i=1}^N \frac{(-1)^{i-1} \cdot (x-1)^i}{i}$. Эта функция определена для всех гиперрациональных x , удовлетворяющих неравенству $0 < x < 2$.

3.3.4. В дальнейшем можно ввести в рассмотрение функции косинус, тангенс, гиперболические функции, для которых требуется ввести число $e \approx \exp(1)$, а также степенную функцию $x^y \approx \exp(y \cdot \ln(x))$ с соответствующей областью определения. Могут быть введены и другие функции.

Фактически введение аналитических функций степенными рядами проводится в теории аналитических функций комплексной переменной. Известные свойства функций доказываются как операции над рядами.

3.5. Степенная функция. Для каждого гипернатурального n определим степень гиперрационального числа p показателем n рекурсией: $p^0 = 1$, $p^{n+1} = p \cdot p^n$. Введём в рассмотрение корень степени n из числа p как такое число q , что $q^n = p$ и $sign(q) = sign(p)$.

Точно также, как и в элементарной математике доказывается существование так называемого арифметического корня чётной степени из положительного числа и корня нечётной степени из числа любого знака.

$$\frac{n}{m}$$

Определим, далее, $x^{\frac{n}{m}} = \sqrt[m]{x^n}$. Ясно, что для положительного гиперрационального числа таким образом определено понятие степени с произвольным положительным гиперрациональным показателем. Степень с отрицательным показателем определяется правилом $x^p = \frac{1}{x^{-p}}$.

Элементарными методами доказывается

3.5.1. Теорема. При условии существования одной из частей любого из нижеприведённых равенств существует и другая и равенство имеет место:

$$x^{p+q} = x^p \cdot x^q, \quad x^{p \cdot q} = (x^p)^q, \quad \text{кроме того } x^0 = 1.$$

3.5.2. Теорема. Степенная функция дифференцируема в каждой конечной точке своей определения и имеет место равенство $(x^p)' = p \cdot x^{(p-1)}$, в частности, она имеет производные любого конечного порядка. При этом $(x^p)^{(k)} = p \cdot (p-1) \cdot \dots \cdot (p-k+1) \cdot x^{(p-k)}$.

Доказательство. Рассмотрим сначала функцию $f(x) \approx x^n$. Ясно, что при $x \approx y$
 $x^n - y^n = (x-y) \cdot (x^{(n-1)} + x^{(n-2)} \cdot y + \dots + x \cdot y^{(n-2)} + y^{(n-1)}) = (x-y) \cdot x^{n-1} \cdot \left(1 + \frac{y}{x} + \dots + \frac{y^{(n-1)}}{x^{(n-1)}}\right) \approx$

$(x-y) \cdot n \cdot x^{n-1}$, что гарантирует дифференцируемость функции f .

Пусть теперь $f(x) \approx \sqrt[m]{x}$. Положив $x \approx u^m$ и применяя правило дифференцирования композиции, так

как $f(x(u)) \approx u$, $\frac{df}{dx} \cdot \frac{dx}{du} \approx 1$, то есть $\frac{df}{dx} \cdot m \cdot x^{m-1} \approx 1$, что прямым вычислением даёт $f'(x) \approx \frac{1}{m} \cdot x^{\frac{1}{m}-1}$.

$$\frac{n}{m}$$

В общем случае функция вида $f: f(x) \approx x^{\frac{n}{m}}$ рассматривается как композиция извлечения корня из натуральной степени.

4. Теоретико-модельный подход. Будем рассматривать модели теории гиперрациональных чисел в рамках теории множеств Цермело-Френкеля.

Пусть \mathcal{Q} – множество рациональных чисел, являющееся моделью теории рациональных чисел, иными словами упорядоченное поле, элементы которого можно рассматривать как тройки натуральных чисел. Пусть, далее, \mathcal{Q} – полк гиперрациональных чисел – модель теории гиперрациональных чисел, являющаяся элементарным расширением поля \mathcal{Q} . Тогда гиперрациональные функции являются функциями в модели \mathcal{Q} , определяемыми посредством формул соответствующего языка.

4.1. Теорема. Пусть f – функция, сопоставляющая положительным гиперрациональным числам положительные гиперрациональные числа и обладающая свойствами:

$$\begin{aligned} \forall x \forall y (x < y \supset f(x) < f(y)); \\ f(0) \approx 1, \quad f(1) \approx a > 0; \\ f(x+y) \approx f(x) \cdot f(y). \end{aligned}$$

Тогда для каждого гипернатурального n $f(n) \approx a^n$.

Доказательство. Очевидно, что $f(n) = f(1+1+\dots+1) \approx f(1) \cdot f(1) \cdot f(1) \cdot \dots \cdot f(1) = (f(1))^n \approx a^n$.
Остальные свойства почти очевидны.

4.3. Теорема. Функция f , определённая правилом $f(x) \approx \exp(x \cdot \ln(2))$ удовлетворяет условиям теоремы 4.1 при $a = 2$.

Доказательство. По определению 3.3.3.1. $f(x) \approx \sum_{i=0}^N \frac{x^i \cdot c^i}{i!}$ для каждого бесконечно большого гипернатурального N ($c \approx \ln(2)$ – число, определённое в 3.3.3.3.). Тогда, очевидно, что $f(x) \approx x^N \cdot \left[\frac{c^N}{N!} + \frac{c^{N-1}}{(N-1)! \cdot x} + \dots + \frac{1}{x^N} \right] \approx A \cdot x^N$, так как в силу конечности x и бесконечности N выражением в квадратных скобках конечно. Отсюда легко получается строгое возрастание функции. Другие свойства очевидны.

4.3.1. Следствие. Для конечных гиперрациональных x $2^x = O(x^N)$ для некоторого бесконечно большого гипернатурального N .

4.4.. Рассмотрим класс задач распознавания, решаемых на недетерминированной машине Тьюринга за полиномиальное время. Этот класс известен как класс NP . Известно, что $NP \subset \exp$, где \exp – класс экспоненциальных задач, то есть задач, решаемых на детерминированной машине Тьюринга за время $O(2^n)$. Учитывая 4.3.1., получаем, что класс экспоненциальных задач содержится в классе полиномиальных задач – задач, решаемых на детерминированной машине Тьюринга за время $O(n^l)$ с бесконечно большим l . Отсюда, используя для класса полиномиальных задач стандартное обозначение P , получаем, что при добавлении к теории множеств Цермело-Френкеля бесконечно большого числа $\exp \subset P$, в частности $P = NP$. Отрицание последнего равенства иногда называют основной гипотезой теории алгоритмов. Наши рассуждения показывают, что существует расширение теории множеств Цермело-Френкеля, в котором основная гипотеза неверна. С другой стороны, нет оснований к тому, что существуют теории множеств, в которых гипотеза справедлива.

Список литературы

1. Ловягин Ю.Н. Гиперрациональные числа как основа математического анализа // Вестник сыктывкарского университета. Сер. 1, Вып. 7. – 2007. – С. 17 – 34.
2. Праздникова Е.В. Моделирование вещественного анализа в рамках аксиоматики для гипернатуральных чисел // Вестник сыктывкарского университета. Сер.1, Вып. 7. – 2007. – С. 41 – 66.
3. Сегаль И.Ф. Доказательство равномерной непрерывности функций на гипер-рациональных числах в аксиоматике арифметики // Косовский Н.К., Тишков А.В. Логика конечнзначных предикатов на основе неравенств: Учебное пособие. – СПб.: Издательство С.-Петербур. университета, 2000. – 268 с. – С.232 – 241.
4. Драгалин А.Г. Конструктивная теория доказательств и нестандартный анализ. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 544 с.
5. Праздникова Е.В. Моделирование голоморфных аксиоматическом нестандартном анализе // Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования: LXII Герценовские чтения, Санкт-Петербург. – 2008. – С. 114 – 150.
6. Ловягин Ю.Н., Праздникова Е.В. Элементарные функции на множестве комплексных гиперрациональных чисел // Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1, Вып. 9. – С. 30 – 42.

7. Ловягин Ю.Н., Праздникова Е.В. Формализованный язык для описание теории комплексных гиперрациональных чисел // Поэт, учёный, педагог: Материалы Всероссийской конференции, посвящённой Н.А. Фролову. Сыктывкар. – 2009. – С. 106 – 115.
8. Ловягин Ю.Н. Арифметика А. Тарского как методологическая основа преподавания элементарного анализа. // Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования: LXV Герценовские чтения, Санкт-Петербург. – 2012. – С. 182 – 194.
9. Ловягин Ю.Н. О понятии градуированной непрерывности в рамках теории гиперрациональных чисел // Перспективы развития современных математических и естественных наук: Сб. Научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Воронеж. – 2014. С. 9 – 12.
10. Ловягин Ю.Н. Теоретико-множественная арифметика, основанная на понятии прачисла. // Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом: Сб. Научных трудов по итогам конференции. Новосибирск. – 2015. – С. 14 – 20.

СЕКЦИЯ №2.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)

СЕКЦИЯ №3.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)

СЕКЦИЯ №4.

ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)

СЕКЦИЯ №5.

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ ВОЗБУЖДАЕМЫХ ПУЛЬСАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ГАЗА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Попкова О.С., Медведева П.В.

г.Казань

Для изучения акустических колебаний в опытных установках или топках надо выбрать некоторую идеализированную схему реального процесса. Очевидно, что многие устройства можно свести к длинной цилиндрической трубе, разделенной на два участка короткой зоной, внутри которой происходит процесс теплоподвода. Параметры в «холодной» и «горячей» зонах удовлетворяют модели одномерного, идеального, нетеплопроводного газа. В зоне теплоподвода параметры газа меняются скачкообразно, решения в «холодной» и «горячей» зонах «сшиваются» на основе специально выведенных уравнений. Как правило, при таком подходе уравнение энергии интегрируется отдельно от других уравнений. Такой подход наиболее полно отражен в работах [1, 2]

Другой подход для описания процессов горения использует непрерывную во всей области систему дифференциальных уравнений. В небольшой зоне теплоподвода задаются внутренние источники теплоты, которые и моделируют связь между возмущенными параметрами среды. В этом случае уравнение тепловой энергии содержит дополнительное слагаемое $Q(x, t)$, которое не позволяет изолированно решать уравнения сохранения массы и импульса от уравнения энергии, система уравнений взаимосвязана. Данная работа посвящена изложению второго подхода. Приведены результаты, которые обобщают исследования в [3].

В этом случае можно использовать модель одномерного течения. Концы трубки остаются открытыми, давление на входе и выходе полагаются постоянными. В некотором сечении трубы имеется теплоподвод. Уравнения сохранения массы, импульса, тепловой энергии и уравнение состояния для идеального нетеплопроводного газа имеют вид [4]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0, \quad \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial p}{\partial x} = 0, \\ \frac{\rho R}{\gamma - 1} \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} \right) + p \frac{\partial u}{\partial x} = Q, \quad p = \rho RT, \end{aligned} \quad (1)$$

Введем безразмерные переменные

$$\begin{aligned} x \sim Lx, \quad t \sim Lt/c_0, \quad \rho \sim \rho_0(1 + \rho), \quad u \sim c_0 u, \\ p \sim \rho_0 c_0^2 (1 + p)/\gamma, \quad T \sim c_0^2 (1 + T)/\gamma R, \quad Q \sim \rho_0 c_0^3 Q/L, \end{aligned} \quad (2)$$

где ρ_0 и c_0 - начальные значения плотности и скорости звука. Символ « \sim » в (2) указывает переход от размерных величин к безразмерным величинам в правой части соотношения, Переходя в уравнениях (1) на основании (2) к безразмерным величинам и сохраняя только линейные слагаемые, получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + (\gamma - 1)Q = 0, \quad (3) \\ u = \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad p = -\gamma \frac{\partial \phi}{\partial t}, \quad \rho = -\frac{\partial \phi}{\partial t} - (\gamma - 1) \int_0^t Q(x, \hat{t}) d\hat{t}, \\ T = (\gamma - 1) \left[-\frac{\partial \phi}{\partial t} + \int_0^t Q(x, \hat{t}) d\hat{t} \right]. \quad (4-7) \end{aligned}$$

Заметим, что в представленной системе (3) – (7) для задач горения величина $Q(x, t)$ зависит от выбранной модели подвода теплоты, т.е. зависит от искомым параметров задачи.

Наиболее сложно смоделировать механизмы связей при возбуждении акустических колебаний горением. В работе [1] в самом общем виде даны основные принципы построения их. Здесь рассматривается механизм поддержания колебаний столба газа за счет линейной связи между возмущениями теплоты и возникающими в трубе продольными скоростями.

Возмущенное значение теплоты можно представить в виде

$$Q = \bar{Q}(x) q(x, t) \quad (8)$$

где $\bar{Q}(x)$ лает распределение подведенной теплоты по длине трубы, а $q(x, t)$ определяет амплитуду возмущения. Чаще всего решение отыскивается в виде

$$q(x, t) = \hat{q}(x) e^{i\omega t}, \quad u(x, t) = \hat{u}(x) e^{i\omega t}. \quad (9)$$

Линейную связь между этими возмущениями представляется в виде

$$\hat{q} = YI(\omega) \hat{u}, \quad I(\omega) = I_R(\omega) + iI_I(\omega), \quad (10)$$

где $I(\omega)$ – комплексное число. Конкретные значения $I_R(\omega)$ и $I_I(\omega)$ определяют выбранную связь между параметрами в первом уравнении (10). В работе [3] связь в виде (10) трактуется как локальная модель.

Более сложное соотношение между теплотой и скоростью задается в конвективной модели горения, когда выполняется уравнение

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u_c(x, t) \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad q(x_S, t) = q_S, \quad (11)$$

где u_c – конвективная скорость, x_s – координата теплоподвода. В конвективной модели

$$\hat{q} = Y I(\omega) \hat{u}_S e^{-i\omega(x - x_S)/u_c}. \quad (12)$$

Уравнение (12) имеет тот же вид, что и (10), однако между переменными имеется сдвиг по фазе.

Решение уравнения (3) с учетом соответствующих граничных условий отыскивается в виде суммы

$$\phi = \sum_{m=0}^{\infty} f_m \phi_m(x), \quad q = \sum_{m=0}^{\infty} g_m \phi'_m(x) \quad \text{или} \quad q_s = \sum_{m=0}^{\infty} g_m \phi'_m(x_s) \quad (13-14)$$

Функции $\phi_m(x)$ являются решением уравнения

$$\phi''_m + \Omega_n^2 \phi_m = 0, \quad (15)$$

где Ω_n^2 – квадрат собственной частоты, связанной с акустической задачей для трубы, а $\phi_m(x)$ являются собственными функциями, удовлетворяющими условиям ортонормировки. Система уравнений для определения амплитуд $f_n(t)$ получается в результате подстановки (8) в уравнения (3) – (7) и интегрирования от $x=0$ до $x=1$ и с учетом (10) получим

$$\ddot{f}_n + n\dot{f}_n + \Omega_n^2 f_n + (\gamma - 1)Q_n = 0, \quad (16)$$

где соответствующие выражения в случае локального конвективного способов передачи теплоты имеют вид

$$Q_n = \sum_{m=0}^{\infty} g_m \int_0^1 \bar{Q} \phi'_m \phi_n dx$$

или

$$Q_n = \sum_{m=0}^{\infty} \phi'_m(x_s) \int_{x_s}^1 \bar{Q} g_m(t - (x - x_s)/u_c) \phi_n dx \quad (17)$$

Решение уравнения (11) и связанные с ним соотношения (12) отыскивается в виде

$$f_n = \hat{f}_n e^{i\omega_n t}, \quad g_n = \hat{g}_n e^{i\omega_n t}, \quad (18)$$

где \hat{f}_n и \hat{g}_n – постоянные величины. Полагая Y константой, получим

$$\omega_n^2 - i\eta\omega_n - \Omega_n^2 - (\gamma - 1)Y D_{nn} I(\omega_n) = 0, \quad (20)$$

где выражения для коэффициентов в случае локального и конвективного представления теплоподвода равны соответственно

$$D_{nn} = \int_0^1 \bar{Q} \phi'_n \phi_n dx$$

$$\text{или} \quad D_{nn} = \phi'_n(x_s) \int_{x_s}^1 \bar{Q} e^{-i\omega_n(x-x_s)/u_c} \phi_n dx. \quad (21)$$

Здесь ω_n – комплексное значение частоты, а величина $I(\omega_n) = I_R(\omega_n) + iI_I(\omega_n)$. Реальная часть ω_n близка к значению Ω_n . С учетом этого допущения перепишем (14) в виде, ориентированном на метод последовательных приближений

$$(\omega_n - \Omega_n)(\omega_n + \Omega_n) = (\gamma - 1)Y D_{nn} I(\omega_n). \quad (22)$$

В первом приближении, пренебрегая слагаемыми в правой части (16), получим $\omega_n = \pm\Omega_n$. Второе приближение для комплексной частоты $\omega_n = \pm s_n + i\zeta_n$ имеет вид

$$s_n = \Omega_n + \frac{(\gamma - 1)Y}{2\Omega_n} [D_{R,nn} I_R(\Omega_n) - D_{I,nn} I_I(\Omega_n)],$$

$$\zeta_n = \frac{(\gamma - 1)Y}{2\Omega_n} [D_{R,nn} I_I(\Omega_n) - D_{I,nn} I_R(\Omega_n)]. \quad (23)$$

Список литературы

1. Раушенбах Б.В. Вибрационное горение. М.: ГИФМЛ, 1961. 500 с.
2. Натанзон М.С. Неустойчивость горения. М.: Машиностроение, 1986. 248 с.
3. Hyun-Gull Yoon, John Peddieson Jr., Kenneth R. Purdy . Mathematical modeling of a generalized Rijke tube. International Journal of Engineering Science, 36 (1998), pp 1235-1264.
4. Юдаев Б.Н. Теплопередача. М.: Высшая школа, 1981. 320 с.

**СЕКЦИЯ №6.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)**

**СЕКЦИЯ №7.
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)**

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
СЕТЕЙ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Паклина Н.С.

ФГБОУ ВПО Мурманский государственный технический университет, г.Мурманск

Появление и развитие локальных вычислительных сетей (ЛВС) является логической закономерностью эволюции компьютерных технологий. Наблюдается стирание границ между вычислительной и коммутационной техникой, конвергенция технологий. Общими становятся проблемы и опыт разработок, накопленные в этих областях. Использование ЛВС дает ряд преимуществ, в том числе возможность совместно использовать некоторые данные и устройства, что, как следствие, сокращает расходы на оборудование. Сотрудники получают оперативный доступ к обширной корпоративной информации. Использование ЛВС позволяет снизить потребность компаний в других формах передачи информации (телефон, почта), передавать по сети голосовую и видеoinформацию, организовывать аудио- и видеоконференции.

В то же время практическое использование ЛВС связано с рядом трудностей. Объединение в одну сеть нескольких сетей, расположенных зачастую территориально далеко друг от друга, приводит к возрастанию стоимости создания и сложности обслуживания сети, усложняется разработка сетевых приложений. Возникает необходимость обеспечивать совместимость программного обеспечения и требуемый уровень безопасности данных, передаваемых по сети.

Локальные вычислительные сети строят на базе простейших топологий типа «шина», «кольцо», «звезда», базовые функции в которых реализуются на основе алгоритма управления типа «остовное дерево». В результате ЛВС имеют низкую структурную надежность и живучесть. Отсутствие резервных путей передачи данных приводит к тому, что при отказе одного из узлов сети велика вероятность возникновения так называемой «катастрофы на сети», когда даже при наличии исправных компонентов сеть не может выполнять свои функции. Расширение сети имеет существенные ограничения. Бесконечное увеличение числа узлов и длины каналов связи приводит, вопреки ожиданиям, к снижению пропускной способности сети. Изначально все элементы ЛВС разрабатываются в расчете на малочувствительный к задержкам трафик (передача файлов, электронная почта), в то время как в сетях передается информация, обладающая чувствительностью к задержкам (голос, видео, изображения, мультимедийный трафик). При передаче такого трафика часть передаваемых данных может теряться, что приводит к обесцениванию всех остальных успешно переданных данных. При разговоре возникают неожиданные паузы, теряется синхронизация между голосом и изображением в видео.

В глобальных сетях, как правило, используются ячеистые топологии, допускающие наличие альтернативных путей передачи. Благодаря прямым пересылкам данных от узла к узлу в таких сетях передачи ведутся одновременно всеми узлами, параллельно и независимо друг от друга. Однако если узлы соединяются произвольно, то требуются достаточно сложные процедуры управления транспортными потоками.

Упростить процедуры управления в сети можно, если использовать регулярные ячеистые топологии (решетки, гиперкубы, снежинки и другие), в них выполняются формализованные соотношения между управлением потоками и топологией сети. Подобные топологии используются в вычислительных системах (ВС) для соединения микропроцессоров. Они, как правило, отличаются однородностью структур. Недостаток таких топологий заключается в том, что нарушение однородности может привести к невозможности пересылок между модулями ВС.

При использовании регулярных топологий появляется возможность кодирования узлов и использовать кодированные номера для пересылок. Такая маршрутизация в работе [4] названа бестабличной (кодовой) маршрутизацией. В этом случае управление потоками не требует привлечения средств сетевого и транспортного уровней и может выполняться принципиально на канальном уровне.

В качестве математической модели для построения топологий ЛВС предлагается использовать графы кодовых пересечений (ГКП). В области ГКП используются следующие понятия [3]. Две кодовые комбинации a и a' длиной n и основанием k пересекаются по $n-r$ элементам, если $n-r$ последних элементов одной кодовой комбинации совпадают с $n-r$ первыми элементами другой кодовой комбинации ($0 < i < n$). Каждой кодовой комбинации $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ соответствует номер $N = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i k^{n-i}$, $0 \leq N \leq k^n - 1$. Кодовые комбинации длиной n и основанием k образуют множество A . Отображение Γ множества A в себя ставит в соответствие каждой кодовой комбинации $a \in A$ те кодовые комбинации из A , у которых первые $n-r$ элементов совпадают с последними $n-r$ элементами кодовой комбинации a , где r – мощность пересечения. Кодовые комбинации, поставленные в соответствие a , образуют множество Γa , которое называется прямым. Отображение $\Gamma^{-1}a$ называется обратным, если оно определяет такое соответствие кодовых комбинаций, при котором каждой кодовой комбинации $a \in A$ ставятся в соответствие те кодовые комбинации из A , у которых последние $n-r$ элементов совпадают с первыми $n-r$ элементами кодовой комбинации a . Множество A и отображение Γ множества A в себя задают псевдограф (A, Γ) кодовых пересечений с параметрами n, k, r – ПКП(n, k, r). Если из множества дуг ПКП(n, k, r) убрать все петли, а оставшееся множество дуг обозначить через V , то получится граф кодовых пересечений с параметрами n, k, r – ГКП (n, k, r). Граф кодовых пересечений, построенный в соответствии с прямым или обратным отображением, является ориентированным, а ГКП, при построении которого использованы оба типа отображений – неориентированным (Рисунок 1.1).

Главной особенностью ГКП является зависимость их структур от параметров n, k и r . Это позволяет на базе формализованного представления упростить решение многих задач, связанных с разработкой и эксплуатацией ЛВС. В частности, кратчайший с точки зрения числа переключений путь в ГКП определяется с помощью простых арифметических операций над кодовыми номерами его вершин [1].



Рис.1.1. ГКП (3, 2, 1): а) ориентированный, б) неориентированный

Для примера определим кратчайший путь из вершины 000 в вершину 010 в ориентированном ГКП, представленном на Рисунке.1.1. Определяем число символов в пересечении двух соседних кодовых комбинаций: $n-r = 3-1 = 2$. Если существует непосредственный путь (путь длиной $l = 1$) из вершины 000 в вершину 010, то два последних символа кодовой последовательности 000 должны совпадать с двумя первыми символами кодовой последовательности 010. Это условие не выполняется, следовательно, такого пути не существует. Далее выясняем, существует ли путь из узла 000 в узел 010, длина которого была бы равна 2. Для этого один последний символ кодовой комбинации 000 должен совпадать с одним первым символом кодовой комбинации 010. Условие выполняется, следовательно, из узла 000 в узел 010 существует путь длиной $l = 2$. Для его определения составляем из номеров 000 и 010 последовательность 00010, совместив при этом совпадающие символы. Полученная последовательность является сокращенной записью кода полного пути ранга $l = 2$ из узла 000 в узел 010. Читаем эту последовательность слева направо по $n = 3$ с шагом $r = 1$ символ и получаем кодовую запись пути: 000 – 001 – 010 рангом $l = 2$. Повторяя описанную выше процедуру, можно определить кодовую запись пути, ранг которой будет равен 3, 4 и т. д.

Вопросам исследования возможности построения ЛВС на базе ГКП и применения в них бестабличных (кодовых) методов маршрутизации посвящен ряд работ [2, 3, 4]. К основным достоинствам структур на базе ГКП относятся гибкость, легкая масштабируемость, возможность простого подключения сетевых компонентов.

В настоящее время нерешенными остаются следующие вопросы:

1. Программная реализация протоколов управления сетью на базе ГКП.
2. Проверка корректности разработанных протоколов и процедур управления потоками.
3. Исследование эффективности функционирования сети, использующей разработанные протоколы управления.

Протоколы управления сетью на базе ГКП могут быть реализованы на двух нижних уровнях – физическом и канальном, а решение второй и третьей задач можно провести с использованием имитационной модели сети.

Имитационная модель должна обеспечивать сбор и обработку статистических данных в различных условиях функционирования сети: при низкой, средней, высокой загруженности, в условиях различной степени отказов компонентов сети. Также имитационная модель должна допускать изменение структуры сети варьированием основных структурных параметров ГКП.

Использование топологий типа ГКП для построения ЛВС позволит повысить их надежность и живучесть.

Список литературы

1. Амосов, А.А., Шарипова М.М. Метод определения путей в сетях связи / А.А. Амосов, М.М. Шарипова // Техника средств связи, сер. Техника проводной связи. – М: Министерство промышленности средств связи, 1977. – выпуск 8 (18). – С. 15-22.
2. Борисова, Л.Ф. Повышение эффективности функционирования локальных вычислительных сетей при использовании логических свойств их структур / Л.Ф. Борисова // Вестник МГТУ, т. 3. – 2000. – № 1, С. 45-54.
3. Борисова, Л.Ф. Прикладные вопросы теории графов кодовых пересечений / Л.Ф. Борисова // Вестник МГТУ, т. 9. – 2006. – № 2. – С. 291-300.
4. Борисова, Л.Ф. Регулярные топологии в микропроцессорных системах и сетях ЭВМ / Л.Ф. Борисова // Вестник МГТУ, т. 5. – 2002. – № 2. – С. 223-232.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИКИ

Кононова Н.В., Горбатенко М.Ю.

Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь

Моделирование [1 – 3], как способ познания окружающего мира, в современном понятии науки существует недавно. Несмотря на это, в настоящий момент, моделирование представляет собой объединение математических дисциплин, на базе которых осуществляется решение целого ряда задач естествознания. Естественно, формулировки задач являются отражением реальных процессов и явлений, которые, приносят пользу или несут угрожающий характер для деятельности человека. Моделирование сложных процессов и структур вынуждает ученых к объединению старых и созданию новых математических инструментов и дисциплин.

Математическое моделирование получило повсеместное распространение на рубеже нашего века и привело к переоценке метафизических и онтологических оснований реальности, зачастую понимаемых как набор теоретических, дисциплинарных, модельных образов насущных практик. Казалось бы, математика множит сущности, решая прагматические задачи, создавая множество моделей, она разрушает целостный взгляд на мир. Задачу восстановления и удержания холистической картины мира, без разрушения теоретических модельных представлений, в большой степени и решает синергетика. Она согласует частнотеоретические и полидисциплинарные представления через свои принципы [4], через теорию самоорганизации и мягкой редукции в иерархии уровней мироздания, через коммуникацию и неустойчивости развивающихся систем.

Математические методы синергетики возникли в фокусе трех основных направлений развития современной прикладной математики. Первое из них это теория нелинейных динамических систем, восходящая к А. Пуанкаре и Р. Куранту. Второе направление связано с вероятностными методами статистической классической и квантовой механики активно начатое еще Л. Больцманом, методами осреднения в многочастичных задачах кинетики, с развитием равновесной и неравновесной термодинамики. Третье направление связано с компьютерным моделированием нелинейных сред, восходящее к послевоенным работам А. Тьюринга по морфогенезу и Э. Ферми по теории солитонов. Плодотворный синтез этих направлений начался в шестидесятые-семидесятые годы, когда появились методы нахождения асимптотических состояний, параметров порядка в нелинейных средах и эффективные алгоритмы счета нелинейных задач.

Начало 70-х годов прошлого века было ознаменовано появлением нового научного образования, называемого синергетикой [2]. Синергетика, основы которой заложены Г. Хакенном, лауреатом Нобелевской премии И. Пригожиным, определяется как наука о коллективных статистических и динамических явлениях в закрытых и открытых многокомпонентных системах с «кооперативным» взаимодействием между элементами системами. Чтобы мы ни понимали под синергетикой: теорию развивающихся систем, теорию систем, состоящих из множества одинаковых подсистем, или теорию о системах, проходящих состояния неустойчивости, математические методы синергетики, как науки, образуют растущее множество методов описания нелинейных,

конечных и бесконечных динамических систем, и любой новый метод здесь является и методом синергетики тоже. И если рассматривать действительно сложную развивающуюся систему, то, скорее всего, все эти методы будут востребованы, начиная с теорией катастроф и, кончая теорией динамического хаоса.

В физике, химии и биологии синергетика концентрируется на структурных особенностях пространственно-временной самоорганизации систем. Самоорганизация возникает в системах большой размерности, и по сути представляет собой совместное существование взаиморегулируемых и взаимозависимых подсистем. Оказывается, в этом понимании между различными системами существует тесная аналогия, даже если они состоят из разнородных элементов с существенно отличными элементарными взаимодействиями. Необходимость исследовать открытые нелинейные, далекие от равновесия системы во многих областях физики, техники, химии, экономики, экологии привела к развитию междисциплинарных подходов. Один из наиболее успешных междисциплинарных подходов и является синергетика. В основе современной синергетики лежат три парадигмы – появившиеся друг за другом: парадигма диссипативных структур, парадигма динамического хаоса и парадигма сложности.

Качественная теория, отражающая в основном эффекты, понятые с помощью компьютерного моделирования, потребовала новых математических идей, существенно опирающихся на то, что мы имеем дело с одной переменной T , а не с их набором. В отличие от стационарных диссипативных структур, которые изучались в брюссельской школе под руководством И.Р. Пригожина, в научной школе С.П. Курдюмова исследовались нестационарные диссипативные структуры, развивающиеся в режиме с обострением. Под режимом с обострением понимают такие законы изменения параметров исследуемой системы, когда одна или несколько описывающих ее величин неограниченно возрастает за ограниченное время. В научной школе С.П. Курдюмова было открыто явление локализации тепла, обнаружены и исследованы так называемые собственные функции нелинейной среды, описывающие, как правило, волны горения, сохраняющие в процессе эволюции свою форму.

В 1963 году – американский метеоролог Эдвард Лоренц предложил простейшую модель, описывающую конвекцию. Целью этой работы был ответ на вопрос: почему стремительное совершенствование компьютеров, математических моделей и вычислительных алгоритмов не привело к созданию методики получения достоверных среднесрочных (на 2-3 недели вперед) прогнозов погоды.

Компьютерный анализ системы Лоренца привел к принципиальному результату. Им был открыт – динамический хаос, т.е. непериодическое движение в детерминированных системах (то есть в таких, где будущее однозначно определяется прошлым), имеющее конечный горизонт прогноза. С точки зрения математики, можно считать, что любая динамическая система, что бы она ни моделировала, описывает движение точки в фазовом пространстве. Важнейшая характеристика этого пространства – его размерность, или, попросту говоря, количество чисел, которые необходимо задать для определения состояния системы. С математической и компьютерной точек зрения не так уж и важно, что это за числа – количество рысей и зайцев на определенной территории, переменные, описывающие солнечную активность или кардиограмму, или процент избирателей, поддерживающих определенного кандидата. Если считать, что точка, двигаясь в фазовом пространстве, оставляет за собой след, то динамическому хаосу будет соответствовать клубок траекторий. Замечательно, что такие удивительные объекты существуют даже в трехмерном пространстве. Для установившихся колебаний, соответствующих динамическому хаосу, Д. Рюэль и Ф. Такенс в 1971 году предложили название – странный аттрактор.

Пророчество Анри Пуанкаре о том, что в будущем можно будет предсказывать новые физические явления, исходя из общей математической структуры описывающих эти явления уравнений, компьютерные эксперименты превратили в реальность.

Система Лоренца имеет конечный горизонт прогноза. Если мы вновь возьмем две близкие траектории, то они расходятся. Одна уходит от второй. Скорость расходимости определяется так называемым ляпуновским показателем, и от этой величины зависит интервал времени, на который может быть дан прогноз. Можно сказать, что для каждой системы есть свой горизонт прогноза.

В русском языке термин “сложность” имеет двоякий смысл. С одной стороны, его можно понимать как сложность устройства, т.е. как наличие в некоторой системе большого числа элементов и/или нетривиальных связей между ними. А с другой стороны, речь может идти о сложности внешних проявлений системы безотносительно ее внутреннего устройства, т.е. о нетривиальном поведении. Эти две “сложности” во многом взаимосвязаны, но не эквивалентны. Хотя строгого и общего определения сложности не существует, опыт развития синергетики и изучения конкретных систем, интуитивно определяемых нами как сложные, позволяет высказать некоторые общие соображения о свойствах любой сложной системы на разных уровнях описания. Системы с простой структурой, к примеру – иерархической, могут демонстрировать очень сложное нетривиальное поведение [2].

Многие системы обладают простой иерархической структурой. Например, литосферу Земли можно представить как систему блоков, разделенных разломами. Каждый из этих блоков делится на более мелкие, а те, в свою очередь, на еще более мелкие и т.д. Геофизики выделяют более 30 иерархических уровней в земной коре от тектонических плит протяженностью в тысячи километров до зерен горных пород миллиметрового размера. Большие землетрясения обычно сопровождаются многочисленными повторными толчками – афтершоками, которые каскадом перераспределяют напряжение вниз по иерархии разломов. А подготовка землетрясения происходит посредством обратного каскада передачи напряжения, восходящего с нижних уровней иерархии к верхним.

Напрашивающимся примером иерархической системы, связанной с деятельностью человека, служит система административного или военного руководства. Успех в решении задач на некотором уровне управления определяется эффективностью функционирования нижележащих уровней.

Список литературы

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. – М.: Физматлит, 2001.
2. Краснощеков П.С., Петров А.А., Федоров В.В. Информатика и проектирование. – М.: Знание, 1986.
3. Петров А.А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1996.
4. Буданов В.Г. Синергетическая методология // Вопр. философии. 2006. № 5.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА И МОНИТОРИНГА

¹Нестеренко М.Ю., ²Пономарев А.А., ²Пономарева Г.А.

¹Оренбургский научный центр УрО РАН, г.Оренбург

²ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Интенсивная добыча нефти и газа в крупных нефтегазоносных районах нарушает природную и геологическую среду, значительно перестраивает гидрогазодинамические и геодинамические процессы в земной коре на значительных глубинах и площадях. Высокая плотность месторождений углеводородов (далее УВ) и интенсивная их разработка обусловили техногенные изменения в геологической среде.

В результате интенсивной эксплуатации месторождений газа и нефти в связи с уменьшением пластового давления значительно изменяются давление в подземных водах, направления и скорости их движения. Это приводит к формированию опасных геодинамических процессов и многократному увеличению количества и интенсивности сейсмических событий в районах добычи УВ.

Извлечение больших объемов газообразного и жидкого вещества при добыче УВ приводит к падению давления в газожидкостной системе месторождения, что увеличивает опасность проседания земной поверхности и землетрясений.

Наиболее серьезные экологические и социально-экономические последствия (как правило, необратимые) сильных техногенно-индуцированных движений земной поверхности и землетрясений:

- повреждение инфраструктуры нефтегазоперерабатывающих производств, которые проектировались без учета возрастания уровня геодинамической и сейсмической активности на разрабатываемых месторождениях УВ;
- разрушения наземных коммуникаций, которые приводят к разливу нефтепродуктов и выбросам газа;
- загрязнение геологического разреза и водоисточников в результате разрушения скважин;
- увеличение проницаемости части геологического разреза, расположенного выше резервуара, с последующим усилением миграционных процессов и выходом газов в атмосферу.

Основные и наиболее опасные формы этих последствий – сильные деформации наземных сооружений, разрыв коммуникаций, слом обсадных колонн эксплуатационных скважин, порывы промысловых трубопроводных систем, заболачивание и затоплений опускающихся участков земной поверхности, региональное проявление оползневых процессов [1, 2, 3].

Существуют подходы к расчету ожидаемых деформаций земной поверхности на разрабатываемых месторождениях нефти и газа, основанных на данных о пластовом давлении в продуктивных горизонтах. Однако, на практике информация о пластовом давлении не полная и часто не достоверная в связи с необходимостью использования для замеров специальных пьезометрических скважин, сеть которых очень редкая даже на крупных

месторождениях. Нередко используют для замеров пластового давления рабочие скважины, что приводит к грубым ошибкам.

В связи с этим актуальным является моделирование и прогноз развития гидродинамической воронки на разрабатываемых месторождениях углеводородов (УВ).

Целью данной работы является проектирование и реализация программного средства для моделирования и прогноза развития гидродинамической воронки в эксплуатируемых месторождениях нефти и газа.

Результатом проводимой работы стало автоматизированное программное средство для расчета времени восстановления пластового давления после прекращения разработки месторождения УВ. После ввода и обработки данных программой мы можем получить такой график (Рисунок 1).

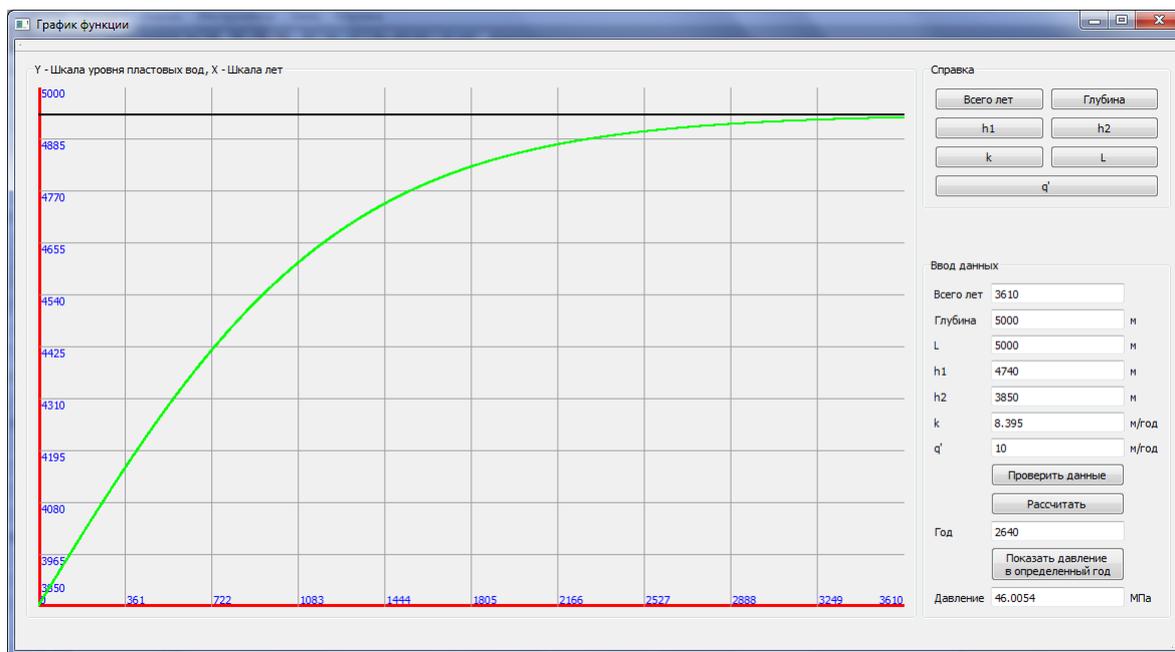


Рис.1. Интерфейс программы

Поставленные задачи решаются с помощью графика, как основного средства отображения зависимости изменения давления с течением времени. По введенным данным программа проходит 4 этапа:

- 1) ввод данных;
- 2) проверка данных на ошибки;
- 3) расчет точек для графика с использованием формул [1. стр 88];
- 4) вывод графика и значений давления на экран.

При необходимости данный программный продукт может совершенствоваться путем добавления различных элементов.

Приведем описание результата работы программы. Для этого численно строится функция пластового давления во времени (Рисунок 1) по формуле [1]:

$$h_{2,i} = \frac{h_1^2 - h_{2,i-1}^2}{2L^2} k + \frac{1}{2} q' + h_{2,i-1}, i = 1, 2, \dots,$$

где $h_{2,i}$ - величина напора пластовых вод после i -того года восстановления;

h_1 – напор пластовых вод в естественных условиях, м;

h_2 – напор пластовых вод в техногенно-нарушенных условиях, м;

L – радиус депрессионной воронки, м;

k – коэффициент фильтрации, м/год;

q' - изменение величины перетока через породы покрышек, м/год.

Так для Зайкинского месторождения нефти Оренбургской области при $k = 8,395$, $q' = 10$, $h_1 = 4740$ м, $h_2 = 3850$, $L = 5000$ м получаем, что восстановление давления с 38,5 до 45 МПа произойдет приблизительно за 1000 лет, до 46 МПа – за 1200 лет (рисунок 1).

Так как уменьшение времени вычислений при больших объемах данных востребована, то считается, что разработка такой программы актуальна. Изменения в геологически сложившейся сплошности осадочных пород при добыче УВ сырья могут приводить к сейсмическим событиям, обусловленным накоплением упругих деформаций выше предела характерного для определенных типов структур земной коры.

Таким образом, данная программа может быть использована для мониторинга и прогноза техногенных последствий разработки нефтегазовых месторождений.

Список литературы

1. Нестеренко М.Ю. Геоэкология недр нефтегазоносных районов Южного Предуралья. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012. – 135 с.
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика: учебник для вузов. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат. ленинг. отд-ние, 1982. – 672 с.
3. Щелкачев В.Н., Лапук Б.Б. Подземная Гидравлика. – Москва, 1949. – 525 с.

СЕКЦИЯ №8.

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)

МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)

СЕКЦИЯ №9.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)

СЕКЦИЯ №10.

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)

ТОРМОЖЕНИЕ МАХОВИКА С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПЕРИФЕРИЕЙ

Вильке В.Г., Поленова Т.М.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при
Президенте Российской Федерации, г.Москва

Рассмотрим симметричное массивное твердое тело (маховик), вращающееся вокруг неподвижной оси OX (Рисунок 1). Пусть J, ω - момент инерции маховика и его угловая скорость.

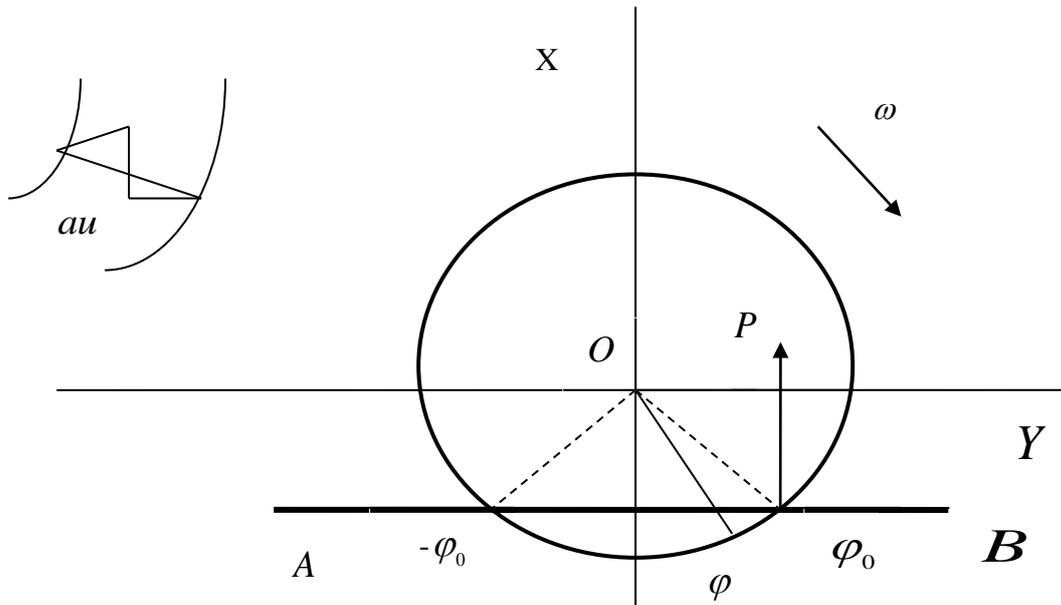


Рис.1.

На ободе маховика находится непрерывное множество стержней испытывающих продольные деформации. Массы стержней сосредоточены на их концах и имеют линейную плотность ρ . Маховик находится в контакте с неподвижной линией AB , ось маховика неподвижна, а наибольшая деформация стержней периферии в зоне контакта $[-\varphi_0, \varphi_0]$ равна au_0 где a – радиус маховика.

Теорема об изменении момента количества движения маховика относительно оси OZ имеет вид [1]:

$$J\dot{\omega} = M_1 + M_2 + M_3 \quad (1)$$

Здесь M_1 - момент мягких ударов на границе зоны контакта φ_0 , M_2 - момент, происходящий от диссипативных сил, происходящих при деформации стержней в зоне контакта, M_3 - момент сил сухого трения.

Определим величину мягкого удара на передней кромке зоны контакта P . Его момент равен

$$M_1 = -Pa \sin \varphi \quad (2)$$

Используем теорему об изменении ударного импульса [1], и получим

$$\Delta mv = Pdt = \rho a^2 \omega^2 \sin \varphi dt, \quad v = a\omega \sin \varphi_0 \quad (3)$$

В результате найдем

$$M_1 = -\rho a^3 \omega^2 \sin^2 \varphi_0 \quad (4)$$

Найдем поле продольных перемещений $u(\varphi)$ концов стержней в зоне контакта, считая угол φ_0 малым.

Имеем

$$a(1 - u(\varphi)) = a(1 - u_0) \cos^{-1} \varphi, \quad \varphi \in [-\varphi_0, \varphi_0] \quad (5)$$

и далее

$$u(\varphi) = 1 - \frac{1 - u_0}{\cos \varphi} \Rightarrow 2u_0 \cong \varphi_0^2 \quad (6)$$

Здесь au_0 - величина прижима маховика к тормозной колодке. При прохождении конца стержня вдоль зоны контакта угол φ изменяется по закону $\dot{\varphi} = -\omega$. Тогда

$$\dot{u} = \frac{\partial u}{\partial \varphi} \dot{\varphi} = -\omega \frac{(1 - u_0)}{\cos^2 \varphi} \quad (7)$$

При деформациях стержней происходит рассеяние энергии. В случае линейных вязких сил диссипативный функционал имеет вид

$$D[\dot{u}] = -\frac{1}{2} \chi \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} \dot{u}^2 d\varphi \quad (8)$$

где χ - коэффициент вязкости материала стержней, который будем считать достаточно малым. Это обстоятельство приведет к малому изменению поля деформаций концов стержней в зоне контакта при динамическом процессе, по сравнению с его статическим распределением. Мощность соответствующих диссипативных сил в первом приближении по χ равна мощности тормозящего момента

$$M_2 \omega = -2D[\dot{u}] = -\chi \omega^2 (1-u_0)^2 \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} \frac{\sin^2 \varphi}{\cos^4 \varphi} d\varphi \cong -\frac{2}{3} \chi \omega^2 (1-u_0)^2 \varphi_0^3 \quad (9)$$

Остается найти момент тормозящих сил за счет сил сухого трения в зоне контакта. Для этого необходимо найти поле нормальных сил, действующих на маховик в зоне контакта со стороны тормозящей колодки [2,3]. Это поле примем равным полю давления стержней в статическом случае

$$n(\varphi) = k u(\varphi) \cos \varphi, \quad \varphi \in [-\varphi_0, \varphi_0]$$

Здесь k - коэффициент жесткости стержней бандажа. В результате момент сил сухого трения будет равен

$$M_3 = -f \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} n(\varphi) a (1-u_0) d\varphi \cong -2\sqrt{2} f k a u_0^{3/2} (1-u_0) \quad (10)$$

Таким образом, уравнение (1), описывающее процесс торможения маховика примет вид

$$J \dot{\omega} = -d_1 \omega^2 - d_2 \omega_3 - d_3 \quad (11)$$

$$d_1 = \rho a^3 \sin^2 \varphi_0, \quad d_2 = -\frac{2}{3} \chi (1-u_0)^2 \varphi_0^3, \quad d_3 = 2\sqrt{2} f k a u_0^{3/2} (1-u_0)$$

Согласно уравнению (11) маховик остановится за конечное время.

Список литературы

1. Вильке В.Г. Теоретическая механика. СПб.: Издательство «Лань», 2003.-304 с. Третье издание.
2. Киреенков А.А., Семендяев С.В. Связанные модели трения скольжения и верчения: от теории к практике // Труды МФТИ. Аэрокосмические исследования, прикладная механика. 2010. Т. 2. С. 174-181
3. Расејка Н.В. Tyre and vehicle dynamics. L. UK: Elsevier. 2005. 621 p.

СЕКЦИЯ №11.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)

СЕКЦИЯ №12.

ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)

СЕКЦИЯ №13.

БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)

СЕКЦИЯ №14.

АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)

ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ
 АРОPHIS, 2005 WY55, 2001 WN5 И 2005 YR3 МЕТОДОМ КОУЭЛЛА

Массаулина М.А.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

Аннотация. Реализован метод Коуэлла для решения уравнений движения небесных тел, основанных на новом принципе взаимодействия. Построена математическая модель движения небесных тел на основе создания высокоэффективных алгоритмов и программ численного интегрирования дифференциальных уравнений методом Коуэлла. Разработаны алгоритм и программное обеспечение с использованием банка данных координат планет в форме полиномов Эверхарта для исследования эволюции орбит небесных тел на основе метода Коуэлла. Проведено исследование сходимости и устойчивости решений системы дифференциальных уравнений методом Коуэлла для астероидов, представляющих потенциальную угрозу для Земли.

Ключевые слова: метод Коуэлла, дифференциальные уравнения движения, эволюция орбит, астероид, элементы орбит.

Исследование эволюции орбит небесных тел Солнечной системы является одним из основных этапов решения проблемы, связанной с астероидной опасностью. Вследствие того, что движение малых тел Солнечной системы описывается математической моделью в форме систем дифференциальных уравнений, разработка методов численного интегрирования уравнений движения является актуальной задачей в настоящее время.

В данной работе была разработана математическая модель движения небесных тел на основе создания высокоэффективных алгоритмов и программ численного интегрирования дифференциальных уравнений методом Коуэлла с учетом шестых разностей [2].

В качестве дифференциальных уравнений движения в задаче n тел в работе были впервые использованы дифференциальные уравнения движения, основанные на новом принципе взаимодействия, которые в векторной форме имеют вид [1]:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \sum_i \left(\frac{r_i - r}{\Delta_i} \right) \frac{3a_{0i} r_{0i}^2}{\Delta_i^2 + \Delta_i \sqrt[3]{(\Delta_i^3 - r_{0i}^3)} + \sqrt[3]{(\Delta_i^3 - r_{0i}^3)^2}} = R(r, t)$$

где $r(x, y, z)$ — барицентрический радиус-вектор тела, движение которого изучается; $r_i(x_i, y_i, z_i)$ — барицентрический радиус-вектор i -того возмущающего тела; r_{0i} — эффективный радиус i -того тела; a_{0i} — соответствующее ускорение для i -того тела на расстоянии r_{0i} от центра масс; r , Δ_i , r_i — расстояния, вычисляемые по формулам:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2, \Delta_i^2 = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2, r_i^2 = x_i^2 + y_i^2 + z_i^2.$$

Уравнение получено в предположении, что причиной проявления гравитации являются неотъемлемые свойства окружающего пространства, а не наличие массы сосредоточенной в теле. Подобные объяснения причины гравитации были высказаны Б. Риманом [4], а в последствие Пуанкаре [3].

Особенность данных дифференциальных уравнений заключается в том, что они значительно проще дифференциальных уравнений движения, учитывающих релятивистские эффекты. С помощью данных уравнений, удастся объяснить невязки в движении линии апсид планетных орбит.

Метод Коуэлла – это специализированный многошаговый метод для решения задач небесной механики. Основная идея метода Коуэлла состоит в том, чтобы перейти прямо от второй производной \ddot{r} к искомой функции r по одной формуле двойного интегрирования, используя при этом интерполяционную формулу Стирлинга. Таким образом, можно избежать двух последовательных интегрирований — одного для нахождения \dot{r} , а другого для нахождения r .

Основная формула разностного метода Коуэлла имеет вид:

$$\Delta^2 r_k = f_k + \frac{1}{12} f_k^2 - \frac{1}{240} f_k^4 + \frac{31}{60480} f_k^6 - \dots,$$

где $f_k(t)$ — непрерывная функция времени, при $k = 0, 1, 2, \dots, -1, -2, \dots$

Чтобы получить формулы метода квадратур, просуммируем написанный ряд два раза: сначала от нуля до i , а затем от нуля до $k - 1$. Будем иметь

$$r_k = f_k^{-2} + \frac{1}{12} f_k - \frac{1}{240} f_k^2 + \frac{31}{60480} f_k^4 - \frac{289}{3628800} f_k^6 + \dots, \quad (1)$$

где

$$\left. \begin{aligned} f_k^{-2} &= f_0^{-2} + \sum_{i=0}^{k-1} f_{i+1/2}^{-1}, \\ f_{i+1/2}^{-1} &= f_{-1/2}^{-1} + \sum_{j=0}^i f_j. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

При произвольном выборе начальных значений сумм f_0^{-2} и $f_{-1/2}^{-1}$ мы исходили из того, чтобы

выполнялись равенства

$$f_0^{-2} = r_0 - \frac{1}{12} f_0 + \frac{1}{240} f_0^2 - \frac{31}{60480} f_0^4 + \frac{289}{3628800} f_0^6 - \dots, \quad (3)$$

$$f_{-1/2}^{-1} = \Delta r_{-1/2} - \frac{1}{12} f_{-1/2}^1 + \frac{1}{240} f_{-1/2}^3 - \frac{31}{60480} f_{-1/2}^5 + \dots. \quad (4)$$

Соотношения (1), (2) с учетом выражений (3), (4) представляют собой метод квадратур, соответствующий методу Коуэлла.

В работе разработаны алгоритм и программное обеспечение с использованием банка данных координат планет в форме полиномов Эверхарта для исследования эволюции орбит небесных тел на основе многошагового метода Коуэлла. Созданная программа позволила более чем в 2 раза сократить расчетное время решения по сравнению с одношаговым методом Эверхарта.

Для проверки предложенной математической модели исследования эволюции орбит небесных тел были выбраны 4 астероида групп Аполлона и Атона, сближающихся с Землей, и размеры которых превышали 50 метров.

Начальные данные для каждого астероида брались на ряд различных моментов оскуляции, приведенных на сайте DASTCOM (Database of ASTeroids and COMets), и результаты численного интегрирования сравнивались между собой, а так же было произведено сравнение полученных результатов при различных шагах интегрирования.

Астероид (99942) Апофис принадлежит к группе Атона, получивший предварительное обозначение 2004 MN4. 13 апреля 2029 г. произойдет сближение с Землей, которое является наиболее тесным из предсказанных сближений заранее. В результате сближения он перейдет из группы астероидов Атона в группу Аполлона. Приблизительный диаметр составляет около 380 м.

Астероид 2005 WY55 принадлежит группе Аполлона, приблизительный его диаметр составляет около 190 метров. Двадцать восьмого мая 2065 г. произойдет самое тесное его сближение с Землей на расстоянии около 332 626 км.

Астероид 2001 WN5 принадлежит группе Аполлона, приблизительный его диаметр составляет около 580 метров. В 2028 г. сблизится с Землей на расстоянии 249800 км.

Астероид 2005 YR3 принадлежит группе Атона, приблизительный диаметр его составляет 50 метров. Имеет два умеренных сближения с Венерой в 2012 г. и 2089 г. на расстоянии 256 234 км. и 535 040 км. соответственно.

Было проведено исследование сходимости и устойчивости решений системы дифференциальных уравнений методом Коуэлла на интервале времени с 18 апреля 2013 г. по 16 ноября 2045 г. для астероидов, представляющих потенциальную угрозу для Земли.

Для оценки достоверности результатов предложенной модели полученные элементы орбит методом Коуэлла были сопоставлены с данными, полученными методом Эверхарта 27 порядка. Начальные данные для

каждого астероида брались на эпоху 08.01.2013, шаг интегрирования 1 день, результаты вычислений сопоставлялись на дату 8 января 2023 г. Результаты расхождений в элементах орбит представлены в Табл.1.

Таблица 1

Расхождения в элементах орбит численного интегрирования уравнений движения астероидов на момент времени 08.01.2023

Астероид	ΔM	Δa	Δe	$\Delta \omega$	$\Delta \Omega$	Δi
2004 MN4 Aprophis	$5,021 \cdot 10^{-3}$	$5,647 \cdot 10^{-7}$	$9,817 \cdot 10^{-7}$	$9,783 \cdot 10^{-4}$	$8,301 \cdot 10^{-4}$	$4,848 \cdot 10^{-5}$
2005 WY55	$1,291 \cdot 10^{-4}$	$3,493 \cdot 10^{-7}$	$4,020 \cdot 10^{-8}$	$2,544 \cdot 10^{-6}$	$1,420 \cdot 10^{-6}$	$2,683 \cdot 10^{-8}$
2005 YR3	$5,067 \cdot 10^{-3}$	$1,007 \cdot 10^{-6}$	$3,004 \cdot 10^{-8}$	$1,201 \cdot 10^{-5}$	$6,157 \cdot 10^{-6}$	$6,292 \cdot 10^{-7}$
2001 WN5	$3,864 \cdot 10^{-4}$	$7,427 \cdot 10^{-7}$	$1,958 \cdot 10^{-7}$	$8,293 \cdot 10^{-5}$	$8,832 \cdot 10^{-5}$	$2,053 \cdot 10^{-7}$

В ходе работы было доказано, что элементы орбит астероидов групп Аполлона и Атона, полученные методом Коуэлла, согласуются с результатами других исследований, приведенных на сайтах DASTCOM (Database of ASTeroids and COMets) и SmallBodies.ru .

Предложенный метод исследования эволюции орбит может быть применен не только для астероидов групп Аполлона, Амура и Атона, но также и других небесных объектов, например комет и планет.

Список литературы

1. Заусаев А.Ф. Математическое моделирование орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы/ А.Ф. Заусаев, А.А. Заусаев. – М.: Машиностроение, 2008. – 250 с.
2. Куликов Д.К. Интегрирование уравнений движения небесной механики на электронных вычислительных машинах по квадратурному методу Коуэлла с автоматическим выбором шага// Бюлл. ИТА, 1960. – Т. 7, № 10. – С. 770-797.
3. Пуанкаре А. О науке / О. Пуанкаре. – М.: Наука, 1983. – 560 с.
4. Риман Б. Сочинения/ Б. Риман. – М., Л.: Техничко-Теоретической литературы, 1948. – 544 с.

СЕКЦИЯ №15.

АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)

СЕКЦИЯ №16.

ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)

СЕКЦИЯ №17.

ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)

ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)

СЕКЦИЯ №18.

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)

СЕКЦИЯ №19. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)

О СПИРАЛЬНО - МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА

Короткий В. М., Мелентьев Г.Б.

Объединенный институт высоких температур РАН

Статья посвящена актуальной проблеме анализа периодичности в системе химических элементов Д.И. Менделеева с учетом специфики расположения элементов первого, шестого и седьмого периодов. Анализируются характерные особенности предложенной авторами планетарно-симметричной системы элементов с точки зрения спирально-матричной концепции классификации. Акцентируется внимание на рассмотрении известных и дополнительных видов симметрии четно-нечетных групп и подгрупп элементов, отмечаются интересные параллели между предложенной формой планетарно-симметричной системы элементов и более ранними вариантами классификации химических элементов, а также перспективы количественной трактовки закона периодичности.

Периодическая система элементов (ПСЭ), наглядно демонстрирующая открытый Д.И. Менделеевым Периодический закон (1869 г), позднее неоднократно дополнялась и постепенно завоевала признание как фундаментальное научное обобщение. В настоящее время очевидно, что это открытие представляет собой прочный фундамент учения о формах существования материи, строении вещества, его эволюции во времени и пространстве. Периодический закон способствовал формированию новых самостоятельных и прикладных направлений в развитии естественных наук. За прошедшее время было предложено нескольких сотен вариантов графического изображения ПСЭ, преимущественно в виде таблиц или различных геометрических фигур, аналитических кривых и т.д. В первых вариантах ПСЭ отсутствовали представления об инертных газах, оставались неясными вопросы о причинах периодического изменения свойств элементов, о точном числе редкоземельных элементов и др. Впоследствии наибольшее распространение получили широко известные формы ПСЭ: короткая, полудлинная, длинная и лестничная [1]. Идея разделения всех химических элементов на группы и периоды стала фундаментальным принципом при создании знаменитой таблицы Менделеева, в которой каждая группа элементов подразделяется на главную и побочную подгруппы. В каждой подгруппе содержатся элементы, обладающие сходными химическими свойствами, например, в степенях окисления. Периоды определяют совокупность элементов, начинающихся щелочным металлом и заканчивающихся инертным газом. Международный союз чистой и прикладной химии (ИЮПАК) в качестве стандартной предлагает современную классификацию элементов в виде таблицы ПСЭ, разбитой на 7 периодов и 18 групп, пронумерованных арабскими цифрами, причем лантаноиды и актиноиды размещаются, как и ранее, под основной полудлинной формой таблицы. В таблице химических элементов ИЮПАК различные категории и семейства элементов выделены соответствующим цветом (см. сайт meta-synthesis.com).

Несмотря на достижения и успехи фундаментальной науки задача объяснения всего комплекса свойств химических элементов и закона их периодичности оказалась чрезвычайно сложной для исследователей. В частности, до сих пор остаются нерешенными вопросы, связанные с конечным количеством элементов в ПСЭ, особенностями расположения элементов первого, шестого и седьмого периодов, нестабильностью ряда элементов и др. По этим причинам преждевременно говорить о понимании сущности Периодического закона и создании его количественной теории. Для поиска путей решения указанных проблем, по-видимому, необходимо использовать свойства некоторых видов групповой, спиральной и матричной симметрии в расположении элементов в ПСЭ. С их помощью можно было бы объяснить периодичность как следствие свойственных электронным конфигурациям атомов теоретико-числовых групп динамической и перестановочной симметрии. Наряду с известными работами в этой области здесь используются результаты исследований, связанные с анализом структуры планетарной или планетарно-симметричной системы элементов, содержащей спирально - матричные структуры, формирующие группы и периоды [2]. При этом последовательный ряд порядковых номеров элементов отвечает ее спиральной структуре, табличная форма – матричной составляющей, а четно-нечетные группы элементов в этой системе формируют четыре симметрично расположенные векторные ассоциации для восьми групп и подгрупп элементов планетарной системы.

Новая система классификации химических элементов впервые разработана в ОИВТ РАН и основана на использовании принципа периодического формирования зон групповой симметрии атомов в виде планетарно-

отличие от прежних классических форм, является то, что лантаноиды (элементы 57–71), актиноиды (элементы 90–103) и трансактиноиды (элементы 105–118) нашли свое место внутри нее в шестом и седьмом периодах. Полное завершение седьмого периода происходит на элементе с порядковым номером 118, который является аналогом радона. Таким образом, в рассматриваемой модели периодической системы шесть кольцевых семейств элементов вместе с центральным из двух элементов, ответственных за внутреннюю энергетику Солнечной системы и, возможно, нашей планеты, образуют семь полностью завершенных периодов, моделируя в известном смысле структуры электронных оболочек соответствующих атомов. В соответствии с принципом Паули ёмкость каждой электронной оболочки ПСЭ равна $2n^2$, а ёмкость каждой подоболочки - $2(2l + 1)$. Из этого легко определяются указанные ёмкости спиральных периодов в ПлСЭ: 2, 8, 8, 18, 18, 32, 32. Каждый период начинается элементом, в атоме которого появляется электрон с новым значением n . Указанная схема ранее не могла быть выведена из каких-либо фундаментальных физических представлений ибо такой вывод стал возможным благодаря структурным особенностям ПлСЭ и учету известных квантово-механических закономерностей в проблеме строения атома. При внимательном рассмотрении новой структуры ПлСЭ видно, что буквально все указанные свойства классической ПСЭ, в том числе, и известные квантовые аномалии, нашли полное и адекватное отражение в особенностях расположения всего массива элементов в каждом из семи периодов и восьми групп элементов.

Для приближения к решению проблемы границ периодического закона в области крайних периодов ПСЭ и понимания свойств ПлСЭ более подробно рассмотрим присущие ей и ранее неизвестные группы симметрии s , p , d , f – элементов. Основная координатная симметрия групп делит весь массив элементов на четыре сдвоенные ассоциации главных и побочных групп, т. е. на дублиеты групп I – II, III – IV, V – VI, VII – VIII. При этом группы элементов II, III, IV, V вместе с лантаноидами и актиноидами находятся в нижней части ПлСЭ, а группы: I, VIII, VII, VI с триадами переходных элементов размещены в ее верхней части. Другой вид выявленной в ПлСЭ симметрии отражает зеркальную симметрию групп s , p – элементов, образующих зеркально расположенные пары соседних групп элементов на осях декартовой системы координат. Третья осевая симметрия периодов заключается в одинаковом удалении элементов с равным числом электронных оболочек от центра координат ПлСЭ по ее радиальным направлениям, т. е. вдоль групп элементов по возрастанию их порядкового номера. При этом первый период системы включает два элемента He и H, а другие шесть периодов кольцами охватывают первый и содержат, как и в классической ПСЭ, соответственно указанные ёмкости спиральных периодов 8, 8, 18, 18, 32 и 32 элементов, образуя оболочечную структуру, моделирующую квазипланетарный характер строения электронных оболочек атомов по Н. Бору. Другие группы симметрии, характерные для 3 – 7 периодов планетарной системы элементов, описывают, в том числе, зеркальную симметрию d – элементов, зеркальную симметрию f – элементов и их дополнительную парную симметрию [2].

Изложенные особенности Периодического закона, рассмотренные в ПлСЭ через призму указанных видов симметрии элементов, обеспечивают дополнительные преимущества планетарной системе перед классической ПСЭ, в том числе, в прогнозировании свойств лантаноидов, актиноидов и далеких трансурановых элементов седьмого периода, а также в понимании особенностей строения первых периодов ПлСЭ. При современной оценке сущности периодического закона в форме классической ПСЭ теряется смысл существования, так называемого, нулевого периода и искать в области до водорода новые более легкие элементы в их традиционном понимании. В результате анализа предложенной авторами системы классификации элементов получены новые данные, исследование которых, на наш взгляд, намечает альтернативный подход к решению некоторых из упомянутых выше проблем. В общей виде этот подход связан с введением дополнительных представлений о координатной симметрии четно-нечетных групп элементов, учитывающей особые закономерности спирально-матричного размещения различных групп атомов. Таким образом, одной из задач данной работы является изучение закономерностей или причин распределения элементов в основном состоянии по указанным группам симметрии в декартовой или полярной системе координат. В отличие от классической таблицы Д.И. Менделеева новая ПлСЭ демонстрирует сложную секторную и векторную симметрию в строении электронных оболочек атомов и, следовательно, обуславливает нетрадиционные возможности анализа периодичности свойств химических элементов и использования результатов в фундаментальных и прикладных целях.

Многие исследователи, воздающие дань уважения русскому ученому, критикуют его ПСЭ в табличной форме. В частности, они утверждают, что на сегодняшний день нет строгой формулы или системы формул описывающих Периодический закон, но имеется только натуральный ряд элементов выстроенных по возрастанию атомного веса и не найдено математически строгих закономерностей в явлении периодичности, которое не имеет количественного математического выражения в виде уравнения. Вопреки этому ПСЭ неоднократно доказала свою ценность в качестве прогностического инструмента научного познания, однако особенность Периодического закона заключается также в том, что, как верно отмечено, он не имеет

количественного математического выражения, например, в виде некоторой функции или уравнения. На это замечание критиков в работе Д.И. Менделеева «Периодическая законность химических элементов», в частности, сказано: «...Отсутствие до сих пор строгого аналитического выражения для Периодического закона, по моему мнению, определяется тем, что он относится к области еще очень новой для математической обработки. Что же касается до отсутствия какого-либо объяснения сущности рассматриваемого закона, то причину тому должно искать, прежде всего, в отсутствии точного для него выражения. Он рисуется ныне в виде новой, отчасти только раскрытой, глубокой тайны природы, в которой нам дана возможность постигать законы, но очень мало возможности постигать истинную причину их законов. Так, закон тяготения известен уже два столетия, но все попытки его объяснения донныне мало удачны. Словом, широкая приложимость Периодического закона при отсутствии понимания его причины — есть один из указателей того, что он очень нов и глубоко проникает в природу химических явлений, и я, как русский, горжусь тем, что участвовал в его установлении...»

Прогнозирование электронных конфигураций еще неоткрытых элементов (110 - 118) или уже открытых, но полностью не изученных (102 - 109), облегчается сравнением индексов электронной конфигурации соседних по подгруппам элементов с известными свойствами и ближайших элементов по периоду. Новая концепция ПлСЭ, моделирующая в известной степени электронные оболочки атомов в соответствии с зарядом ядер, выражает глобальный характер их эволюции в зависимости от увеличения атомной массы и нуклонного заряда элементов при условном движении в направлении от водорода в центре ПлСЭ к сверхтяжелым заурановым элементам шестого и седьмого периодов. Данная эволюция также знаменательна тем, что самые легкие элементы водород и гелий первого периода в центре ПлСЭ соответствуют в своей основе составу большинства, если не всех, звезд Галактики. Кроме того, в результате сравнительного анализа распределения устойчивых ассоциаций элементов авторами сформулирована принципиально новая рабочая гипотеза о глобальном значении фазовой несмесимости вещества в подвижных средах как основном механизме избирательного концентрирования соединений в расплавах, растворах и парогазовых образованиях геосферных зон Земли. Здесь, возможно, прослеживается будущая роль ПлСЭ в синтезе законов органической и неорганической химии [4].

Список литературы

1. Семишин В.И. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. - М: Химия, 1972. - 188 с.
2. Короткий В.М., Мелентьев Г.Б. О распределении s-, p-, d-, f- элементов по группам симметрии // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России, № 4. - М: ФГУП ВИМИ, 2007. С. 75-78.
3. Мелентьев Г.Б., Короткий В.М. Новая планетарно-симметричная конфигурация Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, фазовая несмесимость вещества и их глобальное ресурсно-экологическое значение // Экология промышленного производства, вып. 1. - М: ФГУП ВИМИ, 2008. С.18-34.
4. Мелентьев Г.Б., Короткий В.М. Горизонты российской науки. Ж. Редкие земли, №1 (4), 2015, с.140 – 155.

ПАМЯТИ ЛОГУНОВА А.А. – СОЗДАТЕЛЯ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ

Короткий В.М.

Объединенный институт высоких температур РАН

1 марта 2015 года ушел из жизни выдающийся ученый, государственный деятель, организатор науки и педагог, создатель Института физики высоких энергий, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, действительный член Российской академии наук Анатолий Алексеевич Логунов.

Анатолий Алексеевич Логунов родился 30 декабря 1926 года в д.Обшаровка Приволжского района Самарской области. Окончил физический факультет (1951) и аспирантуру (1953) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности физик-теоретик. С 1954 по 1956 год работал в МГУ, а с 1956 по 1963 год - заместителем директора Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, г.Дубна, Московской области). В 1963 году Логунов А.А. назначен директором Института физики высоких энергий (ИФВЭ, г.Протвино, Московской области), в котором он до конца своих дней оставался научным руководителем.

С 1974 по 1991 годы Логунов А.А. вице-президент Академии наук СССР, а с 1977 по 1992 годы - ректор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Под его непосредственным руководством был сформирован творческий научный коллектив, обеспечивший создание современного наукограда с

крупнейшим в мире ускорителем протонов У-70, введённого в действие в 1967 году. Международное научно-техническое сотрудничество в исследованиях на протонном ускорителе стало важным фактором в налаживании гуманитарных связей ученых нашей страны с научными центрами Европы и США. Логунов А.А. был почётным доктором и иностранным членом Академий наук ряда зарубежных университетов. Многие годы Анатолий Алексеевич являлся главным редактором журнала «Теоретическая и математическая физика», был членом редколлегий ряда других научных журналов.

Анатолий Логунов внес большой вклад в развитие МГУ и Российской академии наук, сказал в понедельник агентству ТАСС президент РАН Владимир Фортов в связи с кончиной Анатолия Логунова. "Логунов был человеком очень творческим, интересным, очень независимым в своих взглядах. Он не боялся того, что его мнение не всегда готовы были разделять люди", - отметил Фортов. По словам президента РАН, на протяжении всего своего жизненного пути Логунов много сделал для тех организаций, где работал. "Он всегда решал дела очень энергично, четко", - отметил Фортов. "Я могу сказать, что Анатолий Алексеевич прожил очень большую и насыщенную жизнь", - заключил президент РАН.

Анатолий Логунов внёс фундаментальный вклад в развитие квантовой теории поля, изучение процессов с сильновзаимодействующими частицами и их множественного рождения. Установил строгие динамические уравнения (квазипотенциальные уравнения Логунова — Тавхелидзе) и асимптотические теоремы для поведения характеристик сильного взаимодействия. Обобщил известную теорему Померанчука на случай, когда полные сечения и эффективный радиус взаимодействия с ростом энергии возрастают. В 1967 году выдвинул принципиально новый подход к изучению процессов неупругого взаимодействия частиц при высоких энергиях, в основе которого лежит концепция так называемой инклюзивной реакции, в которой изучаются характеристики лишь одной или нескольких выделенных частиц заданного сорта, взятых, однако, по совокупности во всех возможных каналах реакции (См. статью Логунов Анатолий Алексеевич в книге Храмова Ю.А. Физики: Биографический справочник /Под ред. А.И. Ахиезера. — Изд. 2-е, М.: Наука, 1983).

Наш читатель, вероятно, знает, что общая теория относительности Альберта Эйнштейна, известная практически для большинства грамотных людей, сегодня нуждается в корректировке, например, для лучшего описания явлений внутри звезд и на галактических масштабах. С 1970-х годов Логунов А. А. создал и развивал с соавторами альтернативную общей теории относительности (ОТО) — релятивистскую теорию гравитации (РТГ), в которой гравитационное поле представляется не геометрическим, а физическим полем, для которого сохраняется понятие инерциальной системы координат, существуют законы сохранения энергии-импульса и момента количества движения. В связи с этим наиболее актуальными проблемами астрофизики являются определение статуса фундаментальных физических законов сохранения применительно к гравитационным явлениям, гравитационному коллапсу и массе гипотетической элементарной частицы гравитона. В этом отношении Анатолий Логунов неоднократно отмечал: «... при более глубоком рассмотрении общая теория относительности (ОТО) оказывается несовместной с фундаментальными законами природы — законами сохранения энергии, импульса и момента количества движения... Ни в макро - ни в микромире пока нет ни одного экспериментального указания, прямо или косвенно ставящего под сомнение справедливость этих законов. Поэтому ОТО как теория, лишённая этих законов, с физической точки зрения не может считаться удовлетворительной. В силу сказанного выше это может означать лишь одно: отказ от ОТО как физической теории».

В РТГ гравитационные явления, по мнению ее сторонников, следует рассматривать в рамках плоского пространства Минковского, в котором однозначно выполняются законы сохранения энергии-импульса и момента количества движения, а также следует учитывать массу гравитона. В РТГ существуют явления, для которых закономерности, предсказываемые ОТО и РТГ сходны. К их концептуальным различиям следует отнести предположения о том, что Вселенная — пространственно плоская, однородная, изотропная, в ней не существует сингулярностей, в частности, физических объектов класса «чёрных дыр». Релятивистская теория гравитации, которую разрабатывал Анатолий Логунов, рассматривает гравитацию не как искривленность «пространства-времени», а как физическое поле, существующее в едином пространственно-временном континууме.

В известной телевизионной передаче, посвященной релятивистской теории гравитации в диалоге Анатолия Алексеевича Логунова с известным телеведущим Гордоном (Гордон №201) автор РТГ подробно разъяснил свои взгляды на достоинства и трудности признания новой концепции гравитации, ответил на сложные, иногда коварные, вопросы собеседника. В частности, были затронуты вопросы: какова принципиальная разница взглядов на гравитацию ОТО Эйнштейна и РТГ Логунова, как связать идеи относительности и релятивизма с воззрениями на физическое пространство, время и структуру Вселенной. Значительную часть ответов Логунова А. А. была посвящена совместимости ОТО и РТГ, проблеме носителя гравитации, гипотезам «черных дыр», циклического расширения Вселенной и многого другого.

Анатолий Логунов в течение более 40 минут открытого эфира, в присущей ему манере, спокойно, убедительно и подробно разъяснял, что наиболее принципиальной и фундаментальной проблемой теории тяготения является вопрос - гравитация есть следствие искривленности пространства-времени из-за наличия вещества, как это предполагается в ОТО, или же согласно РТГ поле тяготения представляет собой физическое поле. Обе теории дают совпадающие результаты для простейших гравитационных явлений в околосолнечном пространстве, но принципиально различаются между собой как в общетеоретическом плане, так и в отношении предсказаний для различных гравитационных явлений, происходящих при достаточно сильных полях, когда становится существенным нелинейный характер сил тяготения. В частности, в РТГ гравитон принципиально должен иметь ненулевую, хотя и чрезвычайно малую массу. Поэтому в РТГ силы инерции и гравитации всегда разделяются. РТГ объясняет результаты всех гравитационных эффектов в Солнечной системе, при этом законы сохранения энергии-импульса и момента количества движения вещества и гравитационного поля строго выполняются. РТГ дает предсказание исключительной силы – Вселенная не замкнута, отсюда следует, что Вселенная бесконечна во времени и в пространстве и во Вселенной должна существовать «скрытая масса» в какой-либо форме материи. Гравитационное поле в РТГ своим действием способно не только замедлить, но и остановить сам процесс замедления времени, а следовательно, и процесс сжатия вещества. Поэтому в РТГ «черные дыры» невозможны - коллапсирующая звезда не может уйти под свой гравитационный радиус, а развитие однородной и изотропной Вселенной идет циклически от некоторой максимальной плотности до минимальной, причем плотность вещества остается всегда конечной и состояние точечного Большого Взрыва не достигается. При этом Логунов А.А. отметил интересный исторический факт, что создатель ОТО А. Эйнштейн не был сторонником существования «черных дыр» во Вселенной. Свои позиции в области РТГ Анатолий Логунов сформулировал так: «Наша миссия — просто разобраться и устранить противоречия в существующих объяснениях явлений природы, которая подготовила мыслящему человечеству еще немало загадок». Век интернета предоставил необозримые возможности для выполнения этой благородной миссии, что несомненно привлекло дополнительное внимание специалистов к трудам выдающегося российского физика Анатолия Логунова.

Интересно, что с исследованиями Логунова А.А. в годы создания РТГ были знакомы многие советские физики, в том числе, прославленные академики Я.Б. Зельдович и В.Л. Гинзбург. По большому счету серьезного опровержения идей РТГ так никто и не дал: на всю критику Логунов, блестяще владевший математическим аппаратом, и его коллеги находили весомые контраргументы. В качестве примера отзыва приведем высказывания В. Л. Гинзбурга о РТГ. В статье «Общая теория относительности последовательна ли она? Отвечает ли она физической реальности?» (см. ж. «Наука и жизнь» № 4, 1987) автор согласен с тем, что в «ОТО, вообще говоря, нет понятия об энергии и импульсе в привычной нам из электродинамики форме и, говоря его (Логунова А.А.) словами, имеет место отказ «от представления гравитационного поля как классического поля типа Фарадея-Максвелла, обладающего хорошо определенной плотностью энергии-импульса... Что же касается всех экспериментов и наблюдений, произведенных в пределах Солнечной системы, то, насколько я понимаю, РТГ не может вступить в противоречие с ОТО. Итак, в настоящее время следует считать РТГ альтернативной теорией гравитации, нуждающейся в соответствующем анализе и обсуждении». Положения и концепции РТГ изложены в ряде статей, публикаций и монографий, основополагающими из них являются:

- Н.Н. Боголюбов, А.А. Логунов, И.Т. Тодоров. «Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля». — М.: Наука, Глав. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1969.
- А.А. Логунов, М.А. Мествиришвили. «Релятивистская теория гравитации». — М.: Наука, 1989.
- Логунов А. А. «Релятивистская теория гравитации» УФН 160 (8) 135–145 (1990)
- А.А. Логунов Теория гравитационного поля. — М.: Наука, 2000
- А.А. Логунов. «Релятивистская теория гравитации». — М.: Наука, 2006.

Из последних публикаций можно упомянуть фундаментальную работу А.А. Логунова «Релятивистская теория гравитации». М. Наука, 2011, 351 с., а из публикаций в периодических изданиях - Герштейн С.С., Логунов А.А., Мествиришвили М.А. Несовместимость законов сохранения числа барионов и электрического заряда с концепцией черных дыр. ДАН, т. 439, N 2, с. 178-179. (2011).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ВНУТРИ ПАРЫ ДВУХСЛОЙНЫХ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Иванников А.Ф., Кривенко И.В.

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

Рассмотрим аэрозольную частицу следующего состава: на ледяной «игле» образовался слой сажи (мокрого угля, смога и т.п.). Такой случай может реализоваться в реальности в слоях атмосферы, находящихся в районах мегаполисов и промышленных зон с повышенной концентрацией углеродсодержащих соединений. Такая дисперсная система моделируется парой бесконечных двухслойных параллельных цилиндрических частиц. Толщина внешнего слоя намного меньше радиуса ядра. Ранее рассмотрена аналогичная задача для однородных слабо поглощающих цилиндров [1].

Предполагается, что цилиндры поглощают электромагнитное излучение. Вектор напряженности электрического поля перпендикулярен осям цилиндров (см. Рисунок). Радиусы цилиндров много меньше, чем длина волны падающего излучения ($R_1, R_2 \ll \lambda$) – длинноволновое приближение. В этом случае для потенциалов электрического поля вне и внутри двух слоев цилиндров можно записать:

$$\Delta\varphi = 0. \tag{1}$$

Решая уравнение Лапласа в билиндрической системе координат, можно найти величину напряженности электрического поля в любой точке внутри цилиндра. Плотность тепловых источников внутри частиц, инициированных электромагнитным излучением, прямо пропорциональна квадрату амплитуды электрического вектора и интенсивности излучения.

В билиндрической системе координат [2,3] уравнение Лапласа имеет вид:

$$\Delta\varphi = \frac{1}{a^2} (ch\tau - \cos\sigma)^2 \left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial\sigma^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial\tau^2} \right) + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}, \tag{2}$$

где a – полярное расстояние, σ, τ, z – билиндрические координаты.

С декартовыми координатами они связаны уравнениями:

$$x = \frac{a \cdot sh\tau}{ch\tau - \cos\sigma}, \quad y = \frac{a \cdot \sin\sigma}{ch\tau - \cos\sigma}, \quad z = z \tag{3}$$

$$x = \frac{a^1 \cdot sh\tau^1}{ch\tau^1 - \cos\sigma^1}, \quad y = \frac{a^1 \cdot \sin\sigma^1}{ch\tau^1 - \cos\sigma^1}, \quad z = z \tag{4}$$

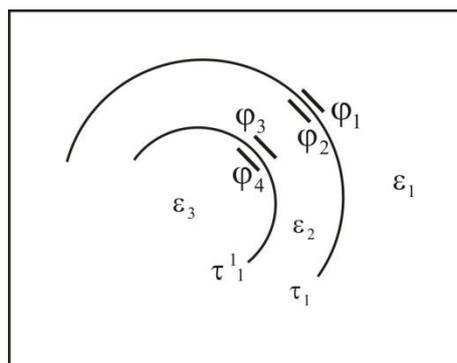
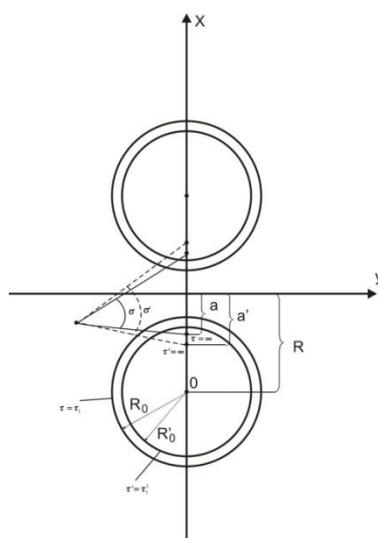
Здесь R – половина расстояния между центрами цилиндров;

Далее мы рассматриваем цилиндры одинаковых радиусов $R_1=R_2=R_0$, $R_{11}=R_{12}=R_{10}$, расположенные симметрично относительно начала координат. Координатными поверхностями в билиндрической системе координат являются боковые поверхности цилиндров: $\tau_1 = \text{const}$, $-\tau_1 = \text{const}$, $\tau_{11} = \text{const}$, $-\tau_{11} = \text{const}$. Связь между криволинейными координатами и R, R_0, a устанавливается следующим образом:

$$ch\tau_1 = \frac{R}{R_0}, \quad a^2 = R^2 - R_0^2. \tag{5}$$

Комплексная форма выражения для диэлектрической проницаемости имеет вид:

$$\varepsilon = \varepsilon_r - i\varepsilon_i, \tag{6}$$



где ε_1 и ε_1^* – действительная и комплексная составляющие диэлектрической проницаемости соответственно.

Диэлектрическая проницаемость вещества внешнего слоя равна ε_2 , диэлектрическая проницаемость вещества внутреннего цилиндра равна ε_3 , диэлектрическая проницаемость окружающей среды - ε_1 . Граничные условия имеют вид:

$$\varphi|_{y \rightarrow \infty} = -E_1 y \quad (7)$$

$$\varphi_1|_{\tau=\tau_1} = \varphi_2|_{\tau=\tau_1} \quad (8)$$

$$\varphi_3|_{r^1=r^1_1} = \varphi_4|_{r^1=r^1_1} \quad (9)$$

$$\varepsilon_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial n} \Big|_{\tau=\tau_1} = \varepsilon_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial n} \Big|_{\tau=\tau_1} \quad (10)$$

$$\varepsilon_2 \frac{\partial \varphi_3}{\partial n} \Big|_{r^1=r^1_1} = \varepsilon_3 \frac{\partial \varphi_4}{\partial n} \Big|_{r^1=r^1_1} \quad (11)$$

где φ_n – потенциалы вне и внутри цилиндров (Рисунок 2). Условия (10) и (11) записаны для цилиндров с координатными поверхностями $\tau_1 = \text{const}$; $r^1_1 = \text{const}$ соответственно; n – нормаль к поверхности соответствующего цилиндра. В выражении (7) E_1 – напряженность электрического поля в среде с диэлектрической проницаемостью ε_1 . $E_1 = E_0 * \varepsilon_1$ (где E_0 - напряженность электрического поля в вакууме).

Так как потенциал электрического поля не зависит от координаты z (вследствие симметрии), то, следовательно

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0, \quad (12)$$

и выражения (1-2) преобразуется к виду:

$$\Delta \varphi = \frac{1}{a^2} (ch \tau - \cos \sigma)^2 \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \sigma^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \tau^2} \right) = 0. \quad (13)$$

Решая уравнение (13) методом разделения переменных для каждого потенциала, получаем выражения для потенциалов внутри внешнего и внутреннего слоев.

Независимые коэффициенты A_{1n} , A_{2n} , A_{3n} , A_{4n} определяются из граничных условий, решением системы уравнений:

$$\begin{cases} \sum A_{1n} ch(n\tau_1) \sin(n\sigma) - \sum A_{2n} ch(n\tau_1) \sin(n\sigma) = -c \sum b_n \sin(n\sigma) \\ \sum A_{3n} ch(n\tau^1_1) \sin(n\sigma^1) - \sum A_{4n} e^{-n\tau^1_1} \sin(n\sigma^1) = -c^1 \sum b^1_n \sin(n\sigma^1) \\ \varepsilon_1 \sum n A_{1n} sh(n\tau_1) \sin(n\sigma) - \varepsilon_2 \sum n A_{2n} sh(n\tau_1) \sin(n\sigma) = 0 \\ \varepsilon_2 \sum n A_{3n} sh(n\tau^1_1) \sin(n\sigma^1) - \varepsilon_3 \sum n A_{4n} e^{-n\tau^1_1} \sin(n\sigma^1) = 0 \end{cases} \quad (18)$$

где $c = -E_0 a$, $c^1 = -E_0 a^1$, $b_n = 2(ch\tau_1 + sh\tau_1) - n$, $b^1_n = 2(ch\tau^1_1 + sh\tau^1_1) - n$.

В системе (18) параметры суммы сознательно не указываются в целях разгрузки формульного ряда ($n=1, \dots, \infty$).

Модуль квадрата амплитуды напряженности электрического вектора внутри цилиндра определяется как

$$|\vec{E}|^2 = E_\tau E_\tau^* + E_\sigma E_\sigma^* \quad (19)$$

где

$$E_\tau = -\frac{1}{\sqrt{g_{\tau\tau}}} \frac{\partial \varphi_2}{\partial \tau}, \quad E_\sigma = -\frac{1}{\sqrt{g_{\sigma\sigma}}} \frac{\partial \varphi_2}{\partial \sigma}. \quad (20)$$

В бицилиндрической системе координат [2]

$$g_{\tau\tau} = g_{\sigma\sigma} = \frac{a^2}{(ch \tau - \cos \sigma)^2}, \quad g_{zz} = 1. \quad (21)$$

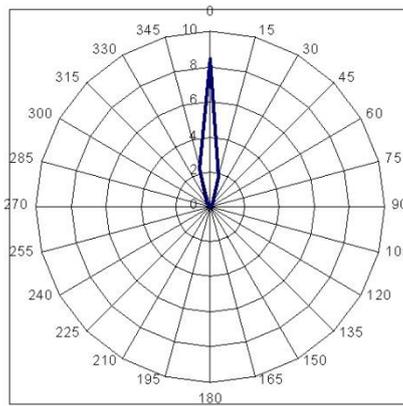
Величина модуля квадрата амплитуды электрического вектора прямо пропорциональна плотности тепловых источников в исследуемой точке [4-6]:

$$q_j = \frac{4\pi n_j n_{ij} |\vec{E}|^2 I}{n_m \lambda |\vec{E}_0|^2}, \quad (24)$$

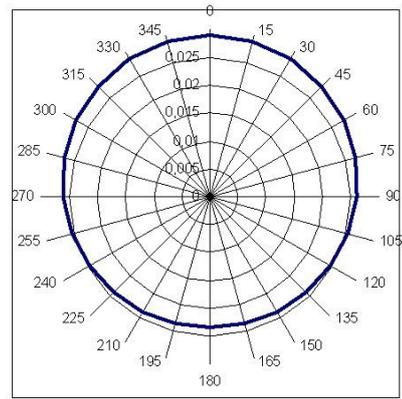
где n_j и n_{ij} – показатель преломления и коэффициент поглощения вещества j -ой частицы соответственно, $|\vec{E}|^2$ – модуль квадрата амплитуды электрического вектора, I – интенсивность падающего излучения, n_m – показатель преломления вещества среды, λ – длина волны падающего излучения, $j = 1, 2$.

Найдены распределения модуля квадрата амплитуды электрического вектора во внешних и внутренних слоях по выбранным сечениям частицы. Вычисления проводились для различных значений радиуса цилиндров, толщины внешнего слоя и расстояний между центрами цилиндров. На Рисунке 4 и Рисунке 5 представлены результаты вычислений для цилиндров радиуса 10 мкм; толщина внешнего слоя – 1 мкм.

На Рисунках показаны распределения квадрата амплитуды для R1 и R2 в зависимости от угла φ .



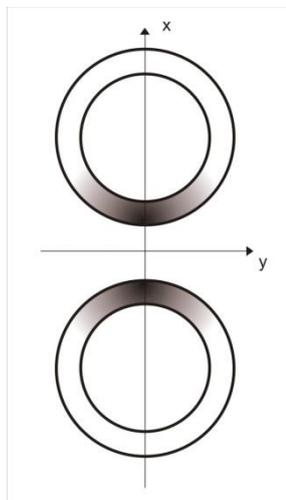
Распределение модуля квадрата амплитуды электрического вектора во внешнем слое



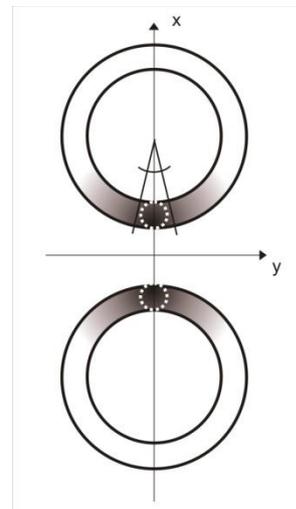
Распределение модуля квадрата амплитуды электрического вектора во внутреннем слое

В результате проведенных численных экспериментов (было получено, что плотность тепловых источников максимальна во внешнем слое в области наиболее приближенной к второй частице.

На рисунке ниже интенсивность цвета отражает величину плотности тепловых источников. Тепловые источники, лежащие в пределах угла, показанного на рисунке, заметно превосходят по величине источники с тем же радиус-вектором вне этого сектора. Видно, что максимальная плотность тепловых источников находится в области представляющей собой цилиндр, сечение которого s показано на Рисунке. Таким образом, геометрическое место тепловых источников приближенно представляет собой цилиндр малой площади сечения (нить), параллельный оси z .



Плотность тепловых источников



Сечение s – область максимальной плотности тепловых источников

Следовательно, возможно решение тепловой задачи в системе двух цилиндров с тепловыми источниками, расположенными на нити, параллельной оси цилиндра, допускающей аналитические решения.

Работа поддержана РФФИ. Грант № 15-01-08073.

Список литературы

1. Кривенко И.В., Комаров А.Ф. Моделирование взаимодействия электромагнитного поля с дисперсной системой, содержащей цилиндрические частицы (длинноволновое приближение) // В сб.: Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем: Сб. науч. тр. / МГТУ «СТАНКИН». - Изд-во «Янус-К», 2003. С. 117-123.
2. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров.-М.: Наука, 1984. С. 831.
3. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики.-М; Изд-во иностр. литературы, 1958. С. 415.
4. Пришивалко А.П. Оптические и тепловые поля внутри светорассеивающих частиц. - Мн.: Наука и техника, 1983. - 190 с.
5. Пришивалко А.П., Астафьева Л.Г. О распределении энергии в однородных поглощающих частицах, освещаемых параллельным пучком света. // ЖПС, 1972. Т.16, N 2, с. 344-350.
6. Пришивалко А.П., Астафьева Л.Г. Распределение энергии внутри светорассеивающих частиц. - Минск, 1974. - 62 с. (Препринт/ Ин-т физики АН БССР)

СЕКЦИЯ №20.

РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)

СЕКЦИЯ №21.

ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)

СЕКЦИЯ №22.

ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)

СЕКЦИЯ №23.

АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)

СЕКЦИЯ №24.

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУР ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ОТ ДАВЛЕНИЯ В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

Погожев С.Э.

ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет, г.Вологда

Фазовые переходы в жидких кристаллах (ЖК) многочисленны и разнообразны. Среди них весьма интересны фазовые переходы нематический жидкий кристалл – смектический А жидкий кристалл (НЖК–СЖК А). Данные переходы в некоторых ЖК являются фазовыми переходами 1-го рода, а в других – 2-го рода. Для выяснения природы фазовых переходов полезную информацию можно получить при экспериментальном изучении влияния на физические свойства исследуемого вещества различных внешних воздействий, например, давления.

В качестве объекта исследования в настоящей работе выбран четвертый гомолог ряда алкоксибензилиден-бутиланилинов: п-н-бутоксibenзилиден-п-бутиланилин (БББА). Исследование БББА представляет интерес в

плане изучения молекулярно – кинетических свойств ЖК в окрестности фазового перехода НЖК–СЖК А. Кроме того, данное исследуемое вещество характеризуется высокой надежностью классификации смектических фаз и широким температурным интервалом нематической фазы. Исследования проводились акустическим методом (частота ультразвука – 6,4 МГц), характеризующимся высокой чувствительностью акустических параметров (скорости распространения и коэффициента поглощения ультразвука) к взаимной ориентации вектора магнитной индукции и волнового вектора.

На Рисунке 1 представлена фазовая диаграмма для ББА [1], из анализа которой следует, что влияние давления на температуры фазовых переходов НЖК–СЖК А и НЖК–ИЖ (изотропная жидкость) неодинаково. Это различие приводит к увеличению температурного интервала существования нематической фазы с ростом давления.

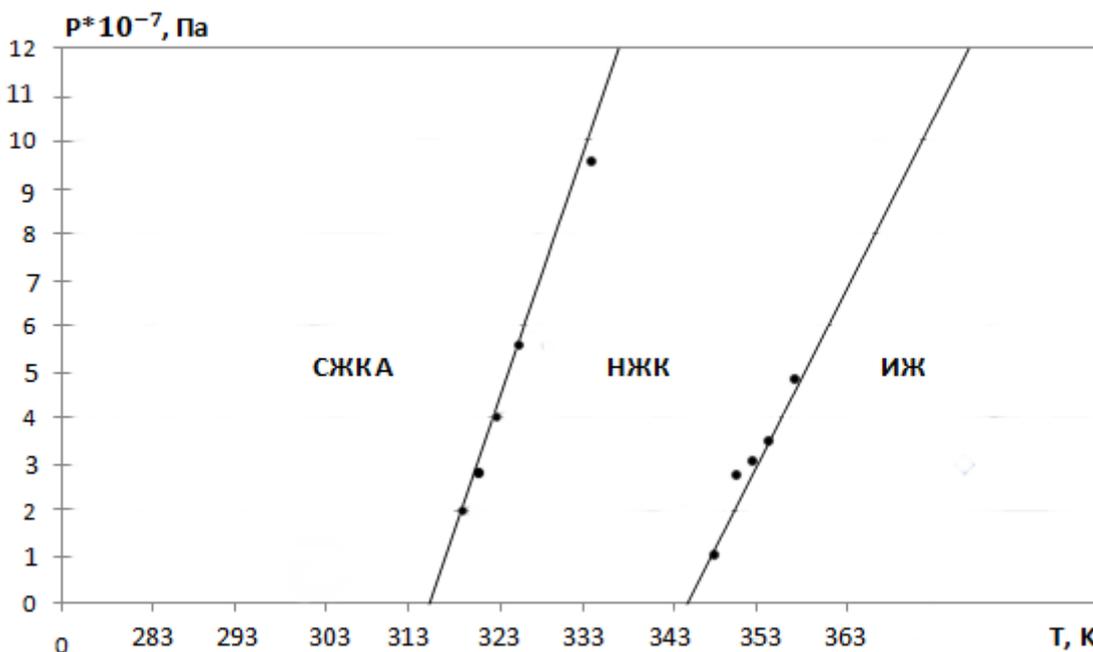


Рис.1. Фазовая диаграмма ББА.

Анализ экспериментальных результатов, выполненный методом наименьших квадратов, показал, что зависимости температур исследуемых фазовых переходов от давления описываются линейным законом вида:

$$T_{NA}(P) = T_{NA}^0 + k_{NA} \cdot P,$$

$$T_C(P) = T_C^0 + k_C \cdot P,$$

где параметры $T_{NA}^0 = 316,4K$ и $T_C^0 = 345,4K$ – температуры, при которых исчезает анизотропия коэффициента поглощения ультразвука при атмосферном давлении, $k_{NA} = 2,2 \cdot 10^{-7} K \cdot Pa^{-1}$ и $k_C = 3 \cdot 10^{-7} K \cdot Pa^{-1}$ – коэффициенты пропорциональности. При определении верхней (T_C) и нижней (T_{NA}) температурных границ существования нематической фазы использовался тот факт, что изменение акустических параметров при изменении взаимной ориентации волнового вектора и вектора магнитной индукции наблюдается только в нематической фазе жидкокристаллического состояния вещества. Сравнение значений k_{NA} и k_C , а также T_{NA}^0 и T_C^0 , полученных в настоящей работе, с данными других исследователей показывает, что акустические исследования на частоте 6,4 МГц позволяют надежно определять температуры фазовых переходов в исследуемых веществах.

В Табл.1 приведены значения скачка энтальпии (ΔH) при фазовом переходе НЖК–ИЖ, рассчитанные на основе экспериментальных данных с помощью уравнения Клаузиуса-Клапейрона при различных значениях давления ($\Delta V_C = 0,83 \cdot 10^{-6} m^3 / моль$). Отсутствие в научной литературе данных о скачке объема ΔV_{NA} при

фазовом переходе НЖК–СЖК А не позволяет провести аналогичные расчеты ΔH для данного фазового перехода.

Таблица 1

Значения скачка энтальпии для ББА

$P \cdot 10^{-7}, \text{Па}$	0,01	2	4	6	8	10	12
$T_C, \text{К}$	345,4	351,5	357,5	363,6	369,6	375,7	381,8
$\Delta H, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	0,94	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04

Выполненное в работе [2] обобщение теории среднего поля НЖК на смектическую фазу показывает, что энтропия фазового перехода НЖК–СЖК А является функцией отношения температур $\frac{T_{NA}}{T_C}$. Согласно теоретической фазовой диаграмме Мак-Миллана [2] и Кобаяши [3] по мере уменьшения величины $\frac{T_{NA}}{T_C}$ скачок энтропии при НЖК–СЖК А переходе уменьшается и достигает нуля при $\frac{T_{NA}}{T_C} = 0,866$. В случае $\frac{T_{NA}}{T_C} < 0,866$ рассматриваемый фазовый переход является переходом 2-го рода. Из табл.2, в которой представлены значения отношения $\frac{T_{NA}}{T_C}$ в интервале давлений $(10^5 - 12 \cdot 10^7) \text{Па}$, следует, что в исследованном интервале давлений значение $\frac{T_{NA}}{T_C}$ превышает 0,866 и поэтому, согласно теоретической фазовой диаграмме Мак-Миллана и Кобаяши, рассматриваемое фазовое превращение является слабо выраженным фазовым переходом 1-го рода.

Таблица 2

Значения отношения температур фазовых переходов для ББА

$P \cdot 10^{-7}, \text{Па}$	0,01	2	4	6	8	10	12
$\frac{T_{NA}}{T_C}$	0,916	0,913	0,910	0,906	0,904	0,901	0,898

Из анализа данных Табл.2 следует, что с повышением давления величина отношения $\frac{T_{NA}}{T_C}$ уменьшается по линейному закону, который можно представить в виде:

$$\frac{T_{NA}}{T_C} = \left(\frac{T_{NA}}{T_C} \right)_0 - k \cdot P,$$

где $\left(\frac{T_{NA}}{T_C} \right)_0 = 0,916$ – отношение температур фазовых переходов при атмосферном давлении,

$k = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{Па}^{-1}$ – коэффициент пропорциональности. Экстраполяцией данной зависимости в область высоких давлений ($P > 12 \cdot 10^7 \text{Па}$) найдено «характеристическое» давление $P_x = 33 \cdot 10^7 \text{Па}$, при котором отношение $\frac{T_{NA}}{T_C} = 0,866$, а, следовательно, скачок энтропии равен нулю.

Таким образом, можно сделать предположение, что при давлении, равном $33 \cdot 10^7 \text{Па}$, фазовый переход НЖК–СЖК А 1-го рода превращается в фазовый переход 2-го рода.

Список литературы

1. Погожев, С.Э. Динамические свойства ориентированных жидких кристаллов в окрестности фазовых переходов при высоких давлениях: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: МПУ, 1996. – 32 с.
2. McMillan, W.L. // Phys. Rev. – 1971, 4A, №3. – P. 1238-1246.

**СЕКЦИЯ №25.
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

**СЕКЦИЯ №26.
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

ЗАМЕЩЕНИЕ ИТО В СТРУКТУРЕ СВЕТОДИОДНЫХ ДИСПЛЕЕВ НА ПЛЁНКИ ИЗ ГРАФЕНА

Старов Д.В.

ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет, г.Астрахань

Графен один из самых универсальных материалов на планете, список его возможностей пополняется день ото дня. Исследователи разных стран мира рассматривают графен как наиболее подходящего кандидата для замены материалов во многих отраслях высоких технологий.

Ученые из Сеульского Национального Университета предложили технологию замены дорогостоящего ИТО подложкой из графена, при этом они доказали, что толщина слоев получаемого графена, а соответственно и светопропускание, зависят от продолжительности процесса синтеза.

Считается, что в будущем графен станет основным материалом для создания дисплеев. Высокая стоимость исходных материалов является основной проблемой, с которой постоянно сталкиваются производители жидкокристаллических дисплеев. За последние 14 лет стоимость оксида индия-олова (ИТО), основного материала, который используется в производстве жидкокристаллических дисплеев, органических светодиодов и сенсорных панелей возросла довольно существенно. Причиной тому является повышение спроса на дисплеи различной диагонали, солнечные панели и другие продукты [1].

Разработка и применение гибких дисплеев – прогрессивный скачок будущего на рынках электронных технологий. Графен является более гибким, чем обычные керамические альтернативы вроде индия-оловянного оксида (ИТО) и прозрачнее, нежели металлические пленки. Кроме того, высокая стоимость ИТО и снижающийся уровень предложения заставили производителей дисплеев посмотреть в сторону альтернативных материалов, в основе которых лежит углерод.

Современные гибкие панели OLED используют ИТО в качестве главного материала для анода светодиода. Но такие свойства как гибкость и прочность не являются сильной стороной оксида индия-олова, в результате после ударов или слишком большого давления в лучшем случае снизится энергоэффективность и яркость дисплея, а в худшем – светодиоды выйдут из строя. Теплопроводность и проводимость графена делают его идеальной заменой оксида индия-олова. Также, графен прочнее алмаза и довольно гибкий (ленту графена можно растянуть без какого-либо ущерба на 20%), что исключает возможность ухудшения качества изображения при физическом воздействии на гибкий дисплей. Исследования указывают на то, что производство анодов из модифицированного графена технологически возможно, обосновано и перспективно.

Проводимость материала электрода является одним из основных факторов, определяющих его эффективность. Типичное сопротивление ИТО находится в диапазоне $10-100 \text{ } \Omega/\text{m}^2$, в то время как углеродные нанотрубки и проводящие полимеры обычно достигают $100-1000 \text{ } \Omega/\text{m}^2$ при той же прозрачности. Последние успехи в области синтеза графена привели к прорыву: сопротивление одного графенового листа составило около $30 \text{ } \Omega/\text{m}^2$ при пропускании 90% - значение, которое в некоторых случаях превосходит ИТО [2].

Однако простая замена в органических светодиодах ИТО на графен не приводит к немедленному повышению эффективности. Ученые обнаружили, что и высокая работа выхода не менее важна для достижения высокой эффективности светодиодов с прозрачным графеновым электродом. Графен, который обычно выступает в качестве анода в OLED-устройствах, обладает относительно низкой работой выхода – около 4,4 эВ. По

сравнению с потенциалами ионизации наиболее часто используемых дыркопроводящих слоев, таких как NPB и TAPC, которые составляют около 5,4 эВ, низкая работа выхода графена приводит к чересчур высокому барьеру инжекции на границе, что снижает эффективность работы конечного устройства.

Многие работы сегодня направлены на корректировку проводимости и работы выхода. Например, ряд усилий направлен на получение графена с минимальным сопротивлением. Обычно лист графена имеет поверхностное сопротивление около $1000 \text{ } \Omega/\text{m}^2$, что приводит к необходимости использования высокого напряжения, что ограничивает эффективность конечного устройства. Однако сегодня в ведущих лабораториях по синтезу графена в качестве электродов удалось получить прозрачные слои графена с сопротивлением листа около $34 \text{ } \Omega/\text{m}^2$ при пропускании 90% - значение, не уступающее коммерчески доступным электродам из ITO. Для обеспечения высокой работы выхода был разработан такой проводящий полимер, работа выхода которого достаточна для улучшения инжекции дырок из графенового анода в органический слой. Одним из таких полимеров, который ученые называют «градиентный слой с дырочной проводимостью» (GraHIL), состоит из поли(3,4-этилендиокситиофена), допированного поли(стиролсульфонатом) (PEDOT:PSS), который уже давно используется, с добавкой сополимера тетрафторэтилена-перфтор-3,6-диокса-4-метил-7-октилсульфоновой кислоты (перфторированных иономер). Этот проводящий полимер обеспечивает градиент работы выхода через слой и относительно высокую работу выхода на поверхности (5,95 эВ), что позволяет эффективно инжектировать дырки в вышележащий транспортный слой.

Эти улучшения проводимости и работы выхода существенно повысили эффективность конечных устройств, даже составив конкуренцию современным жестким OLED на основе ITO. В частности, исследователи показали, что зеленые флуоресцентное и фосфоресцентное OLED-устройства на основе четырехслойного графенового анода, легированного HNO_3 , достигают световой эффективности 37,2 лм/Вт и 102,7 лм/Вт, соответственно. Эти значения намного выше, чем устройства на основе электродов из ITO, которые достигают эффективности 24,1 лм/Вт в случае люминесцентных и 85,6 лм/Вт в случае фосфоресцентных органически светодиодов. Исследователи также показали, что гибкие люминесцентные OLED-источники белого света с четырехслойным графеновым анодом, легированным HNO_3 , сегодня обладают токовой эффективностью около 16,3 кд/А, что выше, чем у органических светодиодов на основе ITO (10,9 кд/А).

Это первый случай, когда OLED на основе не-оксидных прозрачных электродов проявили лучшую эффективность, чем на основе ITO, что вселяет надежду, что этот альтернативный прозрачный электрод может конкурировать с коммерческими электродами из ITO и в плане производительности. Допирование графена и специальные шаги по повышению работы выхода с использованием градиентного слоя с дырочной проводимостью – это самые важные шаги для достижения высокой эффективности графеновых OLED. Пока что, к сожалению, не была изучена стабильность этих материалов: например, хотя сам графен является достаточно стабильным, допированная кислота может постепенно мигрировать, как увеличивая сопротивление графена, так и вредя остальным кислотно-чувствительным компонентам. Еще одной проблемой может стать производство и стоимость такого высокопроводящего графена, который синтезируют методом химического осаждения из пара на подложки из металлической фольги высокой чистоты.

Список литературы

1. Jonathan K. Wasseia et. al. Graphene, a promising transparent conductor Materials Today 13, 52 (2010)
2. Gunar Kaune: Röntgenografische Charakterisierung von Indium-Zinn-Oxid-Dünnschichten. (PDF; 4,4 MB) Diplomarbeit an der Technischen Universität Chemnitz, 26. September 2011.

СИНТЕЗИРОВАНИЕ МУЛЬТИГРАФЕНА МЕТОДОМ CVD НА ПЛЕНКЕ Ni

Старов Д.В.

ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет, г.Астрахань

Графен – это однослойная двумерная аллотропная модификация углерода, с гексагональной кристаллической решёткой. За короткое время, которое прошло с момента открытия и исследования первых образцов графена, подготовленных механическим расслоением кристаллов графита [1], было разработано очень большое число разнообразных методик синтеза графена.

Целью данной работы было определение числа слоев мультиграфена, полученного методом химического осаждения паров (CVD) на тонкой кобальтовой пленке.

Синтез графена проводился методом (CVD). Данный метод основан на возможности термokatалитического разложения газообразных углеводородов на поверхности металлов с образованием различных нанокристаллических структур.

Подложкой – катализатором для проведения CVD – процесса была тонкая Ni пленка толщиной ($d=200$ нм), полученная методом плазменного напыления на SiO₂ / Si пластину ($d= 0,3$ мм), планарные размеры образца были 10x10 мм. Синтез осуществлялся в среде пропилена при температуре 400 °C, в вакуумной камере при давлении $1 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст., время протекания процесса 4 мин.

Метод CVD признан наиболее подходящим для получения графена с различным числом слоев. Подбор универсального способа определения числа слоев является актуальнейшей задачей, это позволит значительно ускорить исследования этого материала. Многие исследовательские группы применяют метод измерения с помощью атомно-силовой микроскопии, но он требует больших временных затрат. Применение рамановской спектроскопии позволяет наиболее эффективным способом определить количество слоев графена без разрушения его кристаллической решетки.

Микрорамановские измерения проводились на спектрометрической установке Renishaw S1000 UV. Спектры возбуждались Ar⁺- лазером ($\lambda = 488$ nm).

Известно, что в рамановских спектрах графита (графена) могут наблюдаться три наиболее интенсивные линии. Линия G на частоте ~ 1582 см⁻¹ связана с дважды вырожденной фононной модой симметрии E_{2g} из центра зоны Бриллюэна (ЗБ). Линия D на частоте ~ 1352 см⁻¹ возникает в образцах с большим количеством структурных дефектов. Линия 2D (~ 2710 см⁻¹) связана с резонансным рассеянием света с участием двух фононов одинаковой энергией, но противоположным направлением импульса и дает информацию об упорядочении графитовых (графеновых) слоев

На Рисунке 1 представлен рамановский спектр исследуемого образца. Полученный спектр имеет ярко выраженные пики G и 2D при значениях 1580 см⁻¹ и 2700 см⁻¹.

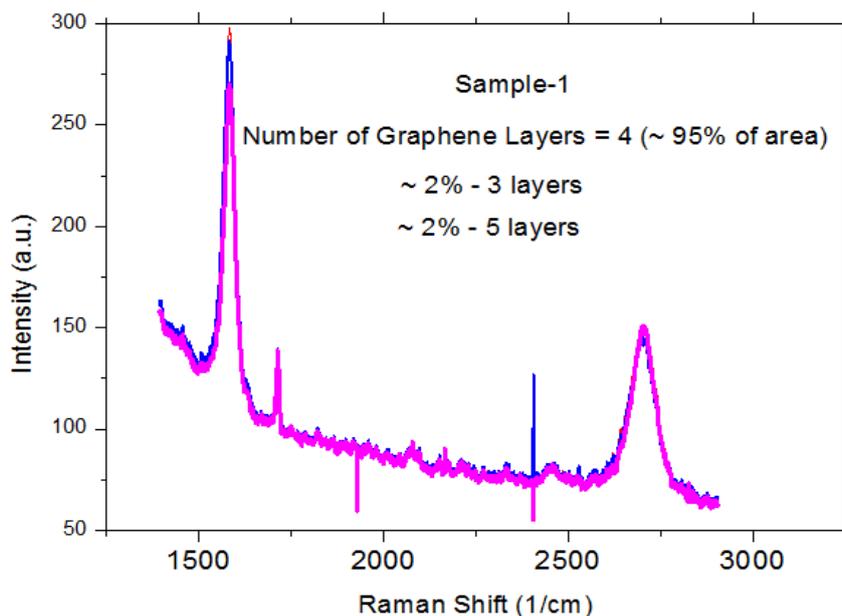


Рис.1. Рамановский спектр исследуемого образца

В работе [3] показано, что для оценки толщины пленки графена может быть использовано соотношение интенсивностей IG/I2D рамановских спектров. Проведенный анализ показал, что в пиках, соответствующих хлопьевидным областям – мультиграфеновые слои, с наименьшим числом слоев 2-4 ,а в точке

Изучение рамановского спектра нанокристаллической структуры, синтезированной методом CVD на поверхности тонкой пленки Ni, позволило идентифицировать в ней наличие мультиграфеновых областей толщиной 2-4 монослоев и размером порядка 30 нм.

Полученные результаты дают возможность дальнейшего совершенствования CVD технологии синтеза графена и методов определения его основных параметров.

Список литературы

1. Geim, A.K. and Novoselov, K.S. The rise of graphene. Nature Mater. 6, 183–191 (2013).
2. Рутьков Е.В., Кузьмичев А.В., Галь Н.Р. Фазовый переход графен- графит на поверхности науглероженного металла. // Письма в ЖЭТФ.-2011.- Т.93-В. 3.-С.166-170.
3. Das A., Chakraborty B., Sood A.K. Bull. // Raman spectroscopy of graphene on different substrates and influence of defects// Mat. Sci.-2014. -Vol 31.- pp. 593–597.

СЕКЦИЯ №28.

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)

МАГНИТНОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ В $\text{CuCr}_2\text{S}_4: \text{Fe}^{57}$, ЛЕГИРОВАННОЙ СУРЬМОЙ

Губайдуллин Р.К.

КНИТУ им. А.Н. Туполева - КАИ, г.Казань

Физические свойства халкогенидной шпинели CuCr_2S_4 в значительной степени определяются видом и величиной примесных замещений, в частности, замещение в октаэдрической (В) подрешетке сильно влияет на магнитные свойства, а замещение в тетраэдрической (А) подрешетке вызывает существенное изменение электрических свойств [1].

В данной работе методом гамма резонансной (ГР) спектроскопии на ядрах Fe^{57} изучено влияние ионов сурьмы на характер магнитного упорядочения CuCr_2S_4 при внедрении Sb в различные кристаллографически неэквивалентные позиции структуры шпинели, включая и анионную подрешетку, при этом одновременно исследовано воздействие ионов Sb на распределение катионов по узлам кристаллической решетки.

Для проведения исследований методом твердофазного синтеза были получены поликристаллические образцы шпинелей с незначительной добавкой изотопа Fe^{57} , вводимого при синтезе. Содержание изотопа Fe^{57} , не превышала 2,5% от общего количества ионов хрома, степень легирования ионами сурьмы составляла 0,05 на формульную единицу.

ГР спектры снимались при 290 и 78 К с источником Co^{57} в матрице Cr. Величина изомерного сдвига резонансного спектра определялась относительно металлического железа.

На Рисунках 1 и 2 представлены ГР спектры шпинели $\text{CuCr}_2\text{S}_4: \text{Fe}^{57}$, нелегированной (а) и легированной сурьмой (б, в и г) при 290 К и 78 К. Ионы Sb замещают ионы S (б), Cu (в) и Cr (г) соответственно.

Интерпретация полученных спектров возможна в предположении о локализации части ионов железа в октаэдрических (В) позициях кристаллической решетки с замещением части ионов хрома. В этом случае секстеты с наибольшей интенсивностью линий можно сопоставить ионам Fe^{3+} в тетраэдрических (А) позициях, а два других секстета приписать ионам железа в В-позициях, имеющих различное число ионов Fe^{3+} (А) в своем ближайшем окружении.

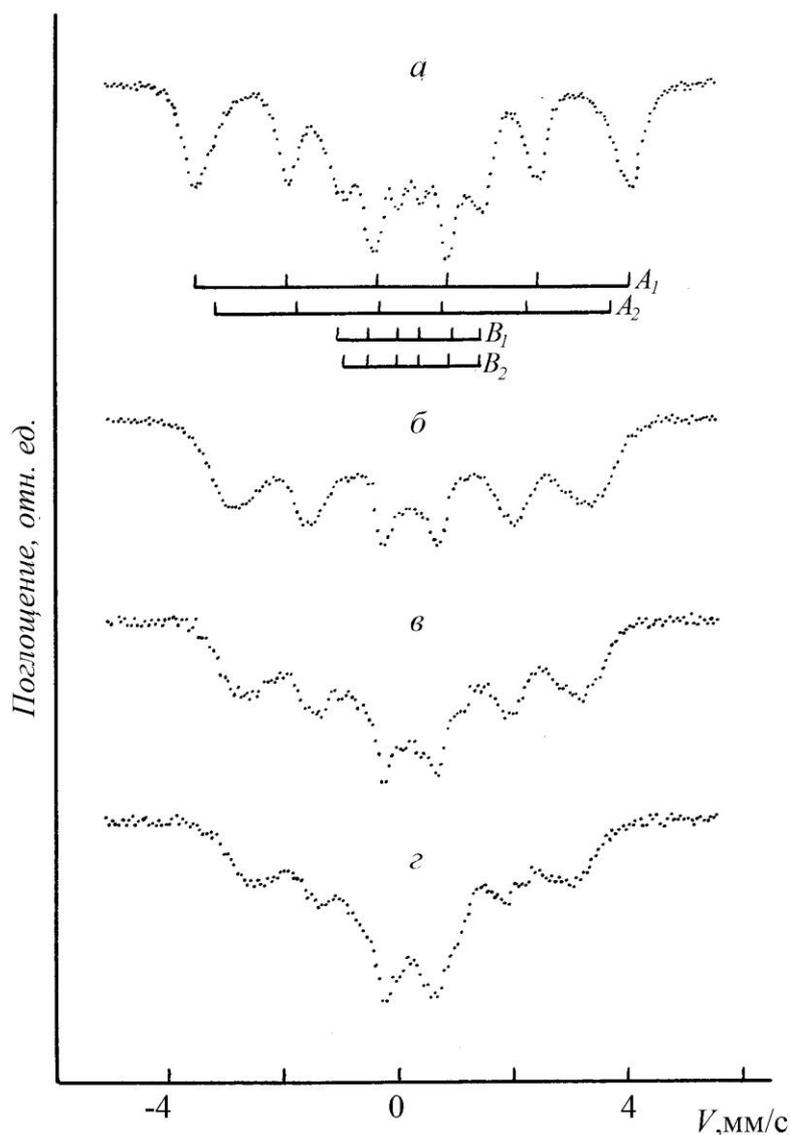


Рис.1

Параметры сверхтонкой структуры ГР спектров свидетельствуют о том, что ионы Fe(B) находятся в неэквивалентных в магнитном отношении положениях с различным значением эффективного магнитного поля ($H_{\text{эфф}}$) на ядре. Низкое значение $H_{\text{эфф}}$ для ионов Fe в данных позициях по сравнению с $H_{\text{эфф}}$ для Fe(A) обусловлено, на наш взгляд, как отсутствием вклада в $H_{\text{эфф}}$ межподрешеточного косвенного сверхтонкого взаимодействия, так и релаксационными процессами, возникающими вследствие слабой связи ионов Fe(B) с магнитной структурой кристалла в целом.

Секстет B_1 соответствует ионам Fe(B), имеющим в своем ближайшем тетраэдрическом окружении 5 ионов меди и 1 ион железа, а секстет B_2 - чисто диамагнитной конфигурации из ионов меди. О существовании ионов Fe в B-позициях решетки в нелегированном сурьмой шпинели свидетельствует наличие неэквивалентности в положениях ионов Fe(A) при 297 К. По нашему мнению, секстет A_1 соответствует случаю, когда все 12 позиций, составляющих ближайшее октаэдрическое окружение иона Fe(A), заняты ионами Cr, тогда как секстет A_2 можно сопоставить окружению из 11 ионов Cr и 1 иона Fe.

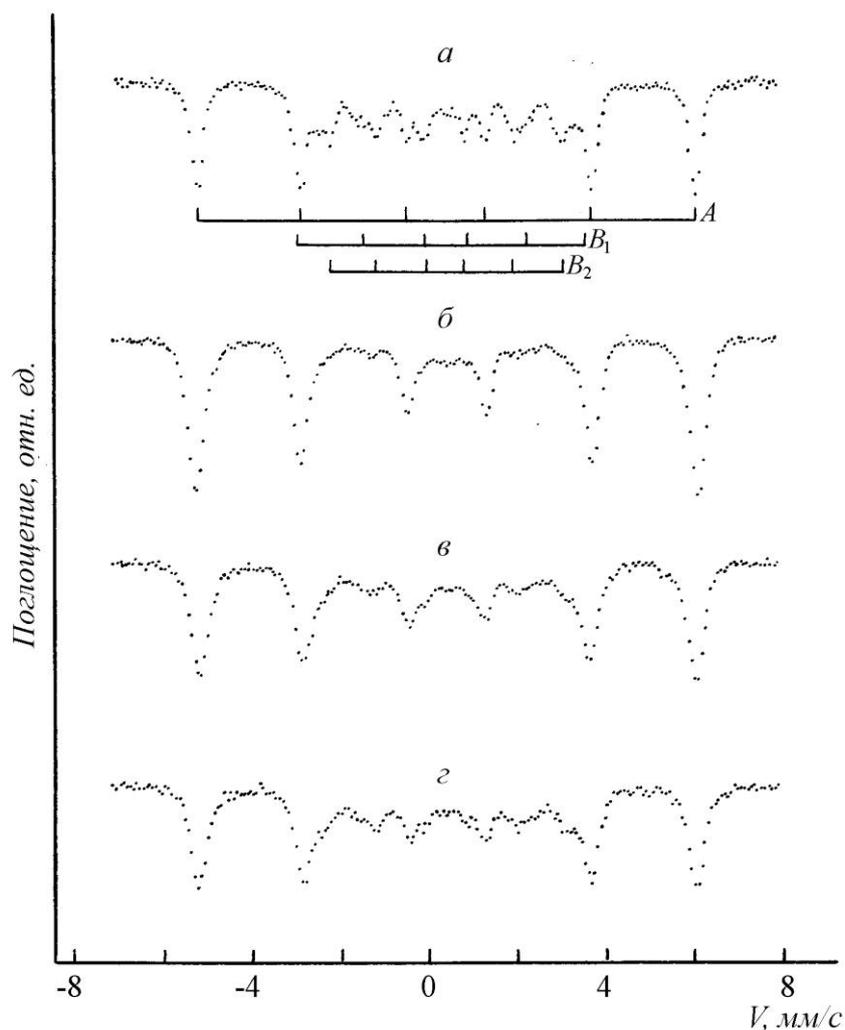


Рис.2

Анализ спектров показал, что замещение ионами Sb уменьшает долю ионов Fe, локализующихся в В-позициях. Об этом свидетельствует уменьшение интенсивности резонансных линий, обусловленных ионами Fe(B). В случае внедрения ионов Sb в анионную подрешетку доля ионов Fe(B) минимальна. Максимальная величина ионов Fe в В-позициях реализуемая при замещении ионами Sb ионов Cr(B), не превышает 0,01 на формульную единицу. Это приблизительно в два раза меньше, чем в случае нелегированной шпинели.

Внедрение ионов Sb в кристаллическую решетку приводит к понижению температуры Кюри. Эффект воздействия ионов Sb на температуру магнитного упорядочения выше в случае замещения ими ионов Cu или Cr, нежели анионов S^{2-} .

В [2] нами было показано, что валентность ионов Sb равна пяти при их локализации в В-позициях шпинели $CuCr_2S_4$.

При гетеровалентном замещении происходит изменение электронного состояния ионов Cr, а также примесных ионов Fe. В данном случае происходит переход ионов Cr из состояния со смешанной валентностью $Cr^{3,5+}$ в трехвалентное состояние, в ионов Fe из трех- в двухвалентное состояние. При катионном замещении в первую очередь происходит изменение зарядов тех ионов Fe, в ближайшем окружении которых локализуются ионы Sb^{5+} . Переход ионов Fe из трех- в двухвалентное состояние сопровождается возникновением квадрупольного расщепления и ростом изомерного сдвига спектра.

Уменьшение числа ионов Cr^{4+} в процессе замещения ионами Sb^{5+} изменяет характер магнитного упорядочения. ГР спектры Sb-замещенных шпинелей имеют релаксационный вид, что свидетельствует о возникновении в структуре шпинели суперпарамагнитных кластеров различных размеров, имеющих соответственно различные времена релаксации.

Аналогичная ситуация, на наш взгляд, имеет место при внедрении ионов Sb в А-позиции, а в случае анионной подрешетки происходит замещение халькогена на трехвалентный анион Sb. При любом из вариантов

внедрения ионов Sb в кристаллическую решетку для сохранения общей электронейтральности шпинели должно происходить изменение электронного состояния катионов. Мы полагаем, что это обстоятельство является основным фактором, приводящим к видоизменению ГР спектра при 290 К, которое наблюдается в эксперименте.

В [3] отмечалось, что переход ионов Cu в CuCr_2S_4 из одновалентного состояния в другое уже невозможен при наличии даже незначительной примеси в кристаллической решетке. Поэтому при гетеровалентном замещении ионами Sb должно происходить изменение электронного состояния ионов Cr, а также ионов Fe при дополнительном легировании образцов изотопом Fe^{57} .

Согласно нашей интерпретации, при локализации ионов Sb в А- или В- позициях происходит падение концентрации свободных дырок у верха валентной зоны, обусловленное уменьшением количества четырехвалентных ионов Cr. Это вызывает ослабление косвенного обмена ионов хрома через носители тока и межподрешеточного обменного взаимодействия Fe-S-Cr, сопровождающееся понижением температуры Кюри.

В случае внедрения ионов Sb в анионную подрешетку в результате замещения двухвалентного аниона S на трехвалентный анион Sb будет возрастать количество ионов четырехвалентного Cr. Однако это не повлечет за собой увеличение концентрации свободных дырок у верха валентной зоны по следующей причине. Согласно шкале Оллреда-Рохова, электроотрицательность серы составляет 2,60, тогда как сурьмы - 1,82. Значительно меньшая электроотрицательность Sb приводит к тому, что ионы Sb будут действовать как ловушки для дырок в валентной зоне. Заряд ионов Sb, локализующихся в анионной подрешетке, будет отличаться от формального заряда в ионном приближении и тем сильнее, чем сильнее связь между ионами сурьмы и дырками в валентной зоне.

Мы полагаем, что в результате воздействия вышеуказанных факторов замещение ионами Sb в анионной подрешетке оказывает меньшее влияние на температуру Кюри, чем аналогичное замещение в А- или В-позициях структуры шпинели.

Список литературы

1. Белов К.П., Третьяков Ю.Д., Гордеев И.В. и др. Магнитные полупроводники - халькогенидные шпинели. М.: изд-во МГУ, 1981. — 279 с.
2. Губайдуллин Р.К., Садыков Р.А., Аминов Т.Г., Америкова Е.В. Синтез, магнитная структура и сверхтонкие взаимодействия шпинелей системы $\text{CuCr}_{2-x}\text{Sb}_x\text{S}_4:^{57}\text{Fe}$ // Изв. АН СССР. Неорганич. материалы. —1992. — Т.28. N 7. — С.1377—1382.
3. Прокопенко В.К., Прохоренко Ю.И., Шемяков А.А., Мещикова Т.К., Губская Г.Ф., Калинин В.Т. Валентные состояния ионов в твердых растворах $\text{CuCr}_{2(1-x)}\text{V}_{2x}\text{S}_4$ //Изв. АН СССР. Неорганич. материалы. — 1982. —Т.18. №4. —С.630—632.

СЕКЦИЯ №29.

ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)

**СЕКЦИЯ №30.
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)**

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАДИЦИОННОГО И ГАЗИФИЦИРОВАННОГО
ГОРЕНИЯ УГЛЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ТЭЦ**

**¹Аскарова А.С., ¹Болегенова С.А., ²Байдуллаева Г.Е., ¹Болегенова С.А., ¹Максимов В.Ю.,
¹Боранбаева А.Е., ¹Бердихан К., ¹Максутханова А.М., ¹Шортанбаева Ж.К.**

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

²Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, г.Алматы, Казахстан

В теплоэнергетике Казахстана для получения энергии используется низкосортное топливо (уголь) с пониженной теплотворной способностью и повышенной зольностью (более 40%). Вместе с тем к топочным камерам промышленных котлов в настоящее время предъявляются строгие экологические требования. Соблюдение этих требований наряду с необходимостью экономии капитальных и эксплуатационных затрат чрезвычайно осложняет исследования в этом направлении [1, с. 792].

При освоении новых энергетических блоков, использующих пылеугольное топливо, исследования топочных процессов с целью их усовершенствования чрезвычайно затруднено. Для повышения надежности и улучшения качества проектирования большую актуальность приобретает разработка методов комплексного расчета топочных устройств с учетом аэродинамики топочной камеры, воспламенения, теплообмена и механизмов выгорания пылеугольного факела.

В мировой практике принято обогащать угли перед их сжиганием. Однако нельзя ожидать обогащения углей в объемах, необходимых для ТЭС Казахстана и стран СНГ, особенно из-за большой стоимости обогащения. Кроме того, в результате обогащения можно снизить зольность и влажность углей, тогда как увеличить реакционную способность, т.е. выход летучих (тощие угли, антрацит имеют выход летучих 4-12%), путем обогащения невозможно [1, с. 795].

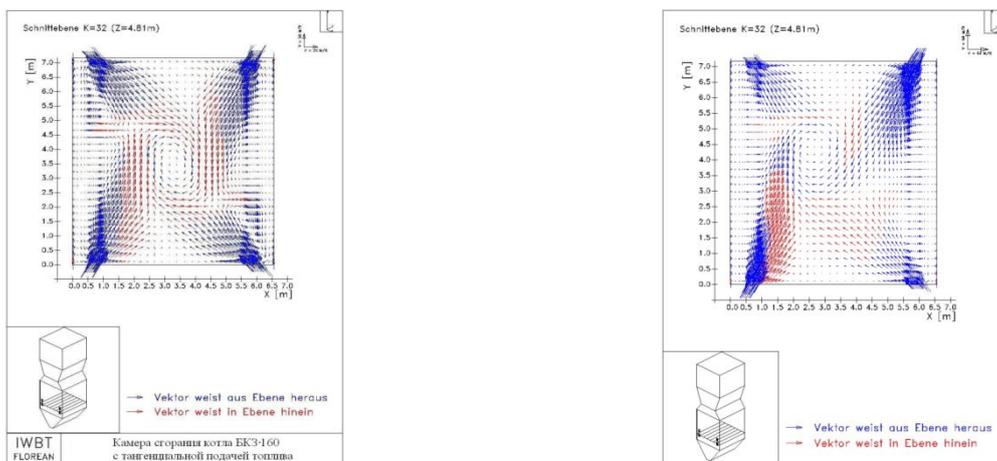
Для улучшения воспламенения и стабилизации горения низкосортных углей с низким выходом летучих и высокой зольностью существуют дополнительные мероприятия, которые в основном сводятся к утонению помола, подогреву аэросмеси и вторичного воздуха, подаче угольной пыли высокой концентрации последующим разбавлением и, наконец, совместному сжиганию с углем мазута или природного газа. Последнее техническое решение получило самое широкое распространение.

Однако, существующая в теплоэнергетике практика использования для розжига и стабилизации горения низкосортных углей, дефицитных мазута и природного газа не решает проблемы, так как их совместное сжигание с углем приводит к повышению мнхнедожога и выбросов оксидов азота и серы (в случае подсветки пылеугольного факела высокосернистым мазутом). Использование для розжига и подсветки пылеугольного топлива огромного количества мазута является одной из причин снижения эффективности топлива использования и низких экологических показателей работы тепловых электростанций. Резкое ужесточение в последнее время требований к повышению эффективности топливо использования и защите окружающей среды от вредных выбросов явилось мощным стимулом для развития новых перспективных технологий подготовки к сжиганию и комплексной переработки топлив, позволяющих решить вышеуказанные проблемы.

Для моделирования тепломассопереноса при наличии физико-химических процессов используются фундаментальные законы сохранения таких величин, как масса, импульс, энергия. Поскольку тепломассоперенос при наличии физико-химических превращений представляет собой взаимодействие турбулентных движений и химических процессов, то мы должны учитывать и закон сохранения компонентов реагирующей смеси, турбулентность, многофазность среды, выделение тепла за счет излучения нагретой среды и химических реакций.

В данной статье приведено сравнение результатов вычислительных экспериментов традиционного горения пылеугольного топлива с результатами вычислительных экспериментов горения термохимически газифицированного угля в двух противоположных горелках нижнего яруса топочной камеры БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ. Выявлены и исследованы основные закономерности влияния термохимической активации турбулентных течений с химическими реакциями на процессы тепломассопереноса в областях реальной геометрии. Показано, что использование плазменной подготовки пылеугольного факела к горению положительно влияет на процесс тепломассообмена [2, с. 61].

На Рисунке 1 показано сравнение аэродинамических характеристик топочной камеры БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ обычного горения пылеугольного топлива с горением угля, прошедшего плазменную активацию.



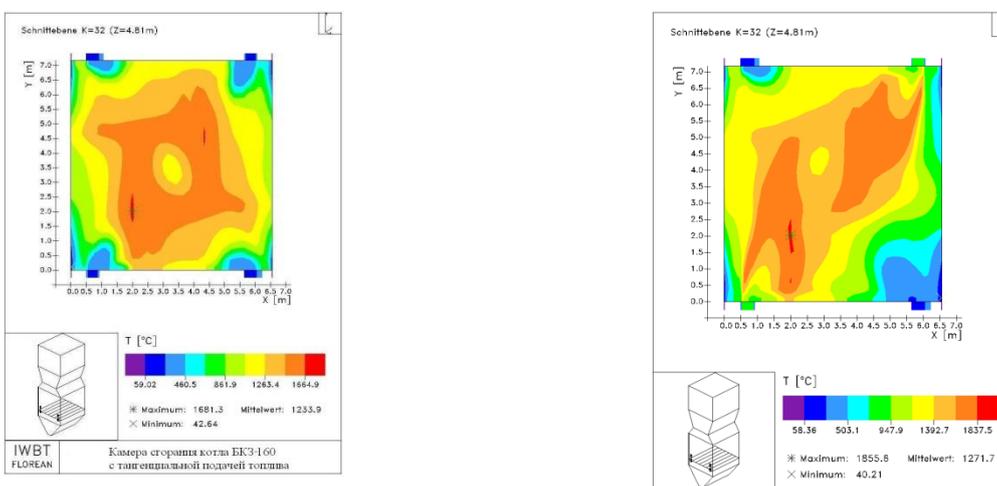
а) Обычное горение

б) 2 плазменно-топливные системы

Рис.1. Распределение вектора скорости в области расположения горелочных устройств

Анализ полученных полей скорости показывает, что активация пылеугольного потока оказывает значительное влияние на поле течения: на распространение реагирующей струи в объеме топки, процессы подмешивания в струе, на размеры, форму пламени. Наглядно заметно различие в распределении пылеугольных потоков, поступающих в топку через обычные горелки и через плазменно-топливные системы (ПТС). Основной причиной изменения в распределении скоростей в топочном пространстве является увеличение скорости поступающей в камеру сжигания топливной смеси (высокореакционное топливо + вторичный воздух).

На Рисунке 2 представлены результаты сравнения распределений температуры обычного горения и горения, прошедшего плазменную активацию в топочной камере БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ.



а) Обычное горение

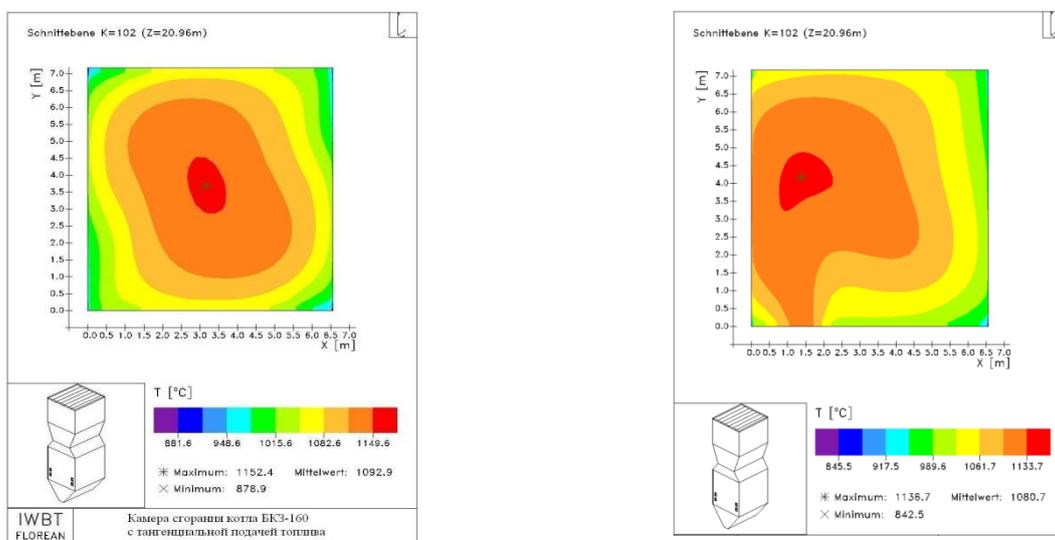
б) 2 плазменно-топливные системы

Рис.2. Распределение температуры в области расположения горелочных устройств

Рисунок 3 иллюстрируют температурные поля в области сечения горелок нижнего яруса. Мы видим существенное различие для двух рассматриваемых случаев. По сравнению с использованием обычного пылеугольного потока среднее значение температуры в плоскости сечения горелок с термохимически активированными потоками увеличивается и составляет: без активации – 1234°C, а при двух активированных потоков в области нижнего яруса горелок - 1272 °C.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что плазменная активация горения аэросмеси приводит к быстрому нагреву и воспламенению аэросмеси. При этом наблюдается смещение фронта горения к месту расположения систем плазменной активации угольных потоков. Область высоких температур активированных

плазмой потоков смещается к центру симметрии топки, при этом у боковых поверхностей также наблюдается более высокий уровень температур.



а) Обычное горение

б) 2 плазменно-топливные системы

Рис.3. Распределение температуры на выходе из топочной камеры БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ

Для создания эффективного и экономичного метода получения энергии и разработки технологии «чистого» сжигания топлива с соблюдением норм выброса вредных веществ в окружающую среду все процессы, происходящие в камере сгорания, должны быть оптимизированы. Процесс горения топлива должен быть более полными с минимальными потерями от химической (недостаток поступающего воздуха в камеру сгорания, низкая температура в ней, неправильное распределение поступающую потока воздуха и др.) и механической (вынос мелких частиц угля вниз в воронку и вверх в газоходы) неполноты сгорания [3, с. 141].

По итогам вычислительных экспериментов можно сделать заключение, что проведенные численные исследования аэродинамических характеристик процесса горения в топочном пространстве свидетельствуют о сложности протекающего процесса. Полученные результаты говорят о том, что в зоне расположения горелок имеется вихревое течение, обусловленное расположением горелочных устройств и вихревым способом подачи пылеугольных потоков в топочное пространство. Наличие вихревого движения обеспечивает более быстрое зажигание и стабилизацию пламени. Горячие газы увлекаются в факел, нагревают горючую смесь и интенсифицируют воспламенение.

Активными восходящими потоками также заняты области вблизи стен топки, что в свою очередь оказывает влияние на конвективную составляющую теплообмена в топочной камере. Вихревой характер движения потоков внутри топочной камеры приводит к усилению зажигания факела на выходе из горелочного устройства, а усиленный тепломассообмен в вихре интенсифицирует выгорание. При этом удастся добиться равномерного обогрева поверхностей топочной камеры и снизить их шлакование, что продлевает срок действия оборудования. Благодаря циркуляции частиц в вихревом факеле горение протекает с достаточной полнотой, даже при грубом помоле, что позволяет существенно расширить диапазон используемой угольной пыли [3, с. 145].

Список литературы

1. Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекмухамет А., Бекетаева М.Т., Габитова З.Х. Вычислительный метод исследования горения твердого топлива в камерах сгорания ТЭЦ // Теплофизика высоких температур. – Москва, 2015. - № 53 (5). – с. 792-798.
2. Askarova A.S., Leithner R., Bolegenova S.A., Maximov V.Ju. Using CFD code FLOREAN for simulations of industrial boiler // International Journal of Mathematics and Physics. – 2014. - Vol. 5, №1. – p. 60-68.
3. Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Ju., Bekmuhamet A., Beketayeva M. Numerical experimenting of burning high-ash content Ekibastuz coal in the real boiler of CHP // Recent Advances in Fluid Mechanics and Heat & Mass Transfer. - Athens, 2013. – p. 138-147.

**СЕКЦИЯ №31.
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

**СЕКЦИЯ №36.
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)**

**СЕКЦИЯ №37.
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)**

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)

**СЕКЦИЯ №38.
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)**

**СЕКЦИЯ №39.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)**

**СЕКЦИЯ №40.
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)**

**СЕКЦИЯ №41.
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)**

**СЕКЦИЯ №42.
ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)**

**СЕКЦИЯ №43.
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)**

**СЕКЦИЯ №44.
ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)**

**КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТИОНИНА И ПАНТОТЕНОВОЙ
КИСЛОТЫ С НЕКОТОРЫМИ d-ЭЛЕМЕНТАМИ**

Яблонская Е.К., Косянок Н.Е., Онбыш Т.Е., Хлюстова О.П., Горб Е.Н.

ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, г.Краснодар

В настоящее время большой интерес вызывают комплексные соединения биогенных элементов с органическими лигандами. Изучение комплексных соединений металлов с биологически активными лигандами имеет большой научный и прикладной интерес. Особое внимание из таких комплексов заслуживают соединения металлов с витаминами и аминокислотами, которые представляют собой новый класс биологически активных соединений [1, 4].

Эти соединения изучаются во многих областях химии, особенно бионеорганической. Чрезвычайно широка возможность применения их в различных областях науки, техники, сельского хозяйства, фармакологии и медицины.

Содержание ионов металлов или органических веществ в тканях живого организма поддерживается на строго определенном уровне, отклонение от которого приводит к серьезным нарушениям биохимических процессов, к заболеваниям животных и человека. Многие лекарства представляют собой лиганды, специфически взаимодействующие с определенным металлом или группой металлов. Кроме того, комплексы металлов с органическими лигандами являются более эффективными биологически активными препаратами, чем неорганические соли соответствующих металлов или органические вещества в свободном состоянии.

К физиологически активным веществам относятся аминокислоты и их производные, витамины, а так же нуклеиновые кислоты. Интерес к комплексным соединениям, содержащим в качестве лигандов природные аминокислоты, а также их производные, не ослабевает на протяжении нескольких десятков лет и, начиная с работ Стекера и Видемана, впервые идентифицировавших координационные соединения аминокислот в середине XIX в., в научной литературе имеется большое количество исследований, посвященных разнообразным формам и составу комплексов. Само строение аминокислот обуславливает возможность образования различных форм комплексных соединений с ионами металлов. Так, только карбоксильная группа может давать девять форм связывания молекулы аминокислоты с ионом металла, наличие аминогруппы дает возможность образовать хелатные комплексы, а при наличии дополнительных донорных групп в боковой цепи количество форм возрастает [1-6].

Аминокислоты являются важнейшими компонентами эндогенного трансаминирования [1], в процессе которого непосредственное участие принимают биогенные 3d-элементы, в том числе, никель [2]. Никель является микроэлементом, участвующим в процессах окислительно-восстановительного катализа, в образовании активных центров ферментов, в процессах гидролиза и других биохимических процессах. Некоторые комплексы никеля (II) оказывают заметное влияние на превращение аминокислот в печени, поэтому предпринимаются попытки создания на их основе химических модуляторов метаболизма и фармакологических ловушек [3,4]. Ряд соединений меди [3,5,11] подавляет развитие раковой опухоли.

При образовании соединений витаминов и аминокислот с неорганическими веществами изменяются их химические и биологические свойства, причем витамины, находясь в составе таких соединений, обнаруживают биологическую активность, не свойственную витаминам в свободном состоянии, а ионы металлов в сочетании с витаминами и аминокислотами становятся менее токсичными и могут катализировать различные биохимические

процессы. Поэтому на основе соединений витаминов и аминокислот с металлами и их солями возможно создание новых препаратов и биокатализаторов, новых лекарственных средств и биологически активных добавок [6, 7, 8].

Сбалансированное содержание питательных веществ в кормах обеспечивает в настоящий момент высокие показатели роста и развития выращиваемой сельскохозяйственной птицы, крупного рогатого скота. Биологически активные вещества, добавляемые в корма животным, помогают увеличить яйценосную активность кур - несушек; благотворно влияют на показатели здоровья, в том числе состояние оперения у кур, на стрессоустойчивость и т.д. [2, 10,11].

Целью работы являлось получение комплексных соединений биогенных металлов с аминокислотами и некоторыми витаминами, с последующим изучением их физико-химических и биологических свойств.

В задачи исследования входило:

- разработать методики экономически малозатратного синтеза комплексных соединений металлов с аминокислотами и витаминами;
- синтезировать комплексы биогенных металлов (меди, цинка, кобальта, никеля) с некоторыми аминокислотами и витаминами.

Выбор металлов для синтеза комплексов был проведен исходя из их биологической роли [3, 5].

Комплексные соединения получали реакцией ионного обмена органических кислот с солями металла в присутствии щавелевой кислоты в соотношении 1 : 1 : 1 [9].

Учитывая, что в структурах метионина и пантотеновой кислоты имеются несколько реакционных центров, а ионы металлов (d-элементов) могут образовывать различные по природе связи, то можно было ожидать получение смеси веществ в качестве продуктов реакций синтеза.

В ходе исследований были найдены оптимальные условия для получения координационных соединений меди, цинка, кобальта и никеля с пантотеновой кислотой и метионином, приводящие к образованию единственного продукта (выход синтезированного вещества составил 86-92%).

Список литературы

1. Болотин С.Н. Координационная химия природных аминокислот / С.Н. Болотин [и др.]. – М.: Изд. ЛКИ, 2008. – 240 с.
2. Дятлова Н.М., Фридман А.Я., Барханова Н.Н. Влияние дентатности и основности лигандов на устойчивость в растворе смешанных двуядерных соединений этилендиаминтетраацетатов меди (II) // ЖНХ.-1974. -Т.19. -№4-5. -с.1318.
3. Есина Н.Я., Молодкин А.К., Тараканова Е.В. Разнолигандные комплексные соединения меди(II), никеля(II) и кобальта(II) с L-аспаргиновой кислотой и L-треонином. // ЖНХ. -1996. -Т.41. -№11. -с.1874-1879.
4. Кайгородова Е.А. Синтез и исследование спектральных характеристик координационных соединений метионина и пантотеновой кислоты с d-элементами / Е.А. Кайгородова, Н.Е. Косянок, Е.К. Яблонская, К.С. Пушкарева // Сб. тезисов VII Междунар. конф. «Спектроскопия координационных соединений», 3-9 октября 2010 г. – Туапсе, 2006. – С. 126-127.
5. Кебец Н.М. Применение комплексного соединения железа с пантотеновой и аскорбиновой кислотами в кормлении телят / Н.М. Кебец, А.П. Кебец // Достижения зоотехнической науки и практики – основа развития производства продукции животноводства / Материалы междунар. научно-практ. конф. – Волгоград, 2005. – С. 119 – 123.
6. Литвинова Т.Н. Биогенные элементы: комплексные соединения: Учеб.-метод. пособ. / Т.Н. Литвинова, Н.К. Выскубова, Л.В. Ненашева. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 283 с.
7. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Практическое руководство / К. Наканиси. – М.: «Мир», 1965. – 216 с.
8. Фридман Я.Д. Об устойчивости соединений солей металлов с аминокислотами / Я.Д. Фридман, Н.М. Кебец, Дж. У. Усубалиев // Ж. неорганической химии. - Т. 35. - № 1. – 1990. – С. 2868 – 2867.
9. Фридман, Я.Д. Смешаннолигандные соединения биометаллов с гамма-аминомасляной кислотой и их биологические свойства / Я.Д. Фридман, Н.М. Кебец, М.Т. Нанаева и др. // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине / Тез. докл. 11 Всесоюзной конф. – Самарканд, 1990. – Т. 2. - С. 210 – 211.
10. Фридман Я.Д., Пулатова З.М., Левина М.Г. Смешаннолигандные соединения меди с пиродоксальфосфатом и глицином. Коорд. Химия. -1984. -Т. 10. -№2. -с.151.
11. Фридман А.Д., Джусуева М.С., Долгашова Н.В., Изучение смешаннолигандных соединений меди (II) с пангамовой, глюконовой и аминокусусной кислотами. //ЖНХ. 1983. -Т.28. -К9. -с.2286.

**СЕКЦИЯ №45.
ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)**

**СЕКЦИЯ №46.
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)**

**СЕКЦИЯ №47.
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)**

**СЕКЦИЯ №48.
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)**

**СЕКЦИЯ №49.
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)**

**СЕКЦИЯ №50.
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)**

**СЕКЦИЯ №51.
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)**

**СЕКЦИЯ №52.
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)**

**САМОСБОРКА СУПРАМОЛЕКУЛ МЕЛАНИНА НА ПОВРЕЖДЕННЫХ
УЧАСТКАХ БИОМЕМБРАН ТКАНЕЙ**

Лебедев А.В., Веселова О.М., Пугаченко И.С., Шульженко В.С.

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Минздрава РФ, г.Москва

Поврежденные участки ткани характеризует высокое содержание свободного кальция (кальциевая перегрузка) и активных форм кислорода (супероксида), что в присутствии экзогенного или добавленного катехола создает условия для неферментативного синтеза парамагнитных, не растворимых в воде супрамолекул кальциевых меланинов. Самосборка молекул меланина, состоящих из катионов кальция, стабилизирующего свободные радикалы, супероксида и семихинонатов катехолов играет двойственную роль в защите поврежденного участка ткани. Во-первых, образующиеся супрамолекулы меланина уменьшают концентрацию кальция и супероксида в пораженных местах, во-вторых, увеличивают механическую прочность поврежденных участков мембраны. В работе рассмотрены данные, иллюстрирующие защитную роль супрамолекулярных структур, на примере кардиопротективного действия природного катехола эхинохрома, который используют в настоящее время в кардиологической практике. Рассмотрены также данные использования дофамина, увеличивающего время жизни пересаженных органов, что также связано с образованием меланина полидофамина, интенсивно используемого в биомедицине и нанотехнологиях.

Ключевые слова: супероксид, кальций, окисление катехоламинов, о-семихиноны катехолатов, комплексы «металл–о-семихинон», синтетические меланины, спин-стабилизация супероксида.

Тяжелые неизлечимые заболевания, такие как болезнь Паркинсона [1], болезнь Альцгеймера, меланома, старение, как и причину внезапной сердечной смерти [2] связывают с аномальным окислительным метаболизмом катехолов, катехоламинов. В норме катехолы либо выводятся из организма в форме водорастворимых метаболитов, либо надолго там остаются в форме метал-поликатехолатных агрегатов, образующих совместно с другими молекулами меланины, не растворимые ни в воде, ни в спирте, ни в большинстве органических растворителей (исключение составляет ДМСО). Знание о метаболизме катехоламинов долгое время было ограничено изучением реакций водорастворимых продуктов и заканчивалось на стадии образования водонерастворимых соединений темного цвета - меланинов.

Из-за непрозрачности, нерастворимости, неоднородности природных меланинов, многообразия металлов, присутствующих в них, оказывается затруднительным установление химической структуры меланинов.

В последнее время началось формирование представления о химической структуре меланинов не как о биополимерах, но как о супрамолекулах [3], обладающих уникальной адгезивной способностью к разнообразным поверхностям, как показано на примерах синтетического меланина – полидофамина.

Разработка методов синтеза «кальциевых меланинов» привела к выводу, что в состав супрамолекул меланина входят основные сигнальные молекулы – кальций, активные формы кислорода и семихинонаты катехолов [4-14], как представлено на рисунке.

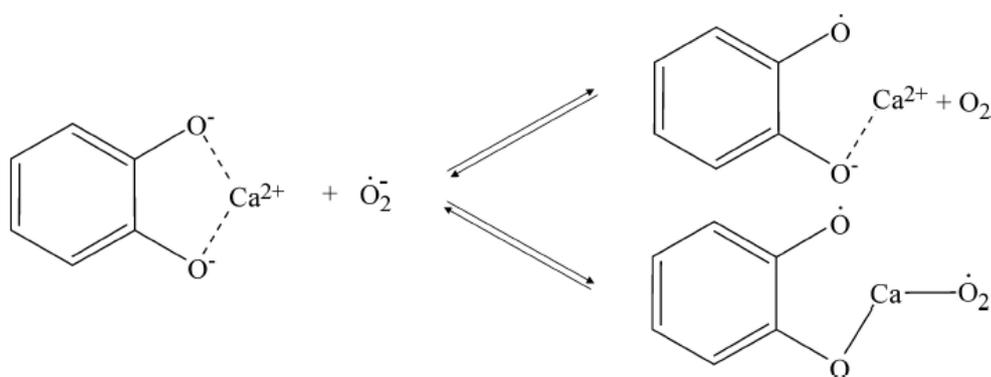


Рис.1. Структура супрамолекулы кальциевого меланина. Два предполагаемых типа парамагнитных центров в синтетических меланино-подобных структурах, в которых Ca^{2+} выполняет роль спинового стабилизатора, либо только о-семихинонат ($\text{Ca}^{2+}\text{-Q}\cdot^-$), либо о-семихинонат и супероксид ($\text{O}_2\cdot^-\text{-Ca}^{2+}\text{-Q}\cdot^-$).

Изучение различных патологий сердечно-сосудистой системы и нервно-мышечных структур показали связь нарушений с увеличением внутриклеточной концентрации кальция и активных форм кислорода в поврежденных клеточных структурах.

В присутствии катехолов, катехоламинов в области повреждений тканей создаются благоприятные условия для образования и самосборки супрамолекул меланина. Супрамолекулы меланина формируют водонерастворимые, высоко адгезивные слои, покрывающие поврежденные участки мембран. Помимо механической защиты поврежденного участка при образовании меланинов происходит снижение концентрации свободного кальция и активных форм кислорода.

Меланиновые структуры обнаруживают на поверхностях различных органов – миокарда и легких - при возникновении аритмий [15].

Показателен успех использования дофамина при пересадке органов, увеличивающего время жизни пересаженных органов [16].

Обнаружение адгезивных свойств синтетического меланина полидофамина привело к взрывному прогрессу использования его во многих областях биомедицины и нанотехнологий.

Естественным представляется наличие меланиновых островков внутри митохондрий, поскольку митохондрии являются одними из основных генераторов супероксида и богаты кальцием [17].

Проведено изучение действия водорастворимой формы эхинохрома - гистохрома на метаболизм и сократительную функцию изолированного сердца крысы в условиях кальциевого парадокса, тотальной глобальной ишемии и реперфузии [18]. Показано, что перфузия изолированного сердца крысы кальций-содержащей средой после 10-мин перфузии в бескальциевой среде вызывала снижение уровня макроэргических фосфатов, выход миоглобина в перфузионный раствор, разобщение окисления и фосфорилирования в митохондриях сердца, развитие контрактуры миокарда. Предварительное введение эхинохрома животным

приводило к снижению выхода миоглобина, предотвращению сильного падения уровня АТФ и фосфокреатина, сохранению сопряжения окисления и фосфорилирования в митохондриях, и, как результат, к замедлению развития контрактуры при кальциевом парадоксе. Меньший эффект эхинохрома наблюдали на модели ишемии-реперфузии изолированного сердца. Сделан вывод, что эхинохром обладает кардиопротекторным действием, эффективно защищает сердце от нарушений, вызванных дисбалансом кальция.

Особенностью действия эхинохрома является его долговременная эффективность в защите сердца от ишемии и реперфузии, а также в модели кальциевого парадокса [18] (повреждении сердца при временной перфузии сердца в бескальциевом растворе), при котором повышение концентрации кальция и кислорода приводит, как мы предполагаем, к образованию на поверхностных участках мембраны защитной водонерастворимой пленки супрамолекул меланина, содержащих эхинохром, кальций, супероксид [11, 12]. Успешное использование катехола эхинохрома подтверждают данные клинического применения [19-22].

Кардиопротекторной активностью обладает целый ряд природных и синтетических полигидроксиафтохинонов [23].

Метилирование карбоксильных гидроксиллов исключает образование меланиновых структур и делает их биологически неактивными.

Нами показано, что эхинохром является перехватчиком супероксида [24]. Как и в других меланиновых структурах супероксид не дисмутирует, но оказывается в связанном состоянии в парамагнитных супрамолекулах меланина [12], см. Рисунок 1.

Предполагаемое формирование слоев супрамолекул меланина позволяет объяснить связь кальциевого парадокса и кислородного парадокса.

Логично предположить, что явление прекондиционирования также связано с образованием метал-катехолатных меланиновых слоев на поврежденной поверхности тканей.

В пользу этого свидетельствуют опыты по пересадке органов при добавлении низких концентраций дофамина [16, 25-28].

Настоящее и дальнейшее развитие представлений о химической структуре меланинов позволит расширить понимание процессов метаболизма катехолов и катехоламинов на заключительной стадии образования нерастворимых метал-катехолатных супрамолекулярных структур; разработать новые подходы к лечению заболеваний, связанных с нарушениями функции тканей, использовать это знание для избирательного формирования меланиновых пленок для защиты поврежденных участков ткани.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 13-02-01997.

Список литературы

1. Zecca, L., et al., Human neuromelanin induces neuroinflammation and neurodegeneration in the rat substantia nigra: implications for Parkinson's disease. *Acta Neuropathologica*, 2008. 116(1): p. 47-55.
2. Dhalla, N.S., A. Adameova, and M. Kaur, Role of catecholamine oxidation in sudden cardiac death. *Fundam Clin Pharmacol*, 2010. 24(5): p. 539-546.
3. Yu, X., et al., Characterization of carbonized polydopamine nanoparticles suggests ordered supramolecular structure of polydopamine. *Langmuir*, 2014. 30(19): p. 5497-505.
4. Лебедев, А.В., et al., Кальций-катехолатные комплексы: взаимодействие с кислородом и супероксидом, спиновая стабилизация о-семихинонатов, in *Всероссийская конференция с международным участием "Спектроскопия и томография электронного парамагнитного резонанса в химии и биологии"* Россия, Москва, 6-10 октября 2011. 2011, Издательство Московского государственного университета, Институт химической физики, Российский фонд фундаментальных исследований: Россия, Москва. p. 44.
5. Лебедев, А.В., et al., Ubiquitous melanins: Стабильные парамагнитные кальций-катехолатные комплексы, in *Медицинская физика*. 2015, Изд. МГУ: Москва. p. 1-4.
6. Лебедев, А.В., et al., Действие катионов кальция на кислотно-основные свойства и свободнорадикальное окисление дофамина и пирокатехина. *Биомедицинская химия* 2008. 54(6): p. 687-695.
7. Лебедев, А.В., М.В. Иванова, and Э.К. Рууге, Ионы кальция ускоряют свободнорадикальные редокс превращения орто-гидрохинонов, in *4-я национальная научно-практическая конференция с международным участием 26-30 сентября 2005 год, Смоленск. Сборник трудов «Активные формы кислорода, оксид азота, антиоксиданты и здоровье человека»*. 2005, Изд. МЗСО РФ, РАМН, РФФИ: Смоленск. p. 57-58.
8. Лебедев, А.В., М.В. Иванова, and Э.К. Рууге, Ионы металлов и супероксид-радикал в комплексах с диоксогенами и меланинами, in *Международная научная конференция "Молекулярные, мембранные и*

- клеточные основы функционирования биосистем" , X съезд Белорусского общественного объединения фотобиологов и биофизиков 2012, Издательский центр Белорусского государственного университета: Минск, Беларусь. p. 176-178.
9. Лебедев, А.В., М.В. Иванова, and Э.К. Рууге, Кальций-диоксоленовые комплексы: константы скоростей реакций окисления пирокатехина в присутствии Ca²⁺. *Биофизика*, 2011. 56(2): p. 205-211.
 10. Лебедев, А.В., et al., О путях участия катионов кальция в свободнорадикальных процессах: необычные свойства катехолатных хелаторов металлов, in VI Международная Крымская конференция "Окислительный стресс и свободнорадикальные патологии" 2010, Издательство Российского кардиологического научно-производственного комплекса МЗ РФ: Судак, Крым, Украина. p. 40.
 11. Лебедев, А.В., et al., Парамагнитные кальциевые меланины. *Биофизика*, 2013. 58(1): p. 47-53.
 12. Лебедев, А.В., И.С. Пугаченко, and Э.К. Рууге, Свободнорадикальные комплексы кальциевых меланинов для биомедицины и нанотехнологий, in Международный научный симпозиум "Химия, биология, био- и нанотехнологии: современная наука и производство", ES-EN-2014-012 Г.Б. Завильгельский, Editor. 2014, ИД МЦНИП: Россия, г. Киров. p. 60-71.
 13. Лебедев, А.В., М.В. Иванова, and Э.К. Рууге, Свободнорадикальные редокс превращения катехоламинов, индуцированные катионами кальция, in II Евразийский конгресс по медицинской физике и инженерии «Медицинская физика-2005», Сборник материалов. 2005, Изд. МГУ: Москва. p. 275.
 14. Лебедев, А.В., et al., Участие катионов кальция и цинка в спин- стабилизации и свободно-радикальных реакциях окисления катехолатов in Международная научная конференция "Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем" (и сателлитный VII съезд Белорусского общественного объединения фотобиологов и биофизиков)". Сборник статей. 2006: Минск. p. 277-279.
 15. Levin, M.D., et al., Melanocyte-like cells in the heart and pulmonary veins contribute to atrial arrhythmia triggers. *J Clin Invest*, 2009. 119(11): p. 3420-36.
 16. Frantz, R.P., Donor pre-treatment with dopamine: tonic for the transplanted heart? *J Am Coll Cardiol*, 2011. 58(17): p. 1778-9.
 17. Daniele, T., et al., Mitochondria and Melanosomes Establish Physical Contacts Modulated by Mfn2 and Involved in Organelle Biogenesis. *Curr Biol*, 2014. 24(4): p. 393-403.
 18. Винокуров, А.А., et al., Действие антиоксиданта гистохром на сократительную функцию и метаболизм изолированного сердца крысы в условиях кальциевого парадокса, ишемии и реперфузии. *Вопросы медицинской химии*, 2001(5): p. 483-489.
 19. Lee, S.R., et al., Acetylcholinesterase inhibitory activity of pigment echinochrome A from sea urchin *Scaphechinus mirabilis*. *Mar Drugs*, 2014. 12(6): p. 3560-73.
 20. Mischenko, N.P., S.A. Fedoreev, and L.P. Dogadova, The drug histochrome for ophthalmology. *Гбв- „Н ЂБЃ*, 2004(3): p. 111-119.
 21. Eremenko, E.M., et al., [Novel compounds increasing chaperone Hsp70 expression and their biological activity]. *Tsitologiya*, 2010. 52(3): p. 235-41.
 22. Artiukov, A.A., et al., [Pharmacological activity echinochrome A singly and consisting of BAA "Timarin"]. *Biomed Khim*, 2012. 58(3): p. 281-90.
 23. Anufriev, V.P., et al., Synthesis of some hydroxynaphthazarins and their cardioprotective effects under ischemia-reperfusion in vivo. *Bioorg Med Chem Lett*, 1998. 8(6): p. 587-592.
 24. Lebedev, A.V., et al., Acidity and interaction with superoxide anion radical of echinochrome and its structural analogs. *Vopr Med Khim*, 1999. 45: p. 123-130.
 25. Schnuelle, P., et al., Effects of donor pretreatment with dopamine on graft function after kidney transplantation: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2009. 302(10): p. 1067-75.
 26. Benck, U., et al., Effects of donor pre-treatment with dopamine on survival after heart transplantation: a cohort study of heart transplant recipients nested in a randomized controlled multicenter trial. *J Am Coll Cardiol*, 2011. 58(17): p. 1768-77.
 27. Timmer, M., et al., Enhanced survival, reinnervation, and functional recovery of intrastriatal dopamine grafts co-transplanted with Schwann cells overexpressing high molecular weight FGF-2 isoforms. *Experimental Neurology*, 2004. 187(1): p. 118-136.
 28. Reynolds, C.P., et al., Selective toxicity of 6-hydroxydopamine and ascorbate for human neuroblastoma in vitro: a model for clearing marrow prior to autologous transplant. *Cancer Res*, 1982. 42(4): p. 1331-6.

**СЕКЦИЯ №53.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)**

**СЕКЦИЯ №54.
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)**

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)

**СЕКЦИЯ №55.
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)**

**СЕКЦИЯ №56.
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)**

**СЕКЦИЯ №57.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)**

**СЕКЦИЯ №58.
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)**

**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФЛУОРИМЕТРИИ И СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО
РАСSEЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОНФОРМАЦИИ
ПИГМЕНТОВ В КЛЕТКАХ ВОДОРΟΣЛИ РОДА CLADOPHORA**

¹Тютяев Е.В., ¹Шутова В.В., ²Чурин А.А., ²Максимов Г.В.

¹ФГБОУ ВПО МГУ им. Н.П. Огарёва, г.Саранск, Респ. Мордовия, Россия

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Резюме: С помощью спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) и микрофлуориметрии исследовали клетки водоросли рода *Cladophora*. Установлено, что в исследуемых клетках наблюдается неравномерное распределение молекул хлорофилла, связанное с различной функциональной активностью фотосинтеза. Выявлено наличие положительной корреляции между снижением флуоресценции хлорофилла и ростом упорядоченности структуры молекул каротиноидов. Обсуждается механизм участия каротиноидов в регуляции флуоресценции хлорофилла в различных областях клетки водоросли.

Введение. Известно, что одними из важнейших составляющих компонентов фотосинтетического аппарата эукариотических организмов, без которых невозможен процесс фотосинтеза являются хлорофиллы и каротиноиды. Молекулы хлорофиллов а и b представляют собой производные порфирина, включающие цикlopentановое кольцо, конденсированное с порфириновым макроциклом, центральный атом Mg и различные заместители. Эти пигменты и каротиноиды входят в состав светособирающих комплексов ФС1 и ФС2 и участвуют в светосборе, но и также в функции светосбора не последнюю роль играют каротиноиды [1].

Когда уровень освещенности мал, то большинство адсорбированных фотосистемами фотонов используются в первичных реакциях фотосинтеза, но при высоких интенсивностях светового потока ФСА, чтобы избежать негативного воздействия избыточной энергии используется модификация молекул каротиноидов

фотосинтетической мембраны тилакоида. Эти каротиноиды связанных непосредственно с белками ФС, приводящих к тепловой диссипации энергии поглощенных светособирающими комплексами квантов света (цикл ксантофилла) [1,3,4, 7,8, 13,17].

Известно, что каротиноиды способны к тушению возбужденных триплетных форм хлорофилла и дезактивации активных форм кислорода, продуцируемых, в основном, триплетной формой хлорофилла, [1,2,16]. Однако, каротиноиды ФСА тилакоидов в большей степени подвержены фотодеструкции, так как контактируют с реакционно-способными метаболитами (Хл, компоненты ЭТЦ, генерирующие АФК и др.) это каротиноиды первого пула [20].

В зеленых (микро) водорослях первичные каротиноиды локализованы в фотосинтетической мембране, связаны с протеинами ФСА, в ССК как и других видов фотосинтетиков, вторичные каротиноиды локализованы в виде пластоглобул (экстратилакоидных и цитоплазматических липидоглобул) и нередко встречаются каротиноиды в свободной форме в виде эфиров ксантофиллов и жирных кислот [1, 18, 20].

Цель настоящей работы заключалась в проведении сравнительного исследования локализации и конформации пигментов в клетках водорослей рода *Cladofora*.

Объект и методы исследования. Объектами исследования служили водоросли трех видов культуры *Cladophora rivularis*, *Cladophora glomerata* и *Cladophora aegagropila* выращенные при комнатной температуре. Исходным посевным материалом явились части таллома кладофоры.

Оптическая микроскопия. Приготовленный препарат изучался под микроскопом Micros MC 100 (TS), Video Set (Австрия). Прибор представлен тринокулярным микроскопом MC 100 (TS), профессиональной видеокамерой CAM V300, Vision, видеоадаптером 0,5x (C-Mount), цветного TFT монитора высокого разрешения 15".

Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Микроспектрофлуориметрия Препараты водорослей изучались с помощью конфокального рамановского дисперсионного спектрометра inVia фирмы Renishaw (UK), представленного на основе конфокального микроскопа исследовательского класса Leica DM 2500, оборудованного встроенной видеокамерой и ручным координатным столиком с минимальным шагом движения по осям X и Y – 100 нм. Лазер 532 нм (максимальная мощность 500мВт); система регистрации сигнала КРС и флуоресценции представляет собой CCD- детектор с Пельтье охлаждением до -70°C, дифракционная решетка 1800 штрихов /мм со спектральной шириной 1000 см⁻¹ и разрешающей способностью 1см⁻¹. Ровный фрагмент водоросли помещался предметное стекло и затем подвергался микроскопированию, с последующей записью спектра КР и сигнала флуоресценции. Накопление сигнала производилось в течение 10 секунд при мощности излучения лазера 5мВт (для регистрации КРС спектров) и 1 секунда при мощности излучения лазера 0,25мВт (для регистрации сигнала флуоресценции). Получение и первичная обработка спектров КРС и флуоресценции производилась в программе WIRE, далее обработка полученных спектров велась с помощью пакета программ Origin 8.1.

Флуоресцентная спектроскопия. Регистрация спектров флуоресценции хлорофилла проводилась на спектрофлуориметре RF-5301PC (Shimadzu, Япония). В качестве источника излучения применялась 150 W ксеноновая лампа с деозонатором; погрешность по шкале длин волн не более ± 1,5 нм. Флуоресценцию хлорофилла возбуждали светом с длиной волны 410 нм (полоса Core).

Результаты и их обсуждение. Известно, что интенсивность флуоресценции определяется температурой, pH и другими факторами среды обитания водоросли. Следует отметить, что интенсивность флуоресценции хлорофилла в клетке намного ниже, чем в растворе, но, тем не менее, небольшая часть энергии электронного возбуждения (не более 3%) переходит в энергию света флуоресценции в виде так называемой фоновой флуоресценции F₀. Как правило, в нормальных условиях величина F₀ мала, что говорит об активном использовании клетками энергии поглощенного света. Но если при стрессовом воздействии нарушается состояние фотосинтетических мембран, то центры (РЦ) переходят в неактивное (закрытое) состояние, когда происходит прекращение потока электронов в первичных процессах фотосинтеза. В этих условиях поглощенная энергия света уже не может использоваться в фотосинтезе, поэтому и флуоресценция хлорофилла возрастает [21].

В ходе проведенного исследования установлено, что максимальная интенсивность фоновой флуоресценции (при 665 нм) наблюдается у *Cladophora glomerata* (198,5 отн. ед.), а минимальная – у *Cladophora rivularis* (143,7 отн. ед.) и *Cladophora aegagropila* (149,4 отн. ед.) (Рисунок 1).

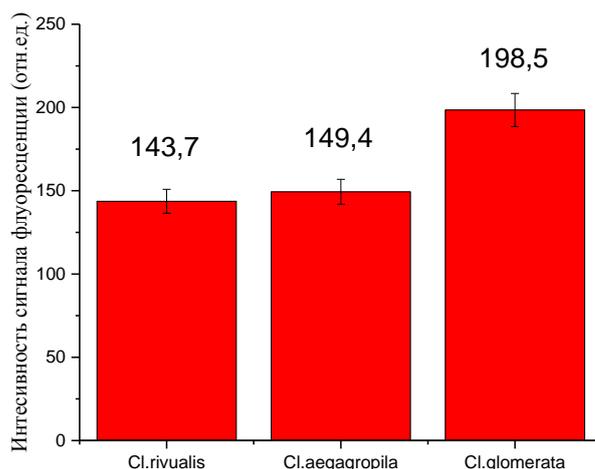


Рис.1. Интенсивность флуоресценции хлорофилла водорослей рода *Cladophora*.

В следующей серии экспериментов было зарегистрировано распределение флуоресценции хлорофилла по клетке кладофоры с разрешением 3,5мкм по осям X и Y (Рисунок 2). Установлено, что распределении сигнала флуоресценции пигментов в клетке кладофоры гетерогенное. Отметим, что в клетке максимальная флуоресценция пигментов выявлена (желтый и красный цвет) ближе к центру клетки. Вероятно, что в тех областях клетки где наблюдается максимальная флуоресценция сосредоточено большее количество пигмента хлорофилла, либо же с меньшей эффективностью происходят первичные процессы фотосинтеза из-за состояния ЭТЦ.

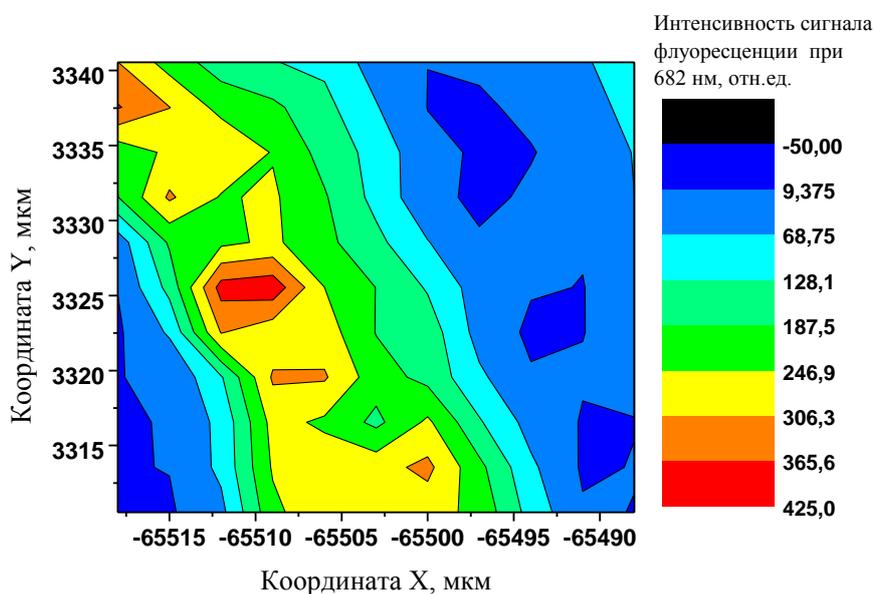


Рис.2. Распределение интенсивности сигнала флуоресценции хлорофилла при 682 нм по клетке водоросли *Cladophora aegagropila*.

Аналогичные результаты получены и на клетках двух других водорослей, в связи с этим следующим этапом работы стало выяснение молекулярных свойств каротиноидов водорослей рода *Cladophora*, потому что они зависят от состояния хлорофилла, а следовательно, и его флуоресценции.

В следующей серии экспериментов исследовались спектры КР водорослей - *Cladophora aegagropila*, *Cladophora rivularis* и *Cladophora glomerata*.

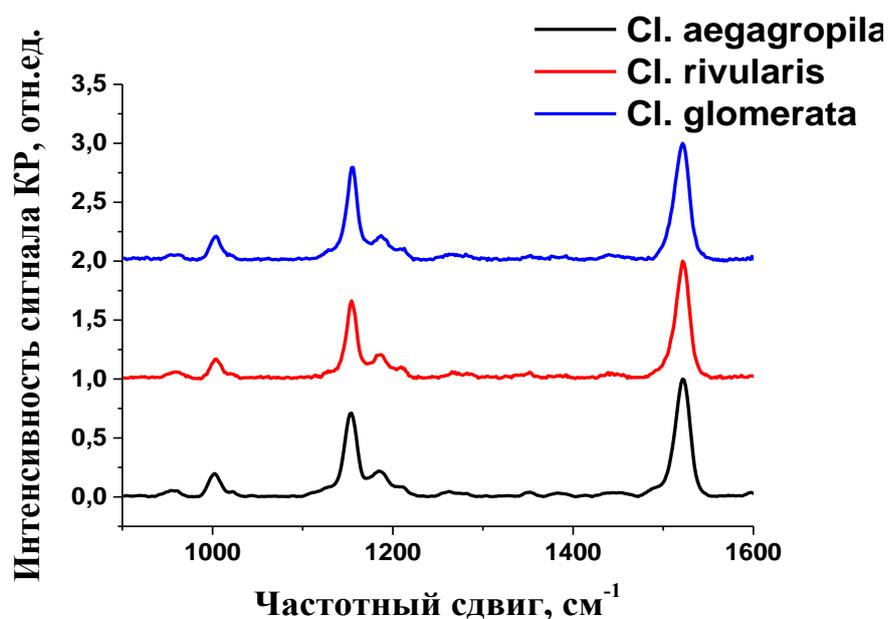


Рис.3. Спектры комбинационного рассеяния света водорослей *Cladophora glomerata*, *Cladophora rivularis* и *Cladophora aegagropila*, индуцируемые лазером 532 нм (5мВт)

В спектре КР в области 900-1600 см^{-1} водорослей рода *Cladophora* были идентифицированы следующие колебания молекулярной структуры, характерные для каротиноидов (Рисунок 3):

- пик $\sim 1521 \text{ см}^{-1}$ характеризующий валентные колебания двойных -C=C- связей молекулы каротиноида [9, 14];
- пик $\sim 1156 \text{ см}^{-1}$ характеризует валентные колебания C-C связей. При транс-конформации двойных связей каротиноида пик 1156 имеет два ярко выраженных плеча с положениями 1190-1193 см^{-1} и 1210 см^{-1} . Кроме этого, при цис-транс переходе увеличивается полуширина полосы 1521 см^{-1} [15];
- пик около 1004 см^{-1} спектра КРС характеризует валентные колебания боковой метильной группы C-CH_3 [9, 19];
- пик $\sim 960 \text{ см}^{-1}$ характеризует внеплоскостные колебаниями C-H около C-C связи, причем увеличение интенсивности данной полосы наблюдается при нарушении плоской конфигурации молекулы, чем большее количество пигмента связано с белком, тем менее выражены внеплоскостные кручения между C11 - C12 атомами углерода соответственно и интенсивность данной полосы [2].

Также отмечается слабое усиление полосы около $\sim 1130 \text{ см}^{-1}$ у всех видов водоросли, что говорит о предрасположенности к *cis*-изомеризации молекул каротиноидов [2]. Других изменений в положении полос не было зафиксировано.

Для того чтобы достоверно определить, невидимые на первый взгляд, изменения положения полос использовался такой критерий как измерение полуширины полос [10] (т.е. ширина полосы, при которой её интенсивность равна половине максимальной).

Таблица 1

Полуширина основных, анализируемых полос спектра КР каротиноидов водорослей рода *Cladophora*.

Полоса, см^{-1}	Полуширина полосы, см^{-1}					
	<i>Cl. aegagropila</i>	\pm	<i>Cl. glomerata</i>	\pm	<i>Cl. rivularis</i>	\pm
960,67	21,60	1,08	22,60	0,90	22,87	0,98
1004,23	16,25	0,65	14,99	0,51	14,68	0,73
1155,49	17,16	0,77	14,46	0,65	13,94	0,61
1521,64	19,40	0,97	19,49	0,94	17,76	0,68

Согласно полученным результатам (Табл.1) выявлено уменьшение полуширины полосы 1521 см^{-1} у *Cl.rivularis* по сравнению с двумя другими видами, а также наблюдается тенденция к сдвигу полосы 1521 см^{-1} у *Cl.rivularis* относительно той же полосы у *Cl. aegagropila* и *Cl. glomerata*. Обнаружено уменьшение полуширины полосы 960 см^{-1} у *Cl. aegagropila* относительно *Cl. glomerata* и *Cl.rivularis* на $1,00$ и $1,26\text{ см}^{-1}$ соответственно. Также у *Cl. aegagropila* наблюдается увеличение полуширины полосы 1155 см^{-1} относительно тех же полос у *Cl. glomerata* и *Cl.rivularis* на $2,70\text{ см}^{-1}$ и $3,23\text{ см}^{-1}$ соответственно (Табл.1). Эти данные также могут свидетельствовать о тенденции к изменению положения полос 960 , 1004 и 1155 см^{-1} у *Cl. aegagropila* относительно положения тех же полос у двух других видов.

На основе анализа интенсивности полос 1521 , 1152 , 1003 и 960 см^{-1} спектра КР были выявлены следующие изменения в молекулярной структуре каротиноидов.

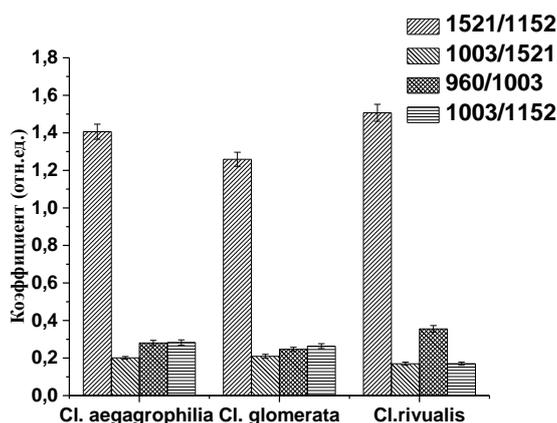


Рис.4. Соотношение основных полос спектров КРС каротиноидов *Cladophora glomerata*, *Cladophora rivularis* и *Cladophora aegagropila*

Исходя из анализа соотношения полос $1521/1152$ (Рисунок 4), можно говорить о том, что, вероятно, у видов *Cl. aegagropila* и *Cladophora rivularis* каротиноиды находятся в более плотном микроокружении либо [10] в фотосинтетической мембране, антенных комплексах, комплексах с белком белках либо в пластоглобулах [6,7,20], чем у *Cl. glomerata*. Также можно проследить связь между увеличенными соотношениями полос $1521/1152$ у *Cl. aegagropila* и *Cladophora rivularis* и сниженными значениями флуоресценции хлорофилла (Рисунок 4) у этих же видов, вероятно, это может быть связано с экранирующими свойствами каротиноидов находящихся в цитоплазме [20]. То есть, до молекул хлорофилла доходит меньше световой энергии, благодаря тому, что каротиноиды (как и вспомогательные пигменты типа антоцианов, билинов и др.) адсорбируют ее и переводят в тепло, чтобы предотвратить фоторазрушение. Возможно, в такой «упорядоченной форме молекулы» каротиноиды (вне зависимости от места положения в клетке) в большей степени способствуют снижению флуоресценции хлорофилла за счет экранирующего эффекта. Также на сопоставлении данных КР и фоновой флуоресценции можно предположить, что в фотосинтетической антенне *Cl. aegagropila* и *Cladophora rivularis* находится меньше лороксантина и больше лютеина, который хорошо рассеивает свет в отличие от своего предшественника и тем самым препятствует доступу энергии света к хлорофиллу ССК и РЦ [11, 13].

Таблица 2

Амплитуда основных полос спектра КРС каротиноидов в водорослях *Cladophora glomerata*, *Cladophora rivularis* и *Cladophora aegagropila*

Пик, см^{-1}	Амплитуда полосы, отн.ед.					
	<i>Cl. aegagropila</i>	±	<i>Cl. glomerata</i>	±	<i>Cl.rivularis</i>	±
960	115	5	998,07	40	705	26
1004	411	18	4046,10	165	1985	75
1155	1456	65	15359,62	629	7771	295
1186	453	20	4151,96	170	2422	92

1210	179	8	2048,09	83	1205	45
1521	2047	92	19334,50	792	11707	444

Согласно работе В. Robert, W.I. Gruszecki [2, 6, 22], полоса 960 см⁻¹ связана с внеплоскостными с кручениями вокруг С-С связей также может быть обусловлена связью с белками (чем выше интенсивность этой полосы тем меньшее количество каротиноидов связано с белками и соответственно они в большей степени подвержены кручениям вокруг С – С связи [2]), у *Cl. rivularis* наблюдается наименьшее количество каротин-связанных белков (более интенсивная амплитуда полосы 960 см⁻¹), одновременно с (самым увеличенным соотношением 1521/1160). Возможно, данный факт обусловлен тем, что у вида *Cl. rivularis* наблюдается часть каротиноидов, связанных с белками ФСА (каротины и ксантофиллы), могли мигрировать в мембраны и/или в люмен либо в строму хлоропласта. Также у вида *Cl. rivularis* отмечается уменьшение (в 1,6- 1,8 раза) вклада валентных колебаний метиловой группы в сравнении с двумя другими видами водорослей (Табл.2, Рисунок 4). Вероятно, уменьшение количества пигмента связанного с белком могло поспособствовать стабилизации колебаний метиловой группировки.

Итак, в ходе проведенного исследования установлено неравномерное распределение ФХ по клеткам водорослей, что связано с разной функциональной активностью фотосинтеза в клетке; наличие положительной корреляции между снижением флуоресценции хлорофилла и ростом упорядоченности структуры молекул каротиноидов.

Review

By methods of Raman spectroscopy and microfluorimetry has been investigated the algae cells of the kind Cladophora. It was found that into the cells has been observed the uneven distribution of chlorophyll molecules associated with the different functional activity of photosynthesis. It has been revealed a positive correlation between the decline of chlorophyll fluorescence and the increasing in the ordering of the molecular structure carotenoids. It is discussed the mechanism of the involvement of carotenoids in the regulation of chlorophyll fluorescence in the various areas of the algae cells.

Список литературы

1. Golovko T.K. Photosynthetic pigments chemical structure, biological function and ecology / T.K. Golovko, W.I. Gruszecki, M.N.V. Prasad, [et al.] – Syktyvkar. –2014. – 448p.
2. Robert B. The Electronic Structure, Stereochemistry and Resonance Raman Spectroscopy of Carotenoids// The Photochemistry of Carotenoids. – 2004. Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: P.189–201
3. Merlin J.C. Resonance Raman spectroscopy of carotenoids and carotenoid-containing systems//Pure & Appl. Chem. – 1985. - Vol. 57. - №5. – P. 785-792.
4. Илюаиа С. Origin of Absorption Changes Associated with Photoprotective Energy Dissipation in the Absence of Zeaxanthin/C. Илюаиа, М.Р. Johnson, С.Д.Р. Duffy, [et al.]//The journal of biological chemistry. – 2011. – Vol.286. – №1. – P.91–9
5. Kłodawska K. EPR study of thylakoid membrane dynamics in mutants of the carotenoid biosynthesis pathway of *Synechocystis* sp. PCC6803/ K. Kłodawska, M. Przemysław, M. Kis, [et. al.]//Acta biochimica polonica. – № 1. – Vol. 59. – 2012. – P.87–90
6. Gruszecki W. I. Carotenoids in Membranes / Gruszecki W.I. //The photochemistry of carotenoides. – 2004. Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: P. 363-367
7. Havaux M. Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts / Havaux M. // Trends in plant science. Perspectives. – 1998 – Vol. 3 – No4
8. Ęfer L.S. Functional in situ evaluation of photosynthesis-protecting carotenoids in mutants of the cyanobacterium *Synechocystis* PCC6803/ L.S. Ęfer, A. Vioque, G. Sandmann // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 2005. – Vol.78. – P.195–201
9. Gruszecki W.I. Carotenoids as modulators of lipid membrane physical properties / W. I. Gruszecki, K. Strzayka //Biochimica et Biophysica Acta. – 2005. – Vol.1740. – P.108– 115
10. Максимов Г.В. Исследование вязкости возбудимых мембран с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния/ Г.В. Максимов, Ч.Н. Раденович, Ю.Е. Борисова, [и др.]// Биофизика.–1996. – Т.41. – С.400-406.
11. Yoshii Y. Carotenoid compositions of *Cladophora* balls (*Aegagropila* Linnaei) and some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their taxonomic and evolutionary implication/ Y. Yoshii, T. Hanyuda, I. Wakana, [et al.] //Phycological Society of America – 2004. – Vol.40. – P.1170–1177

12. Bodea S. On the regulation of photosynthesis by excitonic interactions between carotenoids and chlorophylls/S. Bodea, C.C. Quentmeiera, P.-N. Liaoa, [et al.]/PNAS. – 2009. – Vol.106 – Iss.30. – P.12311–12316
13. Jahns P. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II/P. Jahns, A.R. Holzwarth//Biochimica et Biophysica Acta. – 2012. – Vol.1817. – P.182–193
14. Koyama Y. Cis-Trans Carotenoids in Photosynthesis: Configurations, Excited-State Properties and Physiological Functions / Y. Koyama, R. Fujii //The Photochemistry of Carotenoids. – 2004 Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: P.161–188
15. Andreeva A. Temperature dependence of resonance Raman spectra of carotenoids / A. Andreeva, I. Apostolova, M. Velitchkova // Spectrochimica Acta part A: Biomolecular Spectroscopy. – Vol.78. – 2011. – P.1261 – 1265
16. Telfer A. Too much light? How b-carotene protects the photosystem II reaction centre/A. Telfer//Photochemistry Photobiology Science. – 2005. – Vol.4. – P.950- 956
17. Jahns P. Mechanism and regulation of the violaxanthin cycle: The role of antenna proteins and membrane lipids / P. Jahns, D. Latowski, K. Strzalka // Biochimica et Biophysica Acta. – 2009. – 1787. – P. 3–14Takaichiemail S. Carotenoids in Algae: Distributions, Biosyntheses and Functions / S. Takaichiemail // Mar. Drugs. – 2011.- Vol. 9, № 6. - P. 1101-1118.
18. Collins A.M. Carotenoid Distribution in Living Cells of *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae) A.M. Collins, H.D.T. Jones, D. Han3, [et al.]/ PLOS ONE. – 2011. – Vol.6. – Iss.9. – P.123-134.
19. Соловченко А., Мерзляк М. Оптическое экранирование как фотозащитный механизм растений. М.: А-Литера. — А-Литера Москва, 2010. — С. 164.
20. Фотосинтез и флуоресценция: [Электронный ресурс] / А. Гордон. –М.; 2003.–Режим доступа: <http://gordon0030.narod.ru/archive/12781/index.html>
21. Gruszecki W.I. Light-induced Change of Configuration of the LHCP-Bound Xanthophyll (Tentatively Assigned to Violaxanthin): A Resonance Raman Study /W.I. Gruszecki, M. Gospodarek, W. Grudzinski, [et al.]/Journal Physical Chemistry B. – 2009. – Vol.113. – P.2506–2512

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕКИСНОГО ЧИСЛА В РАФИНИРОВАННОМ ПОДСОЛНЕЧНОМ МАСЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

Растрюгина В.В., Шевченко Е.В., Алдиярова К.Т., Дерябина Н.И.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г.Оренбург

В эпоху широкого развития информационных технологий не следует забывать о тех продуктах питания, которые ежедневно присутствуют в рационе. Речь идет о растительном, а именно о подсолнечном масле.

Биологическая ценность растительных масел, выше, чем у животных. Во-первых они более калорийны, а во – вторых, растительные масла являются источником ненасыщенных незаменимых жирных кислот линоленовой, линолевой и арахидоновой [1].

В промышленных условиях масло подвергается процессам очистки, связи с этим его подразделяют на: рафинированное и нерафинированное. Первое – очищено рафинацией, второе - очищено от мелкой и крупной взвеси, но не прошедшее полного цикла операций по рафинации. Существуют биохимические отличительные признаки: рафинированное масло теряет биологически активные вещества, лишается свойств « живого масла», поэтому и срок годности увеличивается [2].

В данной статье сделан акцент именно на содержание перекисного числа, которое является главным показателем качества масла. Перекисное число характеризует содержание в жире первичных продуктов окисления: перекисей и гидроперекисей. Оно является индикатором устойчивости масла к окислению, если масло мутное и прогорклое, то перекисное число повышено. Содержание перекисного числа зависит от степени очистки и условий хранения подсолнечного масла.

Ультрафиолетовые лучи ускоряют процесс окисления полиненасыщенных жирных кислот. При получении, переработке и хранении этого продукта происходит его окисление атмосферным кислородом, что ведет к ухудшению пищевой ценности масла.

В данной таблице представлены оптимальные условия хранения масла по ГОСТ 1129- 2013. Рафинированное и нерафинированное масло должно храниться в темном месте, при t от +5 до +13 °С, срок хранения соответственно 4 и 6 месяцев.

Подсолнечное масло	Оптимальные условия хранения		
	Свет	Температура °С	Срок хранения, мес.
Нерафинированное	Темное место	От +5 до +13	4
Рафинированное			6

Рис.1. Условия хранения подсолнечного масла по ГОСТ 1129-2013

Процесс окисления растительных масел является многофакторным процессом, на который оказывают влияние влага, температура, свет, срок хранения. В развитии процессов окисления играют различные формы активированного кислорода, активация молекулярного кислорода вовлекает в реакцию окисления не только триацилглицеролы, но и сопутствующие компоненты - токоферолы, пигменты, фосфолипиды.

Цель исследования: сравнительная оценка содержания перекисного числа в подсолнечном масле в зависимости от условий хранения.

Объектом исследования являлось - рафинированное подсолнечное масло.

Поставлена модель эксперимента по опытным группам. Для масла были созданы необходимые условия хранения: свет, температура и срок хранения, в связи с этим выделили III опытные группы, и одна контрольная. Для I опытной группы создали условия: темное место, $t+27^{\circ}\text{C}$ и срок хранения 1 месяц.

II опытная: с доступом света, $t+27^{\circ}\text{C}$, срок хранения 1 мес.

III опытная: с доступом света, при $t+10^{\circ}\text{C}$, 1 мес.

Для контрольной группы были созданы оптимальные условия хранения, которые соответствуют ГОСТ 1129-2013.

Объект исследования	Опытные группы	Факторы (свет, $t^{\circ}\text{C}$, мес.)
Рафинированное подсолнечное масло	контрольная группа	T; $t+10^{\circ}\text{C}$; 1 мес.
	I группа	T; $t+27^{\circ}\text{C}$; 1 мес.
	II группа	C; $t+27^{\circ}\text{C}$; 1 мес.
	III группа	C; $t+10^{\circ}\text{C}$; 1 мес.

Рис.2. Модель эксперимента по опытным группам

Примечание: T –без доступа света, C- с доступом света.

Эксперимент проводился в соответствии с ГОСТ 26593-85 (определение перекисного числа - титриметрический метод).

Сущность метода заключается в реакции взаимодействия продуктов окисления растительных масел и жиров (перекисей и гидроперекисей) с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа и последующим количественном определении выделившегося йода раствором тиосульфата натрия титриметрическим методом.

Результаты исследования представлены на Рисунках 3 и 4.

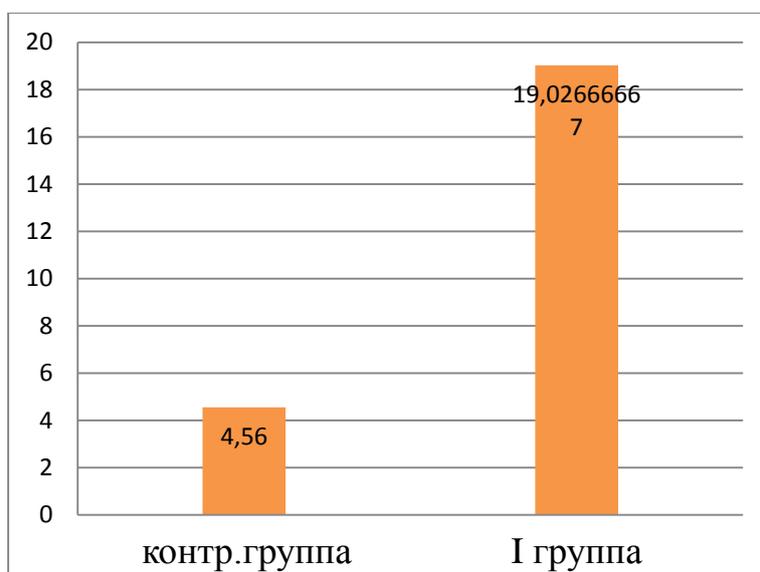


Рис.3. Среднее содержания перекисного числа в рафинированном подсолнечном масле, в зависимости от $+t$ °C

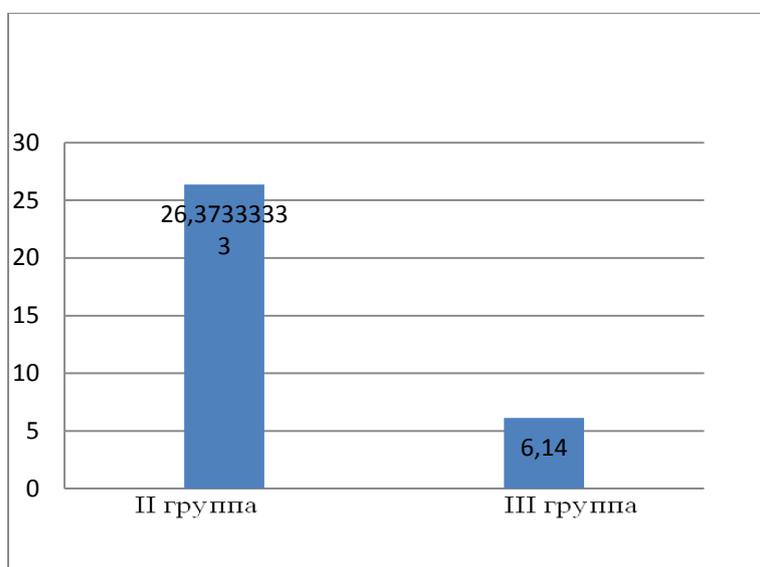


Рис.4. Среднее содержания перекисного числа в рафинированном подсолнечном масле, в зависимости от света и $+t$ °C

Из полученных диаграмм видно среднее содержание перекисного числа (моль активного кислорода/кг) в рафинированном масле. Так, во II группе перекисное число увеличено почти в 4,5 раза, по сравнению с контрольной группой. Внешний фактор, который повлиял на изменения была повышенная температура.

В III группе перекисное число повышено на 1,58 моль активного кислорода/кг, что является небольшим превышением от нормы.

Если сравнить контрольную группу и II опытную, где внешними факторами воздействия были свет и повышенная температура, то можно сделать вывод, что содержание перекисное число превышено в 5,6 раз.

Таким образом, из полученных результатов делаем общий вывод: подсолнечное масло храним в оптимальных условиях, о них было сказано выше, в Рисунке 1, потому что продукты перекисного окисления липидов пагубно влияют на организм в целом, а точнее окисление нарушает структуру многих молекул. В белках окисляются аминокислоты. В результате разрушается структура белков, между ними образуются ковалентные "сшивки", это активизирует протеолитические ферменты в клетке, они гидролизуют повреждённые белки. Активные формы кислорода легко нарушают и структуру ДНК. В результате появления в гидрофобном слое мембран гидрофильных зон за счёт образования гидроперекисей жирных кислот в клетки могут проникать вода, ионы натрия, кальция, что приводит к набуханию клеток, органелл и их разрушению.

Список литературы

1. Владимиров Ю.В., Арчаков И.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. — М.: Наука. 1972. — 272 с.
2. Лобанов В.Г., Шазо А.Ю., Щербаков В.Г. Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника // М.: Колос. -2002.-592 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ И РЕЖИМОВ КРИОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Алдиярова К.Т., Шевченко Е.В., Дерябина Н.И., Растригина В.В.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Витамин С (аскорбиновая кислота) является водорастворимым витамином. Он важен для роста и восстановления клеток тканей, кровеносных сосудов, десен, костей и зубов, способствует трансформированию железа в форму, которая лучше усваивается организмом, ускоряет выздоровление.

Витамин С содержится в продуктах питания, главным образом в овощах, фруктах и ягодах. Наиболее богаты аскорбиновой кислотой: черная смородина, шиповник, облепиха, цитрусовые, печень, красный перец. В качестве пищевой добавки обозначается как Е300.

Суточная доза витамина С — 70-100 мг. Витамин С считается безопасным даже в больших количествах, так как организм легко выводит неиспользованные остатки витамина. При остром недостатке витамина С развивается цинга.

Установлено, что на содержание витамина С в ягодах черной смородины влияют: тепловая обработка, свет и замораживание. Потеря витамина С может возникнуть при длительном хранении смородины. Сохранность витамина С обеспечивает правильная кулинарная обработка и заморозка этих ягод.

Одним из перспективных способов консервирования растительных продуктов является замораживание, технологические режимы и условия которого постоянно совершенствуются. Изучению влияния замораживания на витамин С посвящен ряд работ ученых. При правильной заморозке и соблюдении условий хранения замороженные ягоды практически всегда сохраняют свой естественный вкус и аромат. Содержание витамина С в них снижается незначительно.

Не смотря на значительное количество исследований в области криогенного воздействия на витамины, многие вопросы остаются слабо изученными и требуют дальнейшей разработки. Криогенное замораживание может осуществляться иммерсионным способом или в потоке газов в морозильных аппаратах камерного или туннельного типа. Наиболее широко распространенные криогенные вещества — это жидкие азот N₂ и диоксид углерода CO₂, которые безопасны при непосредственном контакте с пищевыми продуктами и инертны по отношению к материалам конструкции.

К основным достоинствам криогенных морозильных аппаратов можно отнести следующее: высокую скорость замораживания, достигаемую вследствие очень низких температур криогенных веществ; небольшую потерю массы (при оттаивании продукта отсутствует влага) и высокое качество замороженного продукта.

Главный недостаток такого холодильного оборудования - большие затраты на расходуемые криогенные вещества. Для сокращения потери криогенного вещества в процессе замораживания применяют комбинированный режим замораживания продукта - сначала криогенным веществом, затем охлажденным в механической морозильной камере. Дело в том, что криогенным веществом в течение короткого промежутка времени можно заморозить поверхностный слой продукта, что обеспечивает минимальную потерю влаги и жесткость структуры замораживаемого продукта.

Такой комбинированный процесс замораживания обеспечивает на первом этапе высокое качество продукта при небольшом расходе криогенного вещества, на втором небольшие эксплуатационные затраты.

Замораживание сказывается на количестве витаминов в ягодах и плодах. Наименьшей стойкостью вследствие своей склонности к окислению обладает витамин С, то есть аскорбиновая и дегидроаскорбиновая кислоты, обладающие витаминной активностью. Сохраняемость этого витамина зависит от условий выращивания сырья, его сорта и вида, способа замораживания, его конечной температуры, наличия предварительной обработки [1, 2].

Целью нашего исследования являлось изучение влияния сроков и режимов криогенного воздействия на содержание показателя витамина С в ягодах черной смородины различных сортов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Выбор сортов ягод черной смородины и оптимальных сроков и режимов криогенного воздействия.
2. Определение содержания показателя витамина С в исследуемых образцах йодометрическим методом.
3. Сравнительный анализ содержания витамина С в ягодах черной смородины различных сортов в зависимости от сроков и режимов криогенного воздействия.

Исследование проводилось на ягодах черной смородины в условиях криогенного воздействия. Были выбраны 2 вида сорта черной смородины – сорт Черный жемчуг и сорт Голубка. Основными отличительными признаками данных сортов являются: органолептические показатели, содержание витамина С и фазы вегетации. Они представлены в Табл. 1.

Таблица 1

Отличительные признаки сортов ягод черной смородины

Показатель	Сорт	
	«Черный жемчуг»	«Голубка»
Органолептические показатели	Ягоды округлые, насыщенно-черного цвета, с тусклым блеском и насыщенным ароматом.	Ягоды округлые или несколько овальные, с кисло-сладким вкусом.
Содержание витамина С (мг%)	130,4	197
Фазы вегетации	Среднее созревание	Раннее созревание

Для исследования витамина С пробоотбор ягод черной смородины проводился в соответствии с ГОСТ 7047-55. Ягоды предварительной обработке не подвергались. Далее ягоды помещали в плотные полиэтиленовые пакеты. Подвергали шоковой заморозке при температуре -195°C и по 2 пакета с 2 анализируемыми сортами помещали в механическую морозильную камеру на 6 и 9 месяцев соответственно.

Определение содержания витамина С проводили йодометрическим методом. Результаты исследования представлены на Рисунке 1.

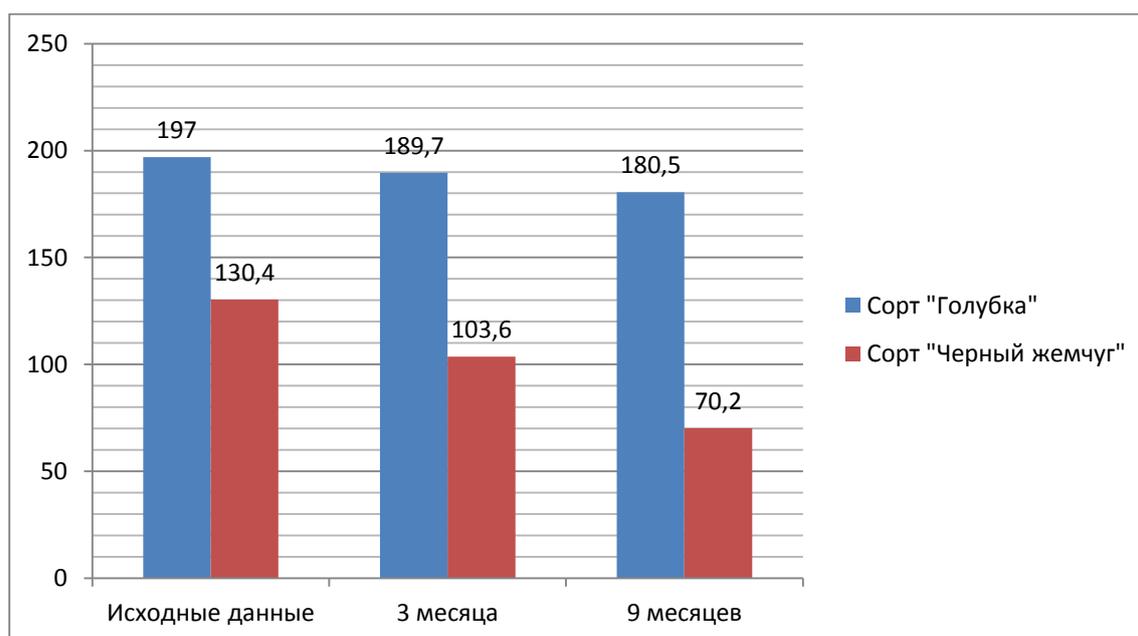


Рис. 1. Содержание витамина С (мг%) в ягодах черной смородины различных сортов.

Как видно из полученных данных, представленных на рисунке, содержание витамина С в различных сортах ягод черной смородины имеет существенное различие. Так, например, сорт «Голубка», который изначально содержит большее количество витамина С, является более устойчивым к заданному температурному режиму в течение 3 и 9 месяцев. Показатель аскорбиновой кислоты у него в течение 3 месяцев снизился на 3,7 %, а спустя 9 месяцев составлял 8,3 %. Следует отметить, что показатель витамина С у сорта «Черный жемчуг» по сравнению с предыдущим сортом, значительно снижается. Потери аскорбиновой кислоты после 3 месячного хранения достигли 20,5 %, а после 9 мес. 46,1 %.

Установлено, что для комбинированного замораживания ягод черной смородины на длительное время, пригодным является сорт «Голубка». Так как количество витамина С в нем снижается постепенно.

Таким образом, изменение содержания витамина С в ягодах при длительном хранении зависит не только от способа замораживания и температуры хранения, но также от их помологического сорта.

Список литературы

1. Скруписис, И.Я. Изменение качества ягод при различных способах замораживания. / Совершенствование технологии хранения и переработки пищевого сырья. Труды ЛСХА. Вып. 248. – Елгава: ЛСХА, 2008, 43-45с.
2. Саатчян, А.К., Шелапутин В.И. Биохимические процессы в замороженных плодах. Холодильная техника, 2007, №7.

СЕКЦИЯ №59.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)

СЕКЦИЯ №60.

БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Гальперина А.Р., Баширова М.Н.

ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, г.Астрахань

Коллекции водорослей имеют огромное научное и прикладное значение. Ведущие мировые коллекции водорослей являются не только своеобразными «банками» для хранения генофонда водорослей, но и ведущими научно-исследовательскими центрами (Гайсина, 2008). Вместе с тем, исследователями неоднократно отмечалось, что поддержание коллекции – сложный, трудоемкий и очень ответственный этап работы (Гусев и др., 1964; Культивирование ..., 1983; Панкратова, 2000; Сопрунова, 2005). Поскольку даже при посеве альгологически чистых культур необходимо поддержание строгой стерильности сред, посуды и оборудования. Кроме того, несмотря на сравнительную простоту приготовления минеральных сред, очень существенное значение имеют такие факторы как качество воды, агара, чистота используемых реактивов. Также очень большое значение имеют условия светового и температурного режима как в первые дни после посева, так и в последующее время культивирования (Методы..., 1975; Культивирование ..., 1983).

Все это свидетельствует о важности разработки новых методических подходов при получении альгологически чистых культур микроводорослей, и создания унифицированной методики их коллекционного культивирования.

Целью исследований являлось получение альгологически чистых культур цианобактерий из накопительных культур циано-бактериальных сообществ, выделенных ранее из экосистем, подверженных влиянию антропогенных факторов.

Применялся метод многократного пересева культур на чашках Петри и пробирках со скошенным агаром (Методы..., 1975). Пересев проводился каждые 2 дня методом штриха, с помощью бактериальной петли и извлечения одиночной нити, используя тонкую иглу и световой микроскоп.

По результатам имеющихся данных о культивирования цианобактерий были подобраны следующие питательные среды:

- 1) минеральная среда BG-11;
- 2) минеральная среда MN;
- 3) минеральная среда Chu;
- 4) минеральная среда Громова 6;
- 5) минеральная среда Громова 16.

Выделение альгологически чистой культуры продолжалось в течении 30 дней. Были использованы твердые (т), полутвердые (п_{тв}) и жидкие (ж) стерильные питательные среды (Табл.1).

Таблица 1

Агрегатное состояние среды и ее pH

	BG-11	Громова 6	Громова 16	Chu	MN
Ж	7,2	7,1	6,5	6,5	7,0
Т	7,0	6,5	7,3	6,0	6,5
П _{тв}	7,3	7,3	5,5	7,0	7,4

Рост колоний наблюдался на всех питательных субстратах. Наиболее активный рост был отмечен на твердых и полутвердых средах BG-11, MN и Громов 6. На чашках Петри и пробирках со скошенным агаром колонии представляли собой темно-зеленые и зеленовато-синие пленки, стелящиеся по поверхности среды. На средах Громова 16 и Chu колонии представляли собой слизистые образования округлой формы от светломолочного до, практически, прозрачного цвета.

Для идентификации вида была проведена микроскопия. С каждой среды, в которой наблюдался активный рост пленки, был приготовлен неокрашенный препарат – висячая капля. При рассмотрении препарата висячая капля со среды BG-11 были обнаружены фрагменты светло-зеленых септированных нитей. Длина септы составляла 0,5-0,9 мкм, ширина – 0,3-0,4 мкм. По результатам микроскопии выросшие колонии были, предположительно, определены как *Oscillatoria amphibia* (Определитель бактерий Берджи, 1997). При рассмотрении препарата висячая капля со среды MN были обнаружены фрагменты светло-зеленых септированных нитей, а так же округлые зеленые одиночные и парные клетки. Длина септы составляла 0,4-0,7 мкм, ширина – 0,4-0,5 мкм; диаметр клеток составлял 0,2-,05 мкм. По результатам микроскопии выросшие колонии были, предположительно, определены как *Oscillatoria amphibia* и *Synechocystis* sp. (Определитель бактерий Берджи, 1997). При рассмотрении препарата висячая капля со среды Громов 6 были обнаружены фрагменты светло-зеленых септированных нитей. Длина септы составляла 0,5-0,7 мкм, ширина – 0,3-0,5 мкм. По результатам микроскопии выросшие колонии были, предположительно, определены как *Oscillatoria amphibia* (Определитель бактерий Берджи, 1997).

Для колоний, у которых произошло обесцвечивание был проведен тест Греггерсена. В капле 3%-ного водного раствора КОН на предметном стекле эмульгируют бактериальную массу, взятую с плотной среды. Спустя несколько секунд после перемешивания за петлей тянутся слизистые нити, что указывает на принадлежность исследуемой колонии к грамтрицательному виду. Грамположительные колонии не образуют тянущихся нитей.

В результате исследования образцов, было выявлено, что колонии являются грамтрицательными.

Для идентификации вида была проведена люминесцентная микроскопия. Использовали способность живых цианобактериальных клеток испускать красное свечение при облучении ультрафиолетом. В ходе люминесцентной микроскопии обесцветившихся колоний были обнаружены красные светящиеся септированные нити. Длина септы составляла 0,5 мкм, ширина – 0,3 мкм.

После проведения идентификации образцы со сред BG-11 и Громов 6 были повторно пересеяны на жидкие среды. По истечению 2 недель наблюдалось активный рост биомассы.

Таким образом, в ходе экспериментальных работ были выделены альгологически чистые культуры нитчатых и одноклеточных цианобактерий, предположительно идентифицированные как *Oscillatoria amphibia* и *Synechocystis* sp..

Культуры помещены в коллекцию кафедры «Прикладная биология и микробиология» Астраханского государственного технического университета.

Список литературы

1. Гайсина, Л.А. Современные методы выделения и культивирования водорослей: учебное пособие / Л.А. Гайсина, А.И. Фазлутдинова, Р.Р. Кабиров. – Уфа: БГПУ, 2008.- 152 с.

2. Культивирование коллекционных штаммов водорослей. Межвуз. сб. / Под ред. проф. Б.В. Громов. – Л. – 1983. – 152 с.
3. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Отв. ред. А.В. Топачевский. – Киев: Наукова думка. – 1975. – 247 с.
4. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса // в 2-х т. – 1997. – Т. 1. – 432 с.
5. Панкратова, Е. М. Азотфиксирующие ЦБ как основа микробных консорциумов // Автотрофные микроорганизмы: К 75-летию со дня рожд. акад. РАН Е.Н. Кондратьевой.: Матер. Междунар. научн. конф. – М.: Макс Пресс. – 2000. – С. 140-141.
6. Сопрунова О.Б. Особенности функционирования альго-бактериальных сообществ техногенных экосистем: Дисс....д-ра биол. наук. – М., 2005. – 432 с.

СЕКЦИЯ №61.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)

СЕКЦИЯ №62.

БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)

СЕКЦИЯ №63.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)

СЕКЦИЯ №64.

БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)

СЕКЦИЯ №65.

ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАКТОРОВ ИНДУКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ

Гордина А.В., Богачева Н.В., Дармов И.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вятский государственный университет», г. Киров

Бактериофаги широко распространены в природе. Они обнаруживаются везде, где есть бактерии – их хозяева. Их можно выделить из почвы, различных водоемов, сточных вод, пищевых продуктов, из различных выделений человека и животных (моча, фекалии, гной и др.), а также из соответствующих культур бактерий, в которых они присутствуют в форме профага [5, 7].

Так, при размножении лизогенной культуры возможна спонтанная индукция, в результате которой часть клеток популяции лизируется и выделяет зрелые частицы специфичного для этой популяции бактериофага. Образовавшийся фаг обладает всеми свойствами вирулентного фага, способного репродуцироваться, инфицировать другие клетки [8].

Но не все культуры, содержащие профаг, способны спонтанно лизироваться. Одни обладают такой способностью, но продуцируют бактериофаг в малых количествах. Другие требуют применения методов стимуляции.

Продукцию фагов лизогенными бактериями можно вызвать либо увеличить, воздействуя на клетки индуцирующими факторами: физическими, химическими, антибиотиками, а также путем создания в среде избытка определенных питательных веществ и витаминов [8].

Для выделения бактериофага необходимо подобрать оптимальные параметры воздействия на бактериальную клетку индуцирующих факторов. При выборе индуцирующего агента необходимо учитывать биологические особенности как лизогенных культур, так и выделяемых бактериофагов, их резистентность к тем или иным физическим и химическим факторам. Используемый агент должен инактивировать бактериальные клетки, но не должен оказывать угнетающего воздействия на фаг, снижать его литическую активность.

Известно, что большинство вирусов бактерий термостабильны. Они могут выдерживать температуру до 64 °С [6], а некоторые проявляют устойчивость к воздействию температуры до 75 °С [2]. Это свойство используют для выделения фагов [1]. Однако как показали в своей работе И.Р. Насибуллин и соавт., высокие температуры существенно снижают литическую активность некоторых фагов, поэтому данный метод не получил широкого распространения [6].

Еще одним агентом, применяемым для выделения бактериофагов, является хлороформ. Именно обработка хлороформом по данным, представленным в статье [4], является более эффективным методом выделения фага из бульонных культур *Y.pseudotuberculosis* в сравнении с методами прогревания и обработки культур 15% раствором мочевины. Но не все фаги обладают устойчивостью к хлороформу. Чувствительными к данному химическому агенту оказались, например, все исследуемые штаммы аэромонадных бактериофагов [6].

Недостаточно распространенным, но, в свою очередь, весьма эффективным является метод индукции профага рентгеновским облучением. В автореферате Н. Карамышевой [2] описаны различные режимы воздействия рентгеновским излучением на бактерии *D. Desulfuricans*. Наиболее оптимальным для получения фагов, по результатам проведенных исследований, оказался режим облучения, при котором время воздействия индуцирующего фактора составило два периода по 1,6 сек (доза 4,0 мЗв).

Самым часто применяемым и результативным способом превращения профагов в вирулентные фаги, по данным отдельных исследований, является способ облучение лизогенных культур УФ-лучами [1, 2, 3]. Для каждого штамма бактериофага плотность среды при облучении, расстояние до источника света, время экспозиции и длина волны подбираются экспериментальным путем.

В автореферате Н. Карамышевой [2] кроме метода индукции рентгеновским облучением описан опыт выделения фага УФ облучением. В результате применения УФ облучения ей удалось индуцировать профаг бактерий *D. desulfuricans*. Условия воздействия индуцирующего агента в эксперименте были следующими [2]:

- расстояние до источника облучения – 38 см;
- время экспозиции – 10 мин;
- длина волны – 250 нм.

В работе Ковалевой Е.А. и соавт. показано, что при применении 3 схем эксперимента наиболее оптимальной для выделения бактериофага *Listeria monocytogenes* оказалась схема, в которой при применении УФ-лучей были использованы следующие условия [3]:

- расстояние до источника облучения – 40 см;
- время экспозиции – 30 с;
- длина волны – 254 нм.

По данным Васильевой Ю.Б. и соавт. [1], наилучшей оказалась методика многократного последовательного облучения УФ бактериальных клеток. Наиболее эффективными оказались условия проведения эксперимента, при которых:

1 день. Газоном сеяли суточную культуру *V. bronchiseptica* на МПА, подсушивали ее в термостате 10-15 мин, облучали УФ-лучами, используя длину волны 253 нм, с расстояния 1 м в течение 5-7 мин. Засеянные и обработанные чашки Петри инкубировали в термостате при 37 °С в течение суток.

2 день. Распределяли шпателем выросшую бактериальную массу по поверхности агара, облучали ее УФ-лучами с длиной волны 253 нм с расстояния 1 м в течение 7-10 минут. Чашки Петри с содержимым инкубировали в термостате при 37 °С в течение суток.

3 день. Повторно распределяли шпателем выросшие колонии бактерий по поверхности среды, облучали бактерии УФ-лучами с той же длиной волны с расстояния 0,5 м в течение 7-10 минут. Чашки Петри с содержимым инкубировали при том же режиме.

4 день. Выросшие колонии смывали с чашки Петри мясопептонным бульоном и переносили в пробирку со штаммами *B. bronchiseptica*. Культивирование проводили в термостате при том же режиме.

5 день. В пробирку добавляли хлороформом в соотношении объемов 1:10 (хлороформ: среда), инкубировали содержимое пробирки в течение 15 минут, после чего проводили центрифугирование при 3000 об/мин в течение 15 мин. По окончании центрифугирования надосадочную жидкость переносили в стерильную пробирку.

На 6 день проводили учет результатов. Надосадочную жидкость исследовали по методу агаровых слоев. Присутствие бактериофага определяли по наличию зон лизиса.

Таким образом, сравнительный анализ научных исследований, посвященных применению различных факторов индукции, показал, что для выделения умеренных бактериофагов из лизогенных культур наиболее эффективным является метод индукции профага УФ облучением. Оптимальные условия воздействия индуцирующего фактора на бактериальные клетки для получения конкретного бактериофага подбираются экспериментальным путем.

Список литературы

1. Васильева, Ю.Б. Разработка методов выделения и селекции бактериофагов *Bordetella bronchiseptica* / Ю.Б. Васильева, Д.А. Васильева, Е.Н. Семанина // Бактериофаги: теоретические и практические аспекты применения в медицине, ветеринарии и пищевой промышленности: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 23-25 апреля 2013 г, Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2013. – С. 28-32.
2. Карамышева, Н.Н. Выделение бактериофага *desulfovibrio desulfuricans* и создание на его основе биопрепарата по профилактике коррозии металлов в нефтяной промышленности: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук / Н.Н. Карамышева. – Саратов, 2013. – 19 с.
3. Ковалева, Е.Н. Выделение бактериофагов *Listeria monocytogenes* методом индукции / Е.А. Ковалева [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2013. – № 1 (21). – С. 45-48.
4. Македонова, Л.Д. Бактериофаги *Yersinia pseudotuberculosis*: обнаружение в штаммах различных О-серотипов и их идентификация / Л.Д. Македонова [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика, 2013. – № 8. – С. 52-53.
5. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: том 2: учебник / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 448 с.
6. Насибуллин, И.Р. Влияние физических, химических факторов и режимов хранения на литическую активность аэромонадных бактериофагов / И.Р. Насибуллин, Д.А. Васильев, И.Г. Швиденко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – № 3 (27). – С. 73-76.
7. Перетрухина, А.Т. Бактерийные и вирусные препараты: учебник для вузов / А.Т. Перетрухина, Е.И. Блинова. - М.: Академия Естествознания, 2010. – 241 с.
8. Поздеев, О.К. Бактериофаги (строение, свойства, практическое применение): учебно-методическое пособие для студентов / О.К. Поздеев, Е.Р. Федорова, Ю.В. Валеева. – Казань: КГМУ, 2012. – 50 с.

СЕКЦИЯ №66.

МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)

СЕКЦИЯ №67.

ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)

СЕКЦИЯ №68.

ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)

СЕКЦИЯ №69.

ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)

**СЕКЦИЯ №70.
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

**СЕКЦИЯ №71.
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)**

**АНАЛИЗ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ
РОССИИ В МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

¹Соколов С.А., ²Фролов В.В.

¹Аспирант кафедры частного права и экологической безопасности, Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФБГОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». Россия

²Доктор биологических наук, профессор кафедры частного права и экологической безопасности, Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФБГОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». Россия

В настоящей статье авторами сделан анализ состояния продовольственной независимости России в мясоперерабатывающей отрасли. Анализ проведен с учетом применения экономических санкций в отношении нашей страны, а также ответных мер в отношении западных стран.

Ключевые слова: продовольственная независимость, импорт, пищевая промышленность, мясокомбинат, экономические санкции.

**ANALYSIS AND WAYS OF ACHIEVING FOOD INDEPENDENCE OF RUSSIA
IN THE MEAT PROCESSING INDUSTRY**

¹Sokolov S.A., ²Frolov V.V.

¹Post-graduate of the chair «private law and environmental safety», Saratov Socio-Economic Institute (branch) of Federal Budgetary State Educational Institute of Higher Professional Education «Russian Economic University in honor of G.V. Plekhanov». Russia

²Doctor of Biological Sciences, Professor of the chair «private law and environmental safety», Saratov Socio-Economic Institute (branch) of Federal Budgetary State Educational Institute of Higher Professional Education «Russian Economic University in honor of G.V. Plekhanov». Russia

Keywords: food independence, import, food industry, meat processing plant, economic sanctions.

In this article the authors made an analysis of the food independence of Russia in the meat processing industry. The analysis takes into account the imposition of economic sanctions against our country, as well as the response of the Western countries.

Экономические санкции западных стран в совокупности с ответными мерами России безальтернативно ставят важнейшие задачи безопасности для нашего государства. Помимо решения проблем импортозамещения технологий, оборудования, сырья или комплектующих материалов необходимо ускоренно принимать меры по продовольственной безопасности нашей страны. Актуальность активизации этих мер продиктовано сохранением экономической и государственной максимальной устойчивости в глобальной системе международных отношений настоящего времени. Эти процессы напрямую воздействуют на продовольственную независимость России.

Продовольственная независимость – это устойчивое отечественное производство пищевых продуктов в объемах не меньше установленных пороговых значений его удельного веса в товарных ресурсах внутреннего рынка соответствующих продуктов [2]. Исходя из данного определения, мы считаем, что на текущий момент времени введение ряда санкций в отношении России максимально стимулирует отечественных сельскохозяйственных производителей, рыболовецкие отрасли, пищевую промышленность и прочие элементы, относящиеся к производству продуктов питания, наращивать собственные обороты. Поэтому, экономическая заинтересованность отечественных производителей, активное их возвращение на старые рынки сбыта, увеличение конкурентоспособности и качества собственной продукции способно не только укрепить продовольственную независимость нашей страны, но и выявить существующие проблемы пищевой промышленности.

К сожалению, во многих регионах нашей страны модернизация и переоснащение технологического оборудования мясоперерабатывающей отрасли происходит неравнозначно. Однако, как показывают наши статистические исследования, взятый курс на интенсивное развитие агропромышленного комплекса за последние 5 лет, показал не только оздоровление этой непростой ситуации, но и выравнивание маркерных экономических показателей.

Так, в республике Мордовия (Ковылкинский район) завершается строительство комплекса «Мордовский племенной центр». Его целью является обеспечение хозяйств республики и других регионов чистопородными племенными животными. Про него следует отметить, что первый трехплощадочный комплекс функционирует с 2013 года. В 2016 году планируется завершение строительства второй очереди — двухплощадочного комплекса, который должен включать в себя репродуктор на 4800 свиноматок с доращиванием на 18 300 голов и финишный откорм, рассчитанный на 33 000 животных. Мы считаем, что данный пример необходимо широко внедрять в производство сельскохозяйственной продукции, особенно в тех регионах нашей страны, в которых более 70 % потребляемой продукции ввозятся поставщиками из других субъектов РФ или из-за рубежа. На первых этапах, на наш взгляд, мы можем предположить о допустимости некоторых вариантов развития экономического сценария импортозамещения продовольствия в виде максимально коротких сроков увеличить объем собственной выпускаемой продукции, или, исходя из сложившейся ситуации, искать поставщиков из тех стран, которые не попали под эмбарго нашего государства. Анализируя нынешнюю политическую ситуацию, мы считаем, что этими странами поставщиками могут выступать Белоруссия, Новая Зеландия, Китай, Бразилия, Парагвай, Турция, ЮАР, Тунис, Египет и другие.

Следующей проблемой, как мы считаем, является обыкновенный дефицит сырья для мясоперерабатывающей промышленности. Примером тому, может служить Ростовская область, в которой столкнулись с серьезным региональным дефицитом производства говядины. По этой причине на местных мясокомбинатах вынуждены изменить традиционную рецептуру изготовления некоторых видов колбасных изделий, что закономерно отразилось на качестве готовой продукции. Говяжье мясное сырье заменили на более дешевое отечественное куриное и свиное мясо. Это, на наш взгляд, закономерно привело к исчезновению проблем закупки дорогих импортных ингредиентов. Например, вместо немецкой щепы, которую применяют при копчении, используется щепка из Краснодарского края, а крахмал французского производства заменен на крахмал из Белоруссии.

Как показывает собственный анализ статистических данных, особенно остро столкнулись с проблемой импортозамещения в Хабаровском крае. Как мы считаем, причиной тому являлось полная зависимость местного производства от импортного сырья. Так, в начале 2014 года свыше 80% импортного мяса в этот регион ввозилось из стран Латинской Америки (Аргентина, Бразилия, Парагвай, Уругвай, Чили). Поэтому, первым шагом в рамках антикризисных мер правительством Хабаровского края осуществлена была политика импортозамещения по основным группам продовольственных товаров, в том числе и мясной продукции. 23 января 2015 года утверждено постановление правительства края «Об утверждении Плана мероприятий по содействию производству импортозамещающей продукции». В План были включены реализация ряда проектов, которые позволяют увеличить долю продукции отечественного производства, а именно:

- строительство тепличных и животноводческих комплексов;
- создание новых и модернизация действующих комплексов, в которых выращивают птицу.

Анализ статистических данных по нашей области показал, что в Саратовской области на 2015 год осуществляет свою деятельность более двадцати мясокомбинатов различной мощности. Ассортимент выпускаемой продукции достаточно широк: вареные и копченые колбасы, мясные деликатесы, консервы, пельмени, сардельки, сосиски и прочее. С начала 2015 года доля ввозимого импортного мяса на территорию области сократилась с 60% до 27%, что свидетельствует об активном проведении программы по импортозамещению, осуществляемой правительством нашей области. Следует отметить, что основной проблемой продовольственной независимости региона остается пока отсутствие обеспеченности собственным сырьем для производимой продукции. Так, в регион ввозится 43% сырья для производства мясных продуктов. Как показывают наши расчеты, для того чтобы обеспечить жителей региона только своей собственной мясной продукцией необходимо увеличить производство говядины в 1,7 раза больше, а птицы – в 2,8 раза.

26 января 2015 года на совещании губернатора Саратовской области с представителями органов исполнительной власти была рассмотрена программа «Об основных направлениях импортозамещения сельскохозяйственной продукции в 2015 году в целях обеспечения населения области продуктами питания», в ходе которой было определено, что уровень самообеспеченности в 2014 году мясом скота и птицы составил 75%. Как и во многих регионах, в области производится недостаточное количество говядины (обеспеченность

населения составляет 65%), мяса птицы (38%) [3]. Дефицит данных продуктов устраняется за счет их ввоза из-за пределов области, в том числе из других стран.

В 2012 году в своем послании Федеральному собранию Президентом РФ была поставлена задача не только обеспечить всех граждан отечественным продовольствием, но и на порядок увеличить экспорт. Им особенно отмечено, что «... спрос на продовольствие стремительно растёт во всём мире, особенно в развивающихся странах. А на долю России, как вы знаете, приходится более чем половина плодородных земель планеты – 55%. В ближайшие 4-5 лет мы должны полностью обеспечить свою независимость по всем основным видам продовольствия, а затем Россия должна стать крупнейшим в мире поставщиком продуктов питания. Это открывает для нас колоссальные новые возможности» [5].

На сегодня в мясоперерабатывающей отрасли нашей области увеличилась доля выпускаемой продукции из мяса птицы и свинины. Это обусловлено тем, что данное сырье более дешевое в сравнении с говядиной [1]. Кроме того, региональная мясоперерабатывающая отрасль не нуждается в импортозамещении, так как ее рынок формируется исключительно за счет местных и отечественных производителей.

Наиболее актуальным еще остается вопрос об экологической безопасности выпускаемых колбасных изделий для здоровья населения. Увеличение выпускаемой продукции произошло стремительно, что не могло не сказаться на качестве продуктов. На основании проведенного нами исследования можно сделать вывод, что более 80% мясокомбинатов России не смогли по финансовым причинам увеличить количество оборудования для производства колбасной продукции в срок. Поэтому мясокомбинаты вынуждены выпускать большее количество продукции на прежнем оборудовании, что не может не сказаться на качестве выпускаемой продукции. Другим немаловажным аспектом на наш взгляд являлось то, что в первые месяцы после введения эмбарго поставки сырья (мясо птицы, свинина, говядина) так же не удовлетворяли потребностям спроса. В результате чего производимая продукция не соответствовала стандартам по нескольким параметрам: консистенция, запах, вкус, физико-химические показатели и другие.

Таким образом, продовольственная независимость нашей страны еще пока полностью не достигнута. На наш взгляд для полного преодоления этого рубежа необходим комплекс экономических и политических мер, которые должны включать в себя следующие моменты:

- стабильное увеличение фермерских хозяйств по всей России, которые станут основными и надежными поставщиками сырья для региональных и отечественных мясоперерабатывающих отраслей;
- введение налоговых льгот в отношении тех фермеров и производителей колбасной продукции, в продукции которых наиболее сильно нуждается отечественный рынок;
- выдача долгосрочных кредитов на льготных условиях производителям сельскохозяйственной продукции;
- тотальная модернизация оборудования перерабатывающих комбинатов, которая может включать в себя при определенных случаях и государственное вмешательство;
- производство колбасных изделий по современным технологиям и стандартам.

Мы считаем, что соблюдение всех вышеуказанных мер позволит значительно повысить качество изготавливаемой мясной продукции и приведет к продовольственной независимости нашей страны конкретно в данном сегменте производства.

Список литературы

1. Аналитический центр при правительстве РФ «Продовольственное эмбарго: импортозамещение и изменение структуры внешней торговли» – Москва, 2015г. Выпуск №11, с. 4 – 7.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена 01.02.2010). – Режим доступа: <http://kremlin.ru/news/6752>.
3. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Режим доступа -- <http://www.mcx.ru/news/news/show/33772.78.htm>.
4. Информационное агентство «Торгово-промышленные ведомости» «Нижегородская область: импортозамещение и продовольственная безопасность». -- Режим доступа: http://www.tpp-inform.ru/analytic_journal/5951.html.
5. Послание Президента РФ Федеральному собранию от 12 декабря 2012 года. -- Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/news/17118>.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА ЗАГОРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПО СОСТОЯНИЮ ХВОИ *PINUS SYLVESTRIS* L.

Жалнин И.М.

Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г.Балашов

Саратовская область относится к числу регионов России с большой площадью. К основным направлениям природопользования (промышленных масштабов) в Саратовской области относится земледелие (в последнее время преимущественно, как частное, так и в форме товариществ), водо-, лесо-, недропользование и некоторые другие. Аграрный в целом характер природопользования и локализация производства промышленных, строительных и иных товаров, различных благ из сферы услуг в городах обусловили развитие ряда направлений народного хозяйства, в первую очередь, транспортной логистики. Это повлекло за собой повышение нагрузки, как на сами транспортные магистрали, так и на окружающую среду, прежде всего, на природные компоненты – почву и растительные организмы, депонирующие загрязнители и различные примеси, согласно работам М.В. Ларионова и др. авторов [6-11, 13].

Кроме того, актуально развитие некоторых форм «народного» природопользования: сбор ягод, грибов, лекарственных растений, лов рыбы, охота, посещение рекреационных объектов для отдыха и досуга. Указанные виды деятельности по соображениям удобства осуществляются населением вблизи железных и автомобильных дорог, в сельской и городской местности, чаще на пригородных территориях. Масштабы воздействий на окружающую природу в этих случаях значительно ниже.

Экологический мониторинг выполнялся на участках загородных автотрасс к северо-востоку от г. Балашова (Саратовская область) по общему направлению Балашов-Романовка и включал два компонента – подсчет движущихся в обе стороны автомобилей и фиксация изучаемых индикационных параметров на модельных деревьях сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L. в составе магистральных посадок. Здесь необходимо отметить, что сосновые массивы в окрестностях г. Балашова искусственного происхождения, представлены в основном лесами и магистральными посадками.

Регистрация автотранспорта на выбранных местах для мониторинга включала подсчет автомобилей, следующих в обе стороны: автобусов, легковых, легких, средних и тяжелых грузовых машин. К легким грузовым причислялись микроавтобусы, а также тяжелые внедорожники типа УАЗ, Toyota Land Cruiser, Nissan Patrol и прочие крупные импортные внедорожники, так как они вполне сопоставимы по массе и габаритам с легкими грузовиками. Время подсчета автомашин составляло 20 минут в течение определенных промежутков времени (10, 14, 18 ч). Чтобы пересчитать полученные значение за один час наблюдений они умножались на три и после умножались на двадцать четыре [5]. Затем вычислялись средние арифметические значения интенсивности движения машин по загородным дорогам.

Ввиду невысокой точности анализируемых параметров данной методики параллельно проводились и биоиндикационные исследования и наблюдения, результаты которых впоследствии анализировались и сравнивались.

Изучение биоиндикационных параметров представляется вполне надежным компонентом в экомониторинговых исследованиях ввиду того, что предоставляют достоверную информацию об особенностях и конкретном уровне воздействия антропогенных факторов [1, 3, 4, 6, 7, 12].

Исследование индикаторных признаков происходило на каждом из участков мониторинга на примере 8 особей сосны обыкновенной 10-15-летнего возраста. Устанавливалось и анализировалось состояние сосновой хвои [2].

Мониторинговые исследования и наблюдения проводились дискретно в течение одного дня в середине августа, сентября, октября 2015 г. и включали следующие участки: 1-й – рекреационная зона – сосновый лес в районе с. Репное Балашовского района (контроль, визуально устанавливалось, что движение автотранспорта редкое, единичное), 2-й – в районе автобусной остановки на автотрассе Балашов – Романовка (восточная окраина с. Репное, трасса напряженная в плане интенсивности движения транспортных средств), 3-й – по ходу следования трассы Балашов – Арзынка (северная окраина этого села, движение автотранспорта слабое). В ноябре этого же года добавились ещё два участка: 4-й – Лопатинский переезд (в районе с.Лопатино, движение интенсивное) по ходу трассы Балашов – Романовка к востоку от города и 5-й участок экологического мониторинга – в районе развилки автомобильных дорог (севернее за с. Репное и в целом к северу от города, визуально – движение

автотранспорта аналогично 3-му участку, слабое) на «Балашовскую птицефабрику» и базу отдыха «Простоквашино».

Автомобильная трасса Балашов – Романовка связывает два одноименных соседних муниципальных района, по которой происходит перевозка пассажиров, различных грузов, движение частных автомашин. В районе села Репное, являющегося ближайшим пригородом г. Балашова и расположенном в узле расходящихся транспортных направлений (к предприятиям и к другим селам), движение транспорта наиболее активное. Здесь же произрастают существенные по площади сосновые насаждения. Поэтому необходимо иметь четкое представление о влиянии автотранспорта на окружающую среду по ответным проявлениям индикаторных растительных организмов.

Средневзвешенные за охваченный период исследований результаты подсчета автомобильного транспорта в контрольном пункте (участок №1, сосновый лес) представлены в итоговой Табл. 1.

Таблица 1

Результаты регистрации автотранспортных средств в пункте экологического мониторинга №1

Наименование автотранспорта	Средневзвешенное количество автомашин	Интенсивность потока автомашин
легковые автомобили	136,8	«очень низкая»
легкие грузовые автомобили	–	
средние грузовые автомобили	–	
тяжелые грузовые автомобили	–	
автобусы	–	
итого:	136,8	

Данная территория, хоть и относится к пригородной рекреационной зоне, движение автотранспорта здесь запрещено. Тем не менее, отмечены движущиеся между древостоя единичные легковые автомобили. Интенсивность автомобильного потока по диагностическим критериям А.И. Зарубова соответствует значению «очень низкая», т.е. ниже 2 тысяч автомашин за сутки [5].

В Табл.2 содержатся усредненные количественные данные по автомобильным потокам дифференцированно наименованиям транспорта на участке экологического мониторинга №2 (в районе остановки автобусов на восточной окраине с.Репное).

Таблица 2

Результаты регистрации автотранспортных средств в пункте экологического мониторинга №2

Наименование автотранспорта	Средневзвешенное количество автомашин	Интенсивность потока автомашин
легковые автомобили	9362,7	«средняя»
легкие грузовые автомобили	1521,4	
средние грузовые автомобили	425,6	
тяжелые грузовые автомобили	695,3	
автобусы	209,5	
итого:	12214,5	

Итоговое значение интенсивности автомобильного потока в этом пункте мониторинга – «средняя» (8-17 тыс. автомашин / сут.) [5]. При этом максимальные значения из итогового количества автотранспорта приходятся на легковые автомобили и легкие грузовики. Сразу после остановки водители обычно переключаются на повышенную передачу, чему также способствует загородный скоростной режим и хорошее качество асфальта.

На третьем участке наблюдений (северная оконечность с. Репное) интенсивность автотранспортного потока характеризуется «очень низкая» по критериям А.И. Зарубова [5]. Асфальтовое покрытие здесь местами разбитое. Водителям приходится часто переключаться с повышенной передачи на пониженные и наоборот.

Таблица 3

Результаты регистрации автотранспортных средств в пункте экологического мониторинга №3

Наименование автотранспорта	Средневзвешенное количество автомашин	Интенсивность потока автомашин
легковые автомобили	1016,3	«очень низкая»
легкий грузовой	162,5	
средние грузовые автомобили	45,9	
тяжелые грузовые автомобили	197,4	
автобусы	5,2	
итого:	1427,3	

В то же время средневзвешенное значение интенсивности потоков автотранспорта на данном участке выше контрольного показателя.

Четвертый пункт мониторинга (район с.Лопатино) характеризуется «средним» значением активности автотранспортного потока (Табл.4)

Таблица 4

Результаты регистрации автотранспортных средств в пункте экологического мониторинга №4

Наименование автотранспорта	Средневзвешенное количество автомашин	Интенсивность потока автомашин
легковые автомобили	7461,6	«средняя»
легкие грузовые автомобили	1279,2	
средние грузовые автомобили	332,3	
тяжелые грузовые автомобили	460,8	
автобусы	155,9	
итого:	9689,8	

Максимальные показатели интенсивности потоков машин характерны легковым авто и легким грузовикам. В определенной мере эти результаты повторяют данные, полученные по участку №2. Объясняется это тем, что 2-й и 4-й участки мониторинга располагаются вдоль наиболее загруженной трассы по общему направлению на районный поселок городского типа Романовку.

По пятому пункту наблюдений получены данные, отраженные в Табл.5.

Таблица 5

Результаты регистрации автотранспортных средств в пункте экологического мониторинга №5

Наименование автотранспорта	Средневзвешенное количество автомашин	Интенсивность потока автомашин
легковые автомобили	742,1	«очень низкая»
легкий грузовой	125,3	
средние грузовые автомобили	38,5	
тяжелые грузовые автомобили	163,1	
автобусы	2,4	
итого:	1071,4	

Как и при визуальной оценке автомобильного потока, фактические данные свидетельствуют об «очень низком» уровне интенсивности движения машин. Данные по участкам №№ 3 и 5 схожи, так как последние расположены в одном направлении.

На всех участках мониторинга, расположенных около обочин автодорог (участки №№ 2-5), среднеарифметические показатели интенсивности потоков автомашин превышали аналогичные контрольные значения. По мере удаления от города интенсивность автомобильных потоков снижается. Наибольшей загруженностью автомашинами отличаются 2-й и 4-й участки мониторинга, что также согласуется с большим значением трассы Балашов – Романовка, как для народного хозяйства, так, в частности, и для самого населения.

Состояние отобранных для камерального анализа хвоинок *P. sylvestris* L. (по 30 пар хвоинок с 8 модельных деревьев на каждом участке) дифференцировалось по классам поврежденности и усыхания [2].

Результаты биоиндикации по показателям поврежденности хвои представлены в Табл.6.

Таблица 6

Состояние хвои у модельных деревьев

Классы поврежд. и усыхания хвои	Участки мониторинга / % пар хвоинок от их общего количества				
	№1, контроль	№2	№3	№4	№5
	% пар хвоинок от их общего количества, дифференцированно по участкам				
I	64,8	37,8	50,7	43,5	55,3
II	26,3	34,6	30,9	32,1	28,6
III	5,1	12,2	9,7	10,4	8,5
IV	2,5	6,6	4,6	8,2	3,9
V	1,1	5,4	3,0	3,5	2,3
VI	0,2	3,4	1,1	2,3	1,4
суммар. % поврежден-ной хвои	35,2	62,2	49,3	56,5	44,7
качество воздуха	относительно чистый	средняя степень загрязнения	слабая степень загрязнения	средняя степень загрязнения	слабая степень загрязнения
Интенсивность потока автомашин	«очень низкая»	«средняя»	«очень низкая»	«средняя»	«очень низкая»

Табл.6 показывает, что максимальные значения поврежденности сосновой хвои (более 50 %) выявлены во 2-м и 4-м пунктах мониторинга, где также установлены и наиболее высокие показатели интенсивности движения автомашин. Соответственно, на этих участках состояние воздуха оценивается на уровне средней степени загрязнения.

Во всех случаях количественные значения и проценты поврежденности сосновой хвои превышали контрольные значения.

В совокупности представленные показатели наглядно отражают экологическую ситуацию на исследуемых участках.

Таким образом, автомобильный транспорт оказывает непосредственное, угнетающее влияние на *P. sylvestris* L., о чем свидетельствуют установленные проценты повреждения и усыхания хвоинок на модельных деревьях. Визуальное обследование в районе размещения пунктов мониторинга других деревьев из состава магистральных насаждений сосны подтверждает полученные результаты биоиндикационных исследований.

В то же время распространение молодых особей *P. sylvestris* L. по прилегающим территориям к автодорогам в Балашовском районе демонстрирует в целом благоприятную с экологической точки зрения тенденцию для пригородных ландшафтов. Несмотря на техногенный пресс на окружающую среду со стороны автомобильного транспорта, все же эти условия приемлемы для произрастания и поддержания популяции данного растения.

Список литературы

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. - М.: Наука, 1986. - 172 с.
2. Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я., Васильева А.Н. и др. Экологический мониторинг: учеб.-метод. пособие; под ред. Т.Я. Ашихминой. - М.: Академ. Проект; Альма Матер, 2008. - 416 с.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. - М., 2007. - 288 с.
4. Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. - Брянск: Изд-во БГУ, 2004. - 245 с.
5. Зарубов А.И. Геоэкология человека: практикум для студентов географического факультета. - Минск: Изд-во БГУ, 2007. - 43 с.

6. Ларионов М.В. Биоаккумуляция некоторых токсикантов в зависимости от мощности техногенного фактора // Актуальные вопросы науки. - 2014. - № 12. - С. 10-12.
7. Ларионов М.В. Биоиндикационные исследования уровня загрязнения приземной атмосферы городских территорий Среднего и Нижнего Поволжья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. - 2012. - № 1. - С. 21-27.
8. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Некоторые результаты геохимического мониторинга почвенной среды природно-антропогенных систем Саратовской области // Экопрофилактика, оздоровительные и спортивно-тренировочные технологии: материалы Международной научно-практической конференции. - Саратов, 2015. - С. 63-68.
9. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Основные направления антропогенной трансформации природно-технических систем Нижнего и Среднего Поволжья // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. - 2015. - Т. 85. - С. 19.
10. Ларионов М.В. Особенности накопления техногенных тяжелых металлов в почвах городов Среднего и Нижнего Поволжья // Вестник Томского государственного университета. - 2013. - № 368. - С. 189-194.
11. Ларионов М.В. Накопление древесными растениями тяжелых металлов в зависимости от автотранспортной нагрузки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2014. - № 4-1. - С. 228-232.
12. Ларионов М.В. Роль биологического мониторинга в структуре регионального и локального экомониторинга природно-антропогенных ландшафтов // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. - 2015. - Т. 85. - С. 23.
13. Титов В.Н., Жанабекова Е.И., Васильева Л.Н. Основные факторы антропогенной нагрузки и их влияние на качество жизни населения Саратовской области // Фундамент. иссл. - 2012. - № 11-6. - С. 1341-1345.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ ЗАДАНИЙ

¹Назаренко А.В., ²Астраханцева И.В.

¹Доктор педагогических наук, доцент,

²Аспирант

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова», г.Ульяновск, Россия

Аннотация. Повышение уровня профессионально-педагогической компетентности будущего учителя в сфере природо - и ресурсопользования, охраны и защиты среды обитания является главным условием эффективности организации экологического просвещения всех групп и категорий населения как базиса для формирования экологического мировоззрения и экологической культуры, без которых невозможна смена потребительского отношения к природе на природоохранное и природозащитное

В данной статье определены основные разделы экологических знаний, обуславливающие направленность учебно-воспитательного процесса по формированию природоохранного отношения к окружающей среде.

Ключевые слова: профессионально-педагогическая деятельность, студенты, экологические знания.

Актуальность. Мировой экологический кризис, явившийся результатом потребительского отношения к окружающей природе, свидетельствует о том, что разрушение среды обитания человека достигло критического уровня. Колоссальная степень загрязнения воды, воздуха, земли, продуктов питания, их огромный вред для жизнедеятельности людей обусловлен низкими показателями экологических знаний, несформированностью навыков установления рациональных взаимоотношений с природой; природоохранной и природозащитной деятельности [1-3, 5].

Вопросы рационального взаимодействия общества и природы представляют большую трудность для их решения, так как духовные, интеллектуальные и физические ресурсы человека не сопоставимы со скоростью и масштабами разрушительных явлений в природе вследствие потребительского отношения общества к среде обитания. Это определяет особую значимость разносторонней теоретической и методической подготовки будущих педагогов, которым необходимо усвоить существующие технологические подходы для формирования культуры природопользования и ресурсосбережения, а также предусматривает усвоение знаний по следующим вопросам:

- ведущие тенденции характера взаимодействия общества и природы;
- окружающая среда, как ресурсный фонд общественного производства, имеющий потребительскую стоимость;
- принципы формирования кругооборота общественного производства и др.

Целью данной работы является теоретическое и методологическое обоснование значимости формирования экологической профессионально-педагогической компетентности будущего педагога как фактора экономического, экологического, политического и социального развития страны.

Задачи: 1. Выявить основные разделы экологических знаний, определяющие направленность учебно-воспитательного процесса по подготовке студентов со сформированным, сознательным отношением к природе как к среде обитания, представляющей человеку все необходимое для нормальной жизнедеятельности.

2. Разработка методики формирования экологической профессионально-педагогической компетентности будущего педагога на основе проблемных заданий и экспериментальная проверка ее эффективности.

Методы исследования: анализ и обобщение научно-методической литературы, передового педагогического опыта специалистов – практиков в области экологии, педагогический эксперимент, проблемное обучение, статистическая обработка материала.

Результаты и их обсуждение. Отсутствие единой государственной программы по рациональному природопользованию и ресурсосбережению значительно усложняет процесс формирования экологического мировоззрения, повышения экологической культуры населения, формирования навыков природоохранной и природозащитной деятельности. Сложившаяся ситуация в стране существенно усложняет содержание педагогической деятельности будущих учителей в сфере экологии и повышает требования к уровню экологической профессионально-педагогической компетентности будущих учителей.

С целью проверки целесообразности повышения уровня экологической профессионально-педагогической компетентности будущих учителей был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие студенты различных факультетов педагогического университета в количестве 86 человек. Были организованы контрольная группа (КГ) и экспериментальная группа (ЭГ) в каждой по 43 студента. В КГ во время педагогической практики использовались задания, предусмотренные программой практики, направленные на формирование умений и навыков обучения и воспитания учащихся. В ЭГ большое внимание уделялось формированию у школьников среднего и старшего возраста экологической профессионально-педагогической компетентности будущих учителей по природо- и ресурсопользованию, защите окружающей среды.

В качестве критериев оценки деятельности студентов в области экологии использовались: знание понятия «экологической профессионально-педагогической компетентности»; способов деятельности по формированию экологического просвещения, экологического сознания, экологического мышления, экологического мировоззрения учащихся; использование эффективных средств и методов формирования экологической профессионально-педагогической компетентности; применение различных форм экологического просвещения.

При использовании 5-бальной системы оценки экспериментаторами (5 преподавателей вуза) выставлялись оценки от 5,0 до 1,0 балла.

Применение разнообразных средств, методов и форм теоретического, методического и практического обучения обусловило необходимость разработки новых педагогических технологий с применением проблемных методов обучения, а также деловых, ролевых и ситуационных игр. Проблемное обучение является одним из перспективных, так как формирует потребность у студентов к самопознанию, саморазвитию и самовоспитанию и самосовершенствованию. Оно направлено на формирование навыков самостоятельного использования наиболее эффективных форм, средств и методов взаимодействия с людьми различного возраста, подготовленности, профессиональных интересов. Так, в рамках проблемного обучения будущим педагогам предлагались следующие теоретические задания по выбору:

- научное обоснование значимости формирования экологического мышления у школьников разного возраста; показать, что экологическое просвещение является ведущей формой деятельности будущих учителей;
- теоретическое и методологическое обоснование экологического просвещения как ведущей формы деятельности будущих учителей;
- теоретическое и методологическое обоснование значимости деятельности по рациональному природо- и ресурсопользованию для выхода страны из социально-экономического и экологического кризиса;
- проведение сопоставительного анализа передового опыта развитых стран по защите окружающей природы, рациональной организации природо- и ресурсопользования;
- раскрытие сущности научно-технического прогресса в сфере природо- и ресурсопользования, защиты среды обитания и др.

Эффективность выполнения проблемных заданий обусловлена четкой постановкой цели, задач, выбором основной и дополнительной литературы, степенью сформированности соответствующего навыка, разработкой алгоритма действия. Важным элементом проблемного обучения является учет специфики экологической деятельности, обусловленной временным фактором: чем быстрее происходит вмешательство в экологическую ситуацию, тем с меньшими экономическими и человеческими затратами достигается ее устранение.

Большое значение по отношению к природе имеет фактор времени, так как такие негативные природные явления как эрозия почвы, оползни, наводнения и другие требуют не только незамедлительных эффективных мер, но и глубоко продуманной профилактической деятельности. Это выдвигало перед студентами задачу выбора конкретного разрушенного природного объекта и разработки программы его возможного частичного восстановления с приложением необходимого перечня различных видов ручного и механизированного труда, финансовых затрат, времени восстановления и других параметров. Применение проблемных заданий способствовало повышению уровня экологической профессионально-педагогической компетентности будущих учителей.

Формирование экологической профессионально-педагогической компетентности будущего учителя связано с расширением функций педагога посредством выхода за пределы учебного процесса обучения, что достигается практическим ознакомлением с деятельностью различных промышленных и сельскохозяйственных предприятий и комплексов, характер деятельности которых обуславливает в той или иной степени разрушительное воздействие на окружающую природу. Задача педагога заключается в обосновании выбора стратегии поведения. Например, дать научное обоснование необходимости срочной модернизации данного промышленного или сельскохозяйственного предприятия путем консультации с экологами, юристами, экономистами подготовить заключение о степени вредного воздействия на среду обитания с далеко идущими разрушительными последствиями, реальность которых проявляется в значительном ухудшении параметров воды, воздуха, продуктов питания и др., непосредственно влияющих на здоровье людей; сопоставить их с той экономической прибылью, которую данное предприятие обеспечивает в настоящее время. Из разработанного студентом теоретического обоснования должно следовать, что положительный экономический эффект, достигаемый предприятием сегодня, не сопоставим с масштабами разрушительных процессов в природе, на восстановление которой потребуются несоизмеримо больше материальных и духовных затрат. Применение проблемных заданий формирует у студентов навыки стратегического мышления, сопоставительного анализа и обобщения полученных результатов; выстраивания отношений с широким кругом специалистов различного профиля; выбора эффективных форм и методов разъяснения, убеждения в необходимости принятия мер по сохранению среды обитания, как условия продолжения жизни на Земле.

На этапе формирующего педагогического эксперимента большое внимание уделялось организации самостоятельной работы будущих педагогов, целью которой является закрепление и углубление теоретических знаний, их перехода в личное убеждение, формирование навыков их практического использования при решении различных экологических проблем.

Одним из важных аспектов проблемного обучения явилась самостоятельная работа студентов, организованная в различных формах:

- написание реферата по результатам изучения рекомендованной преподавателем литературы по одной из предложенной на выбор тем;
- подготовка научного сообщения для семинарского группового семинара; научного студенческого доклада на курсовую научно-практическую конференцию;
- подготовка научной статьи при консультационной помощи преподавателя как основы для выполнения предстоящей квалификационной работы.

Приобретение навыков реферирования литературы по различным проблемам охраны и защиты природы; организация педагогической деятельности по формированию экологического мировоззрения, экологического сознания и экологического мышления; написание научно-исследовательских статей по результатам мониторинга разрушительных процессов природных объектов; анализ деятельности промышленных и сельскохозяйственных предприятий - являются важными этапами формирования навыков выполнения научно-исследовательской работы в сфере экологии; формирования самостоятельности суждений, умозаключений, обобщений приобретенных знаний в области природоохранной деятельности, что способствует повышению экологической профессионально-педагогической компетентности будущих учителей.

В процессе проведения педагогического эксперимента широкое применение нашли творческие задания, направленные на детальное ознакомление с организацией производственных процессов ряда промышленных и сельскохозяйственных предприятий, оказывающих существенное воздействие на состояние среды обитания. Так, у студентов была возможность выбора творческого задания, связанного с посещением Ульяновского химического

завода. Целью его посещения явилось: ознакомление со спецификой деятельности данного промышленного предприятия и его влияния на экологию города. В ходе изучения производственной деятельности химического завода решались следующие задачи:

- формирование навыков сопоставительного анализа воздействий данного промышленного предприятия и близлежащих заводов: автомобильного и механического;
- определение параметров внешней среды (воздух, воду, продукты питания, землю и т.д.);
- выявление объема, видов и типов промышленных отходов химического производства, способов их переработки и утилизации;
- изучение уровня оснащенности данного промышленного предприятия современными технологиями, оборудованием и приборами, снижающими количество выбросов отходов производства в атмосферу, гидросферу и литосферу;
- подготовка заключения о степени загрязнения окружающей среды химическим производством с использованием убедительных данных, аргументов и фактов.

Обязательным требованием к выполнению подобных творческих заданий явилось: разработка письменных предложений по повышению эффективности применения очистительных средств и сооружений для полного или частичного предотвращения вредного воздействия на среду обитания. В процессе выполнения творческих заданий студенты получали возможность для объективности самооценки теоретической подготовки по экологии, выявления пробелов в системе знаний в области природоохранной и природозащитной деятельности, рационального природо- и ресурсопользования; повышения уровня сформированности навыков практической деятельности по оценке готовности различных промышленных и сельскохозяйственных предприятий к осуществлению модернизации производственных процессов с целью снижения или полного прекращения вредного воздействия на среду обитания; выявления условий модернизации предприятий и т.д. Такой подход к организации учебного процесса способствовал повышению уровня не только теоретической, но и практической экологической деятельности.

Перед началом педагогического эксперимента применение разработанных критериев позволило установить примерно одинаковый уровень готовности студентов-практикантов КГ и ЭГ к формированию профессионально-педагогической компетентности ($p > 0,05$). В процессе педагогической практики в ЭГ проводились регулярные консультации преподавателя по рациональной организации учебного процесса, направленного на формирование экологической и общей культуры.

После окончания педагогического эксперимента была проведена повторная оценка готовности студентов КГ и ЭГ к формированию экологической культуры у школьников. Результаты педагогического эксперимента показали, что практиканты обеих групп приобрели определенный опыт педагогической деятельности, в том числе, и по экологическому воспитанию, однако, в ЭГ уровень профессионально-педагогической компетентности в области экологии оказался существенно выше (Табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей уровня экологического образования

№ п/п	Основные разделы экологических знаний	Уровни экологического образования				
		Начальный	Промежуточный	Прирост в %	Итоговый	Прирост в %
1 1	Содержание профессиональной деятельности будущего учителя в сфере природо- и ресурсопользования, защиты среды обитания.	<u>2,71±0,18</u>	<u>2,88±0,20</u>	<u>5,91</u>	<u>3,11±0,27</u>	<u>12,87*</u>
		2,67±0,19	3,16±0,31	15,51*	4,12±0,31	35,20*
22	Рациональное взаимодействие человека с природой как способ ее сохранения	<u>3,14±0,31</u> 3,09±0,23	<u>3,21±0,21</u> 3,32±0,26	<u>2,19</u> 6,93	<u>3,46±0,29</u> 4,27±0,27	<u>7,92</u> 27,64*
33	Особенности изменения адаптационных механизмов в экологически неблагоприятных условиях среды обитания.	<u>3,10±0,22</u> 3,12±0,26	<u>3,19±0,28</u> 3,41±0,31	<u>2,83</u> 8,51	<u>3,41±0,15</u> 4,39±0,35	<u>9,91</u> 28,93*

44	Методика формирования экологической культуры в различных звеньях системы образования	$\frac{2,70 \pm 0,19}{2,79 \pm 0,18}$	$\frac{2,96 \pm 0,18}{3,29 \pm 0,21}$	$\frac{8,79}{15,20^*}$	$\frac{3,07 \pm 0,17}{4,29 \pm 0,20}$	$\frac{12,06}{34,97^*}$
65	Особенности организации экологического воспитания	$\frac{2,69 \pm 0,24}{2,73 \pm 0,22}$	$\frac{2,86 \pm 0,15}{3,24 \pm 0,29}$	$\frac{5,95}{15,75^*}$	$\frac{3,10 \pm 0,19}{4,18 \pm 0,25}$	$\frac{13,23^*}{34,69^*}$

Примечание – в числителе данные контрольных групп; в знаменателе – экспериментальных.

Таким образом, результаты педагогического эксперимента показали, что повышение уровня экологической профессионально-педагогической компетентности будущего педагога позволило создать у студентов–практикантов ЭГ четкое представление о данном понятии; значимости ее формирования для повышения общей культуры индивида, уяснить ведущие разделы экологических знаний, их взаимосвязь и взаимообусловленность, что позволило подобрать соответствующий научный и учебно-методический материал, привести убедительные примеры и факты, поддержать интерес учащихся к данной теме. Предложенная методика формирования экологической профессионально-педагогической компетентности способствовала расширению их образовательного пространства, осознанию своего статуса в решении задач государственной важности по выходу общества из экологического кризиса.

Список литературы

1. Дроздовский Э.Е. Некоторые принципы формирования региональных программ устойчивого развития / Э.Е. Дроздовский, Е.С. Баландин, А.В. Назаренко / Учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 1999. – 130 с.
2. Линенко, О.А. Экологическое сознание и экологическая культура как цель и результат экологического образования / О.А. Линенко // Высшее образование сегодня. – М.: Логос. – 2008. - № 9. – С. 89-92.
3. Назаренко, А.В. Условия формирования нравственности подрастающих поколений как средство воспитания бережного отношения к природе / А.В. Назаренко // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. - 2012. - №4(25). – С. 103-108
4. Реймерс, Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы, гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. - М., 1994. – 361 с.
5. Nazarenko A. Some approaches to improving the system of environmental education / A. Nazarenko, A. Kolesnik // Proceedings of the IX International Academic Congress "Contemporary Science and Education in Americas, Africa and Eurasia" (Brazil, Rio de Janeiro, 18-20 August 2015). Volume III. "UFRJ Press", 2015. - 436-443 p.

СЕКЦИЯ №72.

БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)

СЕКЦИЯ №73.

ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)

СЕКЦИЯ №74.

ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)

КРОВСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ахметбеков Н.А., Акимбекова А.Ф., Ибраева А.Б.

Казахский Агротехнический Университет имени С.Сейфуллина г.Астана, Республика Казахстан

Проблема контроля гнуса имеет исключительное прикладное значение, так как массовые нападения этих кровососов существенно затрудняют жизнь и деятельность человека во многих регионах. На территории Казахстана встречаются около 900 видов кровососущих двукрылых. Кроме того, кровососущие двукрылые

насекомые являются не только эктопаразитами, а также переносчиками возбудителей инфекционных и инвазионных болезней человека и животных.

Например, по результатам исследований ученых было обнаружено, что в течение дня крупного рогатого скота в среднем беспокоят от 1 до 3, иногда до 10-15 тысячи слепней и еще больше комары, мошки и мокрецы. В результате беспокойства КРС слепнями среднесуточный удой уменьшается на 17%, от нападения комаров на 0,58%, от беспокойства мошек на 0,24%, от представителей мокрецов на 0,037%. Потому, во время активного нападения насекомых пастбищного периода, чтобы сохранить продуктивность животноводства, разработать эффективные меры борьбы с ними местных условиях.

Целью работы является установление состояния фауны и фенологической особенности кровососущих двукрылых насекомых комплекса гнуса на территории Акмолинской области. Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать на основе собственных полевых сборов, коллекционных и литературных данных видовой состав комплекса гнуса на территории Акмолинской области. Практическое значение работы состоит в выявлении массовых видов кровососущих двукрылых насекомых и получении данных об их относительной численности и сроках нападения на животных.

Материалом для исследования послужили собственные сборы насекомых в хозяйствах «Ижевское» Аршалинского района, сельский округ имени Р. Кошкарбаева Целиноградского района, крестьянское хозяйства «Каражар» Коргалжинского района Акмолинской области

Сборы и наблюдения были проведены в хозяйствах, размещенных в разных природно-климатических условиях. Сбор взрослых насекомых проводили в основном энтомологическим сачком и с помощью пробирок с ваткой, смоченной хлороформом. Отлов насекомых осуществляли с разных видов животных. Собирали в местах их дневок кошением по траве, в животноводческих постройках. На пастбище учет численности слепней, мошек, кровососущих мух проводили методом отлова их с животных энтомологическим сачком в течение 15 минут. Комаров и мокрецов отлавливали с помощью пробирок-морилок в течение 5 мин. Изучение суточной активности нападения кровососущих двукрылых на животных осуществлялось в течение всего летнего сезона один раз в неделю. При изучении фенологии кровососущих двукрылых насекомых регистрировали начало и окончание лета и активности их. Были собраны около 1100 экземпляров зоологических таксонов класса Entoma. Местами в течение нескольких недель наблюдаются массовые нападения мошек, мокрецов и слепней. Массовые нападения комаров, мошек, мокрецов и слепней продолжаются большую часть летнего периода.

Наибольшее практическое значение имеют комары отличающиеся повсеместным распространением, продолжительной сезонной активности и высокой интенсивностью нападения на с.-х. животных. В исследуемых территориях были обнаружены комары рода *Aedes* и *Culex*. Определены следующие виды комаров *Ae.leucomelas* и *Ae.punctator*, наиболее продолжительный лет отмечен у комаров *C.pipiens*. Комары более активны в утренние и вечерние часы. Самки их при нападении на животных предпочитают участки кожи с коротким волосатым покровом. Как и слепни, комары многократно в течение сезона (некоторые виды до 17 раз) насыщаются кровью.

В целом в районе исследований были выявлены 10 видов слепней, относящиеся к 5 родам: *Chrysops relictus* Mg., *Chrysops convarus* Loew, *Chrysops sepulchralis*, *Tabanus bovinus* L., *Tabanus rupium*(Brauer), *Tabanus sabuletorum* Lw., *Tabanus bromius* Zinne, *Tabanus brunneocalosus*, *H.ols*, *Atylotys agrestistis* (wied), *Atylotys quadrifarius* Lw., *Atylotys rusticus*, *Haematopota turkestanica* Krob., *Hybomitra expoliata* Pand, *Hybomitra schineri* Lyneb., *Hybomitra acuminata* Lw., *Hybomitra ciureai*, *Hybomitra montana staigeri* Lyneb, *Hybomitra lurida* FlIn, *Hybomitra peculiaris*. Массовая активность нападения в июле. Доминируют: *T. sabuletorum*, *T. bromius*, *H. expollicata*. Как показали, наши сборы и наблюдения слепни относятся к числу самых многочисленных и назойливых компонентов гнуса. В Казахстане слепни представлены следующими фаунистическими группировками: европейские, средиземноморские, туркестанские, монгольские, центральноазиатские (Шевченко,1961). В Акмолинской области нами были обнаружены европейские, туркестанские, средиземноморские и монгольские элементы. Проявление сезонной активности слепней приходится на май – август месяцы. Первые окрыленные особи появляются на третьей декаде мая. В начале июня активно летали все виды, характерные для области. Суточная активность слепней зависит от погоды и температуры воздуха и имеет два дневных пика. Лёт самок начинается с 7 часа утра при температуре 18-20⁰С и ярком солнечном освещении. С повышением температуры воздуха активность и нападение слепней постепенно возрастают, достигая первого пика в 11 часов дня. К 20-21 час лёт прекращается. При температуре ниже 14-15⁰С их активность прекращается. Первое появление окрыленных слепней совпадает с наступлением теплых дней в начале мая. К ним относятся: *H. muehlfeldi*,

H. bimaculata, *T. bromius*. В начале июня появляются *H. montana morgani*, *H. expollicata*, *H.nitidifrons confiformis*, *Ch.caecutiens*, *Ch. suavis*, *Ch.relictus*, в третьей декаде июня были обнаружены *T. miii*, *T. bovinus*, *T. autumnalis*, *Ch. divaricatus*, *H. erberi*, *Haem. pluvialis*, *Haem. subcylindrica*. Основной состав фауны включает

весенне–летние и летние виды. Начало активности табанидов в условиях Акмолинской области отмечено в третьей декаде мая (*Hybomitra ciureai* Seg., *Hyb. nitidifrons confiformis* Chv. et M., *Tabanus tergestinus* Egger). Большинство видов летает в июне–июле (77 и 90% соответственно). В августе отмечен спад активности (39%), в сентябре отловлен только *Chrysops relictus* Mg. При этом численно доминировал *Tabanus bovinus* L, *Hybomitra expoliata* Pand, *Hybomitra acuminata* Lw, *Hybomitra montana staigeri* Lyneb, *Hybomitra peculiaris*. Малочисленные виды: *Tabanus sabuletorum* Lw, *Atylotys quadrifarius* Lw. Остальные виды отнесены к субдоминантным. Массовый лет кровососущих двухкрылых наблюдается в начале июля.

Животноводческих хозяйствах были собраны комаров (*Culicidae*) – 90 экземпляров, мошки (*Simuliidae*) – 55 экз., мокрецы (*Ceratorogonidae*) -100 экз., слепней (*Tabanidae*) – 600 экз., и кровососущих мух (*Muscidae*) -200 экз.

На территории области встречаются следующие виды *Eusimulium latizonum*, *Odagmia frígida*, *Simulium taxnogradskii* а из кровососущих мух: *Muscidae*, *Stomoxys calcitrans*, *Lyperosia irritane* Linne. Лёт кровососущих мух май–сентябрь. Сезонная активность кровососущих мух наблюдается в июле и августе.

Лет мокрецов наблюдается с конца апреля до середины августа. Виды *Culicoides brevifrontis*, *Culicoides manchuriensis* беспокоят лошадей и крупный рогатый скот. Полученные данные о видовом составе, о сроках лёта и интенсивности нападения кровососущих двухкрылых насекомых, по сезонному и суточному ходу численности массовых видов служат экологическим обоснованием для разработки рациональных мер по снижению численности кровососущих двухкрылых насекомых. В результате исследования в были определены, что фауна кровососущих двухкрылых насекомых в хозяйствах Акмолинской области относится к следующим родам: *Culicidae*, *Ceratorogonidae*, *Simuliidae*, *Tabanidae*, *Muscidae*. Фауна и фенологические особенности кровососущих двухкрылых насекомых исследуемых хозяйствах Акмолинской области зависит от климатических особенностей и тесно связан с содержанием животных.

Список литературы

1. Айбасов Х.А., Шакирзянова М.С. 1958. Материалы по фауне слепней Юго-Западного Алтая // Тр. Ин-та зоологии АН КазССР. Т. VIII. А-Ата: изд-во АН КазССР. С. 209-214.
1. Алиханов.Ш.А.Кровососущиедвухкрылые Каркаралинского и Баянаульского горно-лесных массивов. Автореф.канд.дисс.Алма-Ата.1989-25с.
3. Бей-Биенко Г.Я. Определитель насекомых Европейской части СССР. Л.: Наука, 1969. Т. 5. Ч. 1, 2. С. 805-860.
4. Даутбаева К.А. 1973. О слепнях (*Diptera*, *Tabanidae*) поймы нижнего течения р. Сыр-Дарьи // Биология и география. Вып. 8. А-Ата. Изд-во КазГУ. С. 94-98.
5. Есимбек Ж.М. Арахноэнтомология - Новосибирск, 2002. – 123 с.
6. Перфильев П.П. Москиты (*Phlebotomidae*). Фауна СССР,1966, т.3. вып., Изд. Наука”, М.- Л.
7. Тусупова К.С., Шевченко В.В. 1980. О слепнях (*Diptera*, *Tabanidae*) из окрестностей города Семипалатинска // Особенности биологии и морфологии животных Казахстана. А-Ата. С. 37-45.
8. Шевченко В.В. Слепни Казахстана Алма-Ата, Наука 1961. -327с.

СЕКЦИЯ №75.

МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)

СЕКЦИЯ №76.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)

СЕКЦИЯ №77.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)

СЕКЦИЯ №78. ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)

СЕКЦИЯ №79. АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)

СЕКЦИЯ №80. ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)

СЕКЦИЯ №81. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)

СЕКЦИЯ №82. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)

СРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕНТРАЛИЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ТРАНСКРИПЦИИ И ИХ мРНК В ХВОСТАХ ЗАРОДЫШЕЙ XENOPUS LAEVIS И DANIO RERIA

¹Пшенникова Е.С., ²Онищук Д.В., ¹Воронина А.С.

¹Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук, г.Москва
²University of Freiburg, Developmental Biology Unit, Hauptstrasse 1, Biologie 1, Germany

В молекулярной биологии эмбрионального развития экспрессию генов, как правило, изучают с помощью транскриптомных методов, таких как ОТ-ПЦР, нозерн-блот, *in situ* и Аггау гибридизация. По молчаливому согласию наличие или отсутствие определенных мРНК в клетке означает наличие или отсутствие соответствующего белка. Однако, существует масса свидетельств тому, что мРНК могут находиться в неактивных рибонуклеопротеидных комплексах, называемых по-разному, от информосом до стресс-гранул [1, 2]. Перечисленные методы не позволяют различать активные и неактивные формы мРНК, и, следовательно, не свидетельствуют о наличии соответствующего белка.

Целью настоящей работы было сравнение пространственного распределения мРНК и соответствующего белка в хвостах зародышей рыб (*Danio rerio*) и лягушек (*Xenopus laevis*). Исследовались вентрализирующие транскрипционные факторы: Xvent-2 в *Xenopus laevis* и Vox в *Danio rerio*.

мРНК для этих белков, в частности, обнаруживается в хвостовой почке, являющейся индуктором образования тканей растущего хвоста.[4,5,6]. Мы решили выяснить, остаются ли клетки, синтезирующие белки Xvent-2 или Vox, в хвостовой почке, или они принимают участие в образовании тканей растущего хвоста. Для этого мы использовали антитела против белка Xvent-2, полученные нами в предыдущей работе [3], и антитела к белку Vox, полученные с применением синтетических полипептидов (по нашему заказу на фирме ALMABION, г. Воронеж) и провели иммуноокрашивание хвостов соответствующих зародышей. Кроме того, для более корректного сравнения мы провели *in situ* гибридизацию с пробами к соответствующим мРНК.

На Рисунке 1 приведены результаты *in situ* гибридизации с дигоксигенин-мечеными пробами к мРНК Xvent2 (Рисунок 1 А), к антицепи Xvent2 (Рисунок 1 Б) и результаты иммуноокрашивания белка Xvent2 (Рисунок 1В) и контрольного окрашивания антителами к иммуноглобулину человека (Рисунок 1Г). Как видно из рисунка, мРНК Xvent-2 выявляется только в кончике хвоста, а белок распределяется вдоль хвоста, двумя тяжами, вверху и внизу.

Эти тяжи тянутся и далее вдоль осевых структур (данные не приведены). Аналогичная картина наблюдается и в зародышах *Danio rerio* (Рисунок 2). мРНК *vox* выявляется в кончике хвоста, а белок *Vox* в кончике отсутствует, но хорошо виден вдоль осевых структур тела зародыша.

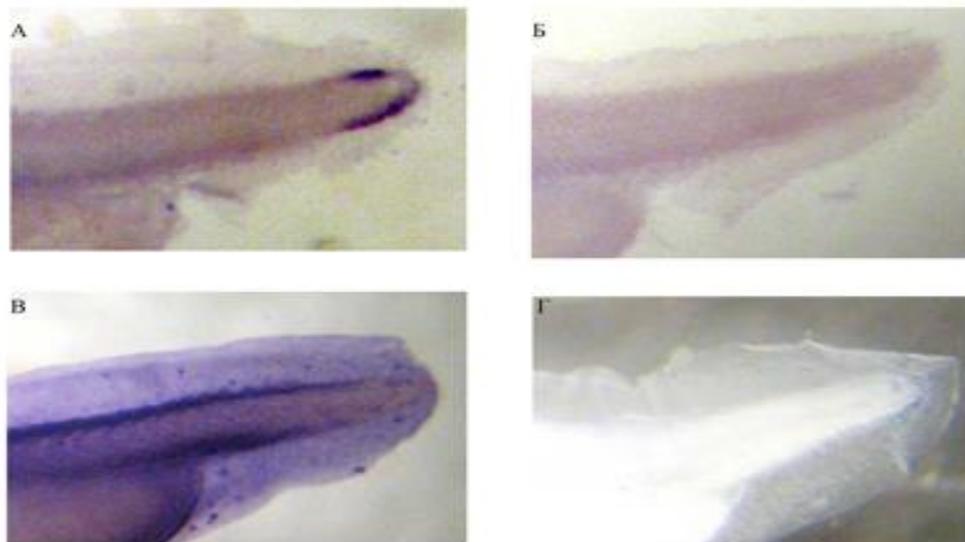


Рис.1. Распределение мРНК и белка Xvent-2 в хвостах зародышей *Xenopus laevis* на стадии 36. А – *in situ* гибридизация с пробой к мРНК Xvent-2; Б – контрольная гибридизация с пробой к анти-цепи Xvent-2; В- иммуноокрашивание белка Xvent-2; Г- контрольное иммуноокрашивание антителами к иммуноглобулину человека.

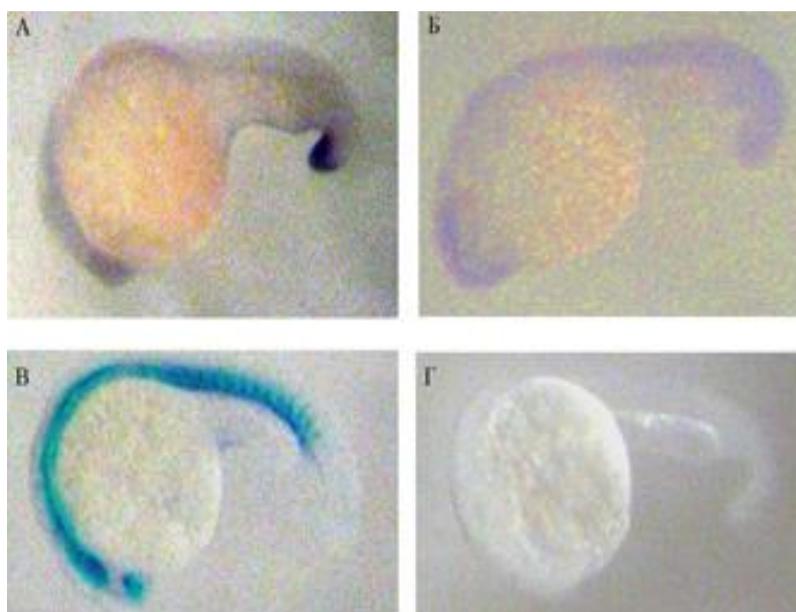


Рис.2. Распределение мРНК и белка *Vox* в зародышах *Danio rerio* на стадии 22 сомитов. А - *in situ* гибридизация с пробой к мРНК *Vox* ; Б – контрольная гибридизация с пробой к анти-цепи Xvent-2; В- иммуноокрашивание белка *Vox*; Г - контрольное иммуноокрашивание антителами к иммуноглобулину человека.

Для выяснения природы наблюдаемых тяжей, содержащих белок Xvent-2, изучены поперечные срезы иммуноокрашенных зародышей *Xenopus laevis*. Подробно эта работа опубликована ранее [7]. На Рисунке 3 приведен такой срез с указанием расположения тканей и структур хвоста. Видно, что окрашивание белка Xvent-2 (синий цвет) наблюдается вокруг, а не внутри известных структур (нотохорд, нервная трубка, сосуды), в мезенхиме. Есть окрашивание и между сомитами (данные не приведены).



Рис.3. Распределение белка Xvent-2 в хвосте зародышей *Xenopus laevis*. Поперечный срез.

Такая локализация клеток характерна для нервного креста, состоящего из мигрирующих стволовых клеток, дающих в дальнейшем ряд клеток нервной системы и кожи. В теле зародышей нервный крест образуется под индукцией нервного валика. В хвосте эти клетки, видимо, могут появляться мигрируя из тела. Тогда не понятно, зачем в кончике хвоста хранится мРНК для белка, обнаруживаемого в этих клетках. Можно предположить, что клетки нервного гребня хвоста происходят из стволовых клеток хвостовой почки. Как только в стволовой клетке происходит синтез транскрипционного фактора Xvent-2 на запасенных матрицах, происходит перепрограммирование работы генома с участием этого белка. В результате клетка становится подвижной и мигрирует вдоль хвоста. Эти потоки миграции мы и видим при окрашивании белка Xvent-2. В таком случае можно сказать, что синтез факторов транскрипции семейства Vent на запасенных матрицах стимулирует переход плюрипотентных клеток хвостовой почки зародышей к дифференцировке в мигрирующие стволовые клетки следующего порядка.

Наша работа подтверждает, что присутствие каких-либо мРНК в определенных клетках еще не является свидетельством того, что в этих клетках синтезируется соответствующий белок. Любой транскриптомный анализ должен сопровождаться протеомным анализом, включающим анализ как присутствия, так и активности соответствующего белка.

Работа поддержана грантами немецкого научно-исследовательского сообщества (DFG) ON86/3-1 и РФФИ № 14-54 12008.

Список литературы

1. Воронина А.С. (2002). Молекулярная биология, 36,956-969.
2. Воронина А.С., Пшенникова Е. С. (2010). Молекулярная биология, 44 №4: 591–600.
3. Пшенникова Е.С., Воронина А.С. (2008). Молекулярная биология, 42(6), 1012-1017.
4. Gilardely C.N., Pozzoli O., Sordino P., Matassi G., Cotelli F. (2004) Developmental Dynamics 230:494–508,
5. Melby A.E., Beach C, Mullins M. Kimelman D. (2000) Developmental Biology 224, 275–285
6. Onichtchouk D, Gawantka V, Dosch R, Delius H, Hirschfeld K, Blumenstock C, Niehrs C. (1996). Development 122: 3045-3053
7. Pshennikova E., Goncharenko A., Voronina A. (2014) Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4 (3) 180-187.

СЕКЦИЯ №83. НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)

ГЕОГРАФИЯ

СЕКЦИЯ №84. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПАРКОВ РОСТОВА-НА-ДОНУ

Шишкина Д.Ю.

ФГОУ ВО Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону

Закономерности миграции и аккумуляции тяжелых металлов (ТМ) в почвах парковых зон городов РФ, а также оценка загрязнения парковых почв рассмотрены в ряде работ [1, 2]. Некоторые общие вопросы распределения ТМ в различных парках Ростова-на-Дону также отражены во многих публикациях [6, 8, 9]. Вместе с тем, детальная характеристика распределения химических элементов в почвах парковых ландшафтов до настоящего времени не получила должного освещения.

В основу работы положены материалы эколого-геохимических исследований, проведенных в 2013 г. в рамках учебной геоэкологической практики студентами направления «Экология и природопользование» под руководством сотрудников кафедры геоэкологии и прикладной геохимии ЮФУ. На территории десяти городских парков было отобрано 76 почвенных проб. В сеть опробования включались парки, относительно равномерно расположенные на территории города и характеризующиеся близкими размерами. Исключение составляет парк им. Н. Островского – самый большой в Ростове-на-Дону, занимающий площадь 63,1 га. Время основания парков варьирует от 1855 г. (парк им. 1 Мая) до 1983 г. (парк Дружба)

Изучалось распределение в верхнем почвенном горизонте следующих химических элементов: свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, мышьяка, ртути, марганца и ванадия. Аналитические исследования выполнялись в региональном лабораторном центре ОАО «Южгеология» и испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области».

Эколого-геохимическая оценка выполнялась на основе анализа коэффициента концентрации элементов и суммарного показателя загрязнения почв. Коэффициент концентрации (K_c) – отношение содержания химического элемента в оцениваемом объекте к его фоновому содержанию. Суммарный показатель загрязнения (СПЗ, Z_c), позволяющий оценить уровень комплексного загрязнения, представляет собой аддитивную сумму превышений концентраций отдельных элементов над единичным (фоновым) уровнем:

$$Z_c = \sum K_c - (n-1).$$

где K_c – коэффициент концентрации, n – число химических элементов, входящих в изучаемую ассоциацию.

При Z_c , меньшем 16, категория загрязнения оценивается как допустимая, если Z_c лежит в диапазоне 16–32 – умеренно опасная, в диапазоне 32–128 – опасная [3].

В качестве геохимического фона приняты средние концентрации химических элементов в почвах природных ландшафтов Ростовской области, полученные в ходе многолетних исследований сотрудников кафедры геоэкологии и прикладной геохимии ЮФУ и обобщенные в обзоре [7]. Оценка степени загрязнения почв проводилась на основе санитарно-гигиенических нормативов – предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических элементов [4, 5].

Высокой контрастностью отличается распределение цинка: в почвах различных ландшафтных зон его содержание варьирует от 15 до 800 мг/кг (Табл.1). Наиболее высокие средние концентрации отмечены в почвах парков, находящихся в центре города: им. В. Черевичкина, 1 Мая, В.В. Маяковского, а также в парке им. Н. Островского, удаленного от центра, но основанного еще в 1894 г. (Табл.2). Превышение содержаний Zn по отношению к ОДК зафиксировано в почвах шести парков. Самый высокий уровень загрязнения (3,6 ОДК) характерен для парка им. В. Черевичкина; наиболее обширной площадью загрязнения (шесть проб из восьми) отличается парк им 1 Мая. Вообще цинк – наиболее распространенный элемент-загрязнитель парковых почв, как, впрочем и других функциональных зон Ростова-на Дону – его концентрации превышают ОДК в 16 из 76 почвенных образцов.

Таблица 1

Пределы колебаний химических элементов в почвах парков Ростова-на-Дону, мг/кг

Парки	Химические элементы					
	Pb	Zn	Ni	Cu	Mn	V
им. М. Горького	15–60	15–300	40–60	50–80	700–1000	100–200
Пионерский	20–60	80–200	50–80	60–100	700–1000	100–150
им. 8 Марта	20–100	80–300	40–50	60–300	600–800	100–200
им. Н. Островского	20–150	100–600	30–50	60–150	600–1000	80–150
Дружба	10–40	80–150	30–60	50–150	600–1000	60–150
им. В. В.Маяковского	20–60	150–300	40–50	80–100	800–1000	100–150
им. В. Черевичкина	20–200	810–800	40–50	50–200	500–800	60–200
им. г. Плевен	15–40	80–150	50–100	50–100	700–800	100–150
им. 1 Мая	20–80	150–500	40–60	80–100	700–800	80–150
Аллея роз	15–60	80–500	40–50	50–100	600–800	60–150

Таблица 2

Среднее содержание химических элементов в почвах парков, мг/кг

Парки	Химические элементы								
	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Ni	Cu	Mn	V
им. М. Горького	39,3	160,7	0,5	0,045	2,4	47,1	67,1	785,7	142,9
Пионерский	41,4	154,3	0,3	0,033	2,1	57,1	71,4	814,3	128,6
им. 8 Марта	40,0	143,0	0,3	0,026	3,0	45,0	102,0	750,0	150,0
им. Н. Островского	48,8	250,0	0,5	0,033	1,5	37,5	91,3	787,5	122,5
Дружба	21,7	106,7	0,5	0,014	1,2	47,8	81,1	788,9	110,0
им. В.В. Маяковского	40,0	210,0	0,3	0,035	1,3	46,0	92,0	840,0	130,0
им. В. Черевичкина	77,5	300,0	0,4	0,041	2,0	45,0	138,8	687,5	117,5
им. г. Плевен	30,0	122,5	0,2	0,021	1,3	62,5	73,8	750,0	112,5
им. 1 Мая	43,8	312,5	0,4	0,043	1,6	42,5	92,5	750,0	116,3
Аллея роз	39,2	188,3	0,3	0,021	1,0	45,0	75,0	666,7	106,7
Среднее по паркам	42,0	192,8	0,37	0,031	1,7	47,5	89,5	760,5	124,1
Региональный фон	24,0	84,3	0,22	0,13	4,76	41,0	34,8	725,0	96,0
ПДК (ОДК)	130	220	2,0	2,1	10	80	132	1500	150

Концентрации свинца изменяются от 10 до 200 мг/кг, причем тенденции пространственного распределения, выявленные для цинка, распространяются и на поведение свинца. Отличается лишь уровень и площадь загрязнения: максимальные концентрации превосходят санитарно-гигиенический норматив в 1,5 раза, загрязнение выявлено лишь в двух пробах.

Парковые почвы отличаются от почв прочих функциональных зон города высокими содержаниями меди. Максимальные её концентрации на территории парка им. 8 Марта достигают 300 мг/кг, что в 2,6 раза выше ОДК. Медное загрязнение выявлено в восьми почвенных пробах на территории четырех парков. Возможно, высокие

концентрации меди обусловлены применением медьсодержащих пестицидов (бордосской жидкости) при выращивании парковых культур.

Содержания остальных тяжелых металлов, а также мышьяка, не достигают величин ПДК и ОДК, в то же время, концентрации некоторых элементов (Cd, Ni, V) заметно превосходят региональный фон.

Полученные данные позволяют ранжировать парки по величине Z_c и выявить уровень комплексного загрязнения: Дружба (3,3) – им. г. Плевен (3,7) – Аллея роз (4,5) – Пионерский (4,6) – им. М. Горького (4,6) – им. 8 Марта (4,8) – им. В.В. Маяковского (5,6) – им. Н. Островского (6,3) – им. 1 Мая (6,7) – им. В. Черевичкина (9,3). Вырисовывается четкая тенденция роста степени загрязнения по мере приближения к историческому центру. Очевидно, что накопление в почве тяжелых металлов определяется давностью освоения территории. Для всех парков категория загрязнения почв оценена как допустимая, и лишь в пределах парка им. В. Черевичкина установлена умеренно-опасная категория.

При сопоставлении средних концентраций металлов и мышьяка с естественным педогеохимическим фоном выявляется геохимическая ассоциация: $Cu_{2,6}Zn_{2,3}Pb_{1,8}Cd_{1,7}V_{1,3}Ni_{1,2}$. В целом, такой ряд характерен для почв всех урболандшафтов Ростова-на-Дону, но обычно первую позицию занимает цинк.

Почвы парков слабо загрязнены тяжелыми металлами. Наиболее широко распространено цинковое загрязнение (присутствует в 21% изученных проб), затем медное (10%) и свинцовое (3%).

Список литературы

1. Аткина Л.И., Жукова М.В., Морозов А.М., Данилов Д.А. Загрязнение почв парка им. 50-летия ВЛКСМ г. Екатеринбурга тяжелыми металлами // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 756.
2. Ачкасов А.И., Варава К.В., Самаев С.Б., Башкарев И.Л., Трефилова Н.Я. Интенсивность и тенденции химического загрязнения почв Москвы / Геоэкологические проблемы Новой Москвы: Сборник научных трудов / отв. ред. А.В. Кошкарёв, Э.А. Лихачева, А.А. Тишком. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. – С.65–69.
3. Геохимия окружающей среды / Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. ГН 2.1.7.2041–06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
5. ГН 2.1.7.2511–09. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 11 с.
6. Капралова О.А., Колесников С.И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону // Научная мысль Кавказа. – 2012. – №1. – С. 69–72.
7. Коханастая Н.В., Шишкина Д.Ю. К вопросу о региональном геохимическом фоне / Актуальные проблемы наук о Земле. Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 362–364.
8. Рудь Д.А. Эколого-геохимическая обстановка рекреационных зон города Ростова-на-Дону на примере парковых зон // Труды XVIII Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 749–751.
9. Шишкина Д.Ю. Тяжелые металлы в почвах урболандшафтов г.Ростова-на-Дону // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 2015. – №2. – С. 101–105.

**СЕКЦИЯ №85.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ
ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)**

**ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КИТАЯ И ТАИЛАНДА: СРАВНИТЕЛЬНО-
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Тельнова Т.П.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г.Уфа

В современных условиях сохраняется тенденция, берущая начало с 90-х гг. XX в. – рост туристского потока в страны Восточной и Юго-Восточной Азии. В этой связи актуальна сравнительно-географическая оценка туристско-рекреационного потенциала стран региона.

Развитие туристского бизнеса любой территории опосредовано ее туристским потенциалом, т.е. набором определенных природных и историко-культурных ресурсов, используемых для туризма и отдыха. Для Китая и Таиланда характерно благоприятное сочетание основных факторов развития туристской индустрии: разнообразных природных условий и развитой инфраструктуры.

Обе страны располагают значительным банком туристских ресурсов, представленных следующими группами:

- рекреационные: 1) природные (ландшафтные, лесные, водные, особо охраняемые природные комплексы); 2) бальнеологические (минеральные воды, лечебные грязи и т.д.);
- исторические (Великая китайская стена, терракотовая армия, Храм неба; Храм Изумрудного Будды, города Северного и Восточного Китая; тайские – Бангкок и Чонбури);
- культурные и социальные: традиции и обычаи, театр, опера, балет, кухня, стиль жизни, медицина, конфессии Китая и Таиланда;
- деловые (Пекин, Тайвань, Сянган, Шанхай, Бангкок, Паттайя, Пхукет);
- зрелищные (праздник воды, огня, дракона, слонов, восточный новый год, почитание святых и покровителей) и развлекательные (Аомынь - ведущий центр игорного бизнеса в Азиатско-Тихоокеанском регионе);
- экологические (национальные парки во Внутренней Монголии, Пхукете, Паттайе, реки Янцзы, Хуанхэ и Меконг);
- экстремальные (Гималаи, Тянь-Шань, сплав по Янцзы, Меконгу и др.);

Перечень туристских центров Китая включает 99 городов, 750 охраняемых культурных объектов и 119 мест, примечательных красотой ландшафтов, историей или культурой (в целом не более 1% территории страны). Наиболее посещаемы 25 достопримечательностей из списка объектов всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО.

Многочисленных туристов в Китай и Таиланд привлекают не только экзотическая природа, возможность отдыха на протяжении всего календарного года, но и знакомство с более чем тысячелетней историей, уникальная культура, удивительные традиции, развитая инфраструктура. Доступные цены в сочетании с высоким уровнем сервиса, гостеприимство и доброжелательность местного населения, яркие впечатления от таинственных буддийских храмов, уникальных представителей местной флоры и фауны, неповторимых ландшафтов стимулируют дальнейшую активизацию туристского потока в этом направлении.

В обеих странах развиты практически все популярные виды туризма: пляжный и лечебно-оздоровительный, познавательный и деловой, религиозный рекреационный и спортивный. Высокий уровень концентрации объектов мирового наследия на территории стран стимулирует популярность этого сегмента мирового туристского рынка. Государственная политика поощрения туризма положительно отражается на развитии национальной экономики. В дополнение ко всему и Китай, и Таиланд предлагают разнообразный шопинг по умеренным ценам.

На фоне сходства рельефнее выделяется специфика этих стран. Все же Таиланд более экзотическая страна по сравнению с Китаем.

Отдельные отличия можно выделить благодаря анализу некоторых параметров конкурентоспособности сектора путешествий и туризма в данных странах. Каждые два года аналитическая группа Всемирного экономического форума (ВЭФ) публикует индекс конкурентоспособности 141 страны мира. Это итог таких

блоков информации, как регулирование сектора туризма и путешествий; политика в области туризма; инфраструктура сектора; природные, культурные и человеческие ресурсы в сегменте туризма и путешествий.

Конкурентоспособность оценивается по таким критериям, как деловой климат и безопасность; здоровье и гигиена; приоритетность туризма и путешествий; международная открытость; ценовая конкурентоспособность в сфере путешествий и туризма; государственная поддержка; инфраструктура воздушного транспорта; инфраструктура наземного транспорта; туристическая инфраструктура; информационная и телекоммуникационная инфраструктура; человеческие, природные и культурные ресурсы.

По информации 2015 г. Китай находится на 17 месте мирового рейтинга по привлекательности, по сравнению с Таиландом, занимающим 35 позицию. Во главе рейтинга - Испания, Франция и Германия [1].

Табл.1 отражает показатели двух стран по 14 составляющим индекса.

Таблица 1

Индекс конкурентоспособности сектора путешествий и туризма Китая и Таиланда в 2015г. [1]

Критерии	Китай		Таиланд	
	Место в рейтинге	Баллы (1-7)	Место в рейтинге	Баллы (1-7)
Государственное регулирование	60	4,87	74	4,55
1. Деловая среда	80	4,25	38	4,78
2. Безопасность	58	5,47	132	3,75
3. Здоровье и гигиена	68	5,29	89	4,87
Политика в области туризма	102	3,82	49	4,29
4. Приоритетность туризма и путешествий	55	4,73	40	4,95
5. Международная открытость	96	2,52	49	3,70
6. Ценовая конкурентоспособность в сфере путешествий и туризма	34	5,10	36	5,06
7. Государственная поддержка	137	2,93	116	3,46
Инфраструктура	60	3,74	37	4,56
8. Инфраструктура воздушного транспорта	25	4,27	17	4,57
9. Инфраструктура наземного транспорта	53	3,91	71	3,41
10. Туристическая инфраструктура	102	3,04	21	5,70
11. Информационная и телекоммуникационная инфраструктура	72	4,15	60	4,34
Человеческие, природные и культурные ресурсы	1	5,74	21	3,63
12. Человеческие ресурсы	16	5,20	29	4,98
13. Природные ресурсы	6	5,05	16	4,47
14. Культурные ресурсы	4	6,44	34	2,79

Анализ параметров Табл.1 приводит к некоторым выводам:

1. В 2015 г. Китай заметно вырос по индексу конкурентоспособности сектора путешествий и туризма, прибавив 28 пунктов по сравнению с 2013 г. Таиланд показал более «скромные» 18 пунктов обновления позиции до 35 места рейтинга. И если Китай уступал Таиланду в предшествующем рейтинге на 2 позиции, то сейчас значительно опережает его.

2. Отдельные параметры демонстрируют весомые различия. Например, уровень государственного регулирования туристской сферы Китая выше, чем в Таиланде. Китайское руководство проводит политику укрепления благосостояния среднего китайца, которая направлена на отмену ограничений посещения Китая иностранцами. Мероприятия по совершенствованию управления туризмом подконтрольны Государственному управлению по делам туризма КНР (специальный орган в масштабах страны). На уровне местных органов власти ведется работа, направленная на регулирование туристской деятельности в провинциях и муниципальных образованиях.

В Таиланде контроль туристской деятельности – сфера компетенции Туристического Управления Таиланда (TAT), активно продвигающего страну на мировые рынки туризма. Основной стратегией Управления по туризму является формирование имиджа, цифровой маркетинг, устойчивый туризм и создание антикризисных коммуникаций. Брендовый имидж - «Удивительный Таиланд всегда поражает Вас» - фокусирует внимание на оригинальности, соотношении цены и качества; гостеприимстве. Не случайно по международной открытости

Таиланд почти в два раза опережает Китай (49 и 96 места рейтинга). Показатель приоритетности туризма выводит Таиланд на 33 место, Китай – 45 место.

3. Таиланд, как представитель НИС второй волны, выделяется сферой делового климата. Среднегодовые темпы роста интенсивности сектора конференций, встреч и выставок (MICE) составили 20%. Наиболее весома доля корпоративных встреч и инсентив-путешествий (40%). Вторая и третья позиции - международные конгрессы и конференции (37%) и международные выставки (22%). Этот параметр выводит Таиланд на 38 место.

Китай в мировом рейтинге по этой позиции занимает 80 место. Каждый «старт-ап» здесь сопряжен с некоторой долей риска и специфических проблем. Мошенничество, незаконное присвоение собственности, «откаты» и конфликт интересов составляют бизнес-риски. Серьезной остается проблема защиты информации (подделки, утечка информации, незаконное получение торговых секретов компаний и др.). Нередко в Китае используются незаконные задержания платежей со стороны партнеров в качестве средства урегулирования делового спора. [2]

4. По безопасности Таиланд почти втрое проигрывает Китаю. Статистика страховых агентств выделяет здесь такие происшествия с участием иностранных туристов, как пищевые отравления, воровство, дорожно-транспортные аварии и потеря багажа. Террористическая угроза возможна лишь на юге страны, в сепаратистски настроенных провинциях Наративат, Паттани и Яла. В последнее время политическая ситуация в стране отличается достаточно агрессивными выступлениями оппозиции, что не способствует нормализации уровня безопасности. Сохраняется риск стихийных бедствий: тайфуны, цунами.

Китай в целом относительно безопасная страна, где терроризм – явление крайне редкое. Серьезные преступления против иностранцев не характерны. Тем не менее встречаются мелкие преступления: карманные кражи, кражи сумок, ноутбуков, паспортов, сотовых телефонов. Туристы могут столкнуться с разного рода мошенниками, назойливо предлагающими свои услуги. Более серьезная проблема – оборот фальшивых купюр. Безопасность дорожного движения в Китае – ниже среднего уровня: движение хаотично, рекомендации дорожных знаков соблюдаются редко. Из природных явлений для юго-восточного побережья страны опасны тайфуны и тропические штормы. Вследствие обильных ливней могут быть наводнения и оползни, нарушение коммуникации. Китай - сейсмически активен, и землетрясения возможны на большей части территории страны. [3]

5. Здравоохранение и гигиена – на среднем уровне, хотя Китай заметно прибавил в качестве: 68 место по сравнению с 82 позицией 2013 г. (усиление на 14 пунктов). Таиланд, напротив, потерял 5 пунктов рейтинга (89 позиция). Большинству сельского населения Китая достойное медицинское обслуживание практически недоступно; более того - некоторые категории населения не имеют доступа даже к базовым медицинским услугам. Серьезной проблемой является получение медицинской страховки, которая доступна лишь представителям группы работающих горожан при условии занятости в государственных структурах. Наряду с этим, государственные чиновники и партийные функционеры используют значительную часть государственных дотаций на медицину, что отражает тенденцию усиления процесса социальной дифференциации китайского общества.

Таиланд в еще большей степени отличается проблемами медицинского характера: дефицитом медицинских кадров, лечебных учреждений, низким уровнем санитарно-гигиенической профилактики. Вследствие низкой платежеспособности и коммерческого характера оказания медицинских услуг население традиционно пользуется доступными услугами знахарей. Низкий уровень санитарно-гигиенической культуры - залог повышенной заболеваемости паразитарными инвазиями. Нередко сельское население использует для питья не отвечающие необходимым параметрам поверхностные воды.

6. Степень развития туристской инфраструктуры Таиланда пятикратно превышает аналогичный уровень Китая (21 и 102 места рейтинга). Туристская инфраструктура Таиланда весьма неравномерно расположена по территории страны. Большая часть ее тяготеет к центральным и приморским районам в ориентации на западных туристов. Новые клиенты привлекаются цифровым маркетингом, через социальные сети, он-лайн игры, мобильные приложения.

В сравнении с Таиландом китайскую сеть инфраструктуры туризма необходимо в дальнейшем совершенствовать, хотя в стране функционирует значительное количество отелей, развиты транспортная, информационная и телекоммуникационная инфраструктуры.

7. Весьма близки индексы ценовой конкурентоспособности Китая и Таиланда (отличие лишь на два пункта- 34 и 36, соответственно).

8. Китай заметно опережает Таиланд по рейтингу такой категории, как человеческие, природные и культурные ресурсы. Особенности разнообразных природных ресурсов Китая активно используются для

развития туристского бизнеса страны. Многовековая история Китая представлена бесчисленными древними памятниками культуры. Более 100 городов страны имеет статус "Город исторического и культурного значения".

Территория Таиланда также насыщена многочисленными памятниками истории, девственными тропическими ландшафтами и объектами современной цивилизации достойного уровня комфорта. Туристов привлекают не только природная экзотика этой страны, буддистские храмовые комплексы, но и в немалой степени умеренные цены на размещение, услуги, развлечения.

В целом обе страны, располагая существенным туристским потенциалом и развитой инфраструктурой, демонстрируют широкие возможности для удовлетворения самой разнообразной гаммы туристского спроса.

Список литературы

1. Всемирный экономический форум: Рейтинг стран мира по уровню конкурентоспособности путешествий и туризма в 2015 году. URL http://www3.weforum.org/docs/TT15/WEF_Global_Travel&Tourism_Report_2015.pdf
2. Деловой журнал про Китай: URL: <http://www.chinapro.ru>
3. Энциклопедия Китая: URL: <http://infokitai.com>

СЕКЦИЯ №86.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ №87.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВОИЧНЫХ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ ГЛОНАСС

Ашихина А.В.

ФГАОУ ВПО Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь

В связи с ожиданием срока эксплуатации навигационных космических аппаратов серии "ГЛОНАСС-КМ" достигающим 15 лет, актуальным становится вопрос обеспечения структурной скрытности специальных навигационных сигналов с кодовым разделением каналов в течении указанного времени при помощи неповторяющихся систем двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей на всех навигационных космических аппаратах орбитальной группировки [5].

Целью работы является исследование свойств двоичных кодовых последовательностей (ДКП), обуславливающих возможность их применения в навигационных сигналах глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

Следует отметить, что в рассматриваемом случае к системам двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей предъявляются весь набор требований, необходимых для их использования в беспроводных системах с кодовым разделением каналов. Для беспроводных систем с кодовым разделением каналов в наибольшей степени пригодны последовательности, обладающие хорошими корреляционными свойствами. Для получения хороших корреляционных свойств систем двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей необходимо, чтобы последовательности имели признаки случайности, то есть удовлетворяли следующим свойствам [4]:

1. Свойство уравновешенности (сбалансированности): в каждом периоде ДКП число «1» отличается от числа «0» не более чем на единицу;
2. Свойство серий: в периоде ДКП половина серий «1» и «0» имеет длину 1, одна четверть – 2, одна восьмая – 3 и т.д. до тех пор, пока это продолжает иметь смысл;

3. Свойство автокорреляции: если ДКП поэлементно сравнивать с любым её циклическим сдвигом в течение периода этой же ДКП, то число совпадений отличается от числа несовпадений не более чем на единицу. Результат суммирования ДКП по модулю 2 с её циклическим сдвигом должен также являться сбалансированной ДКП.

Поскольку количество неповторяющихся ДКП, необходимых для повышения структурной скрытности навигационного сигнала на период в 15 лет [6] достаточно велико и составит $A_r = 2,3652 \cdot 10^{13}$, необходимо удостовериться, что теоретически существует такое количество ДКП с требуемыми свойствами. Как известно, общее количество ДКП длины N составляет $A = 2^N$.

Оценим общее число ДКП, обладающих свойством уравнищенности (сбалансированности). Число элементов ДКП, равных "1", составляет $n_1 = (N+1)/2$, число элементов ДКП, равных "0", составляет $n_0 = (N-1)/2$. Тогда число ДКП, обладающих свойством сбалансированности, можно найти как число сочетаний из N по n_0 , либо из N по n_1 .

Докажем, что число сочетаний из N по n_0 равно числу сочетаний из N по n_1 :

$$C_N^{n_0} = \frac{N!}{n_0!(N-n_0)!} = \frac{N!}{\left(\frac{N-1}{2}\right)! \left(\frac{N+1}{2}\right)!} \quad (1)$$

$$C_N^{n_1} = \frac{N!}{n_1!(N-n_1)!} = \frac{N!}{\left(\frac{N+1}{2}\right)! \left(\frac{N-1}{2}\right)!} \quad (2)$$

Поскольку выражения (1) и (2) отличаются лишь порядком множителей в знаменателе, то $C_N^{n_0} = C_N^{n_1}$. Тогда общее число ДКП, обладающих свойством уравнищенности (сбалансированности) определяется с помощью выражения 3:

$$K(n_1) = C_N^{n_1} = C_N^{(N+1)/2} \quad (3)$$

Для того чтобы свойство серий соблюдалось [1], их общее число в ДКП должно быть примерно равно половине длины последовательности:

$$\mu_0 \approx 0.5(N+1) \quad (4)$$

где N – длина двоичной кодовой последовательности.

Выражение для нахождения числа ДКП с заданным числом серий [1]:

$$A_\mu = 2C_{N-1}^{\mu-1} = 2 \frac{(N-1)!}{(\mu-1)!(N-\mu)!} \quad (5)$$

где μ – число серий в последовательности, N – длина последовательности.

Кроме того, ДКП в системах двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей должны иметь низкие боковые пики корреляционных функций. Общее число ДКП, удовлетворяющих требованиям корреляции, ограничено и определяется выражением 6 [3]:

$$A_{cf} = \sqrt{2/(\pi N)} \cdot 2^N \quad (6)$$

Вероятность появления больших боковых пиков автокорреляционной функции снижается при приближении числа серий к оптимальному значению μ_0 . В свою очередь ДКП, обладающие оптимальным количеством серий, обладают одновременно и свойством сбалансированности. Тогда можно предположить, что существует некоторое множество ДКП, обладающих всеми тремя свойствами одновременно. При этом количество ДКП обладающих одновременно всеми тремя свойствами, приблизительно равно количеству ДКП, удовлетворяющих требованиям корреляции.

Считается, что ДКП с алфавитом $\{\pm 1\}$ обладает хорошими корреляционными свойствами тогда, когда усреднённое значение модулей боковых пиков автокорреляционной функции при всех временных сдвигах близко к значению $1/\sqrt{N}$.

Однако более строгой оценкой корреляционных свойств ДКП является значение модуля максимального бокового пика автокорреляционной функции R_A . Известно, что максимальный боковой пик автокорреляционной функции не может быть ниже обозначенной границы $R_A \geq 1/\sqrt{N}$, где N – длина ДКП. Корреляционные свойства ДКП тем лучше, чем ниже значение модуля максимального бокового пика автокорреляционной функции.

В системах двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей наряду с автокорреляционной функцией большое значение имеют взаимокорреляционные функции каждой пары ДКП, входящих в эти системы. Для максимальных пиков взаимокорреляционной функции также существует нижняя граница значений,

называемая границей Велча [2]. Нижняя граница модулей значений максимальных боковых пиков взаимокорреляционной функции ДКП с алфавитом $\{\pm 1\}$ составит:

$$R_c \geq \frac{\sqrt{N - \left\lceil \frac{\pi N}{\sqrt{8M}} \right\rceil}}{N}, M \geq 5, \quad (7)$$

где M – число ДКП в системе двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей, N – длина ДКП.

В Табл.1 представлены нижние границы модулей значений максимальных боковых пиков автокорреляционной функции и взаимокорреляционной функции для систем двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей, содержащих $M=50$ ДКП длиной $N=4095$, $N=8191$ и $N=10230$ элементов.

Таблица 1

Нижние границы модулей значений максимальных боковых пиков

Длина ДКП N	Нижняя граница модуля максимального бокового пика АКФ R_A	Нижняя граница модуля максимального пика ВКФ R_C
4095	0,016	0,016
8191	0,011	0,011
10230	0,010	0,010

Исходя из чего, можно сделать вывод о том, что нижние границы модулей максимальных боковых пиков автокорреляционной функции и максимальных пиков взаимокорреляционной функции близки по своим значениям и уменьшаются с увеличением длины ДКП, увеличиваются с ростом объёма системы. Представленные значения являются нижней границей максимальных выбросов функции взаимной корреляции, на которые следует ориентироваться при проведении вычислительного эксперимента по моделированию систем последовательностей.

Список литературы

1. Варакин, Л.Е. Теория систем сигналов – М.: Советское радио, 2009. – 304 с.
2. Инновация: ГЛОНАСС. Стратегии развития / Ю.М. Урличич, В.А. Субботин, Г.Г. Ступак, В.З. Дворкин, А.А. Поваляев, С.Н. Карутин. // Спутниковая навигация и КВНО. Обзор по материалам СМИ, №2. – ИАЦ ЦНИИмаш, 2011. – С. 18-22.
3. З.Ипатов, В.П. Периодические дискретные сигналы с оптимальными корреляционными свойствами – М.: Радио и связь, 2012. – 152 с. ил.
4. Об оценке помехозащищенности спутниковых радионавигационных систем / А.П. Жук, Д.В. Орёл. // Инфокоммуникационные технологии. 2012. – Т. 10. № 2. – С. 83-88.
5. Основы теории скрытности: Учебное пособие / З.М. Каневский, В.П. Литвиненко, Г.В. Макаров, Д.А. Максимов. Под ред. З.М. Каневского. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2011. – 197 с.
6. Разработка методики повышения структурной скрытности сигналов спутниковых радионавигационных систем / А.П. Жук, Д.В. Орёл. // Наука. Инновации. Технологии. 2010. – № 5. – С. 44-52.

ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ СИСТЕМ INDOOR НАВИГАЦИИ

Извозчикова В.В., Ковалевский А.В., Меженин А.В.

ОГУ, г.Оренбург, Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург

В настоящее время системы глобального позиционирования GPS получили широчайшее распространение и имеются практически во всех мобильных устройствах. Однако такие системы работоспособны только на открытом пространстве при наличии прямой видимости спутников. В тоже время существует достаточно много задач, требующих навигации в условиях отсутствия сигналов спутников: навигация внутри складских помещений; отслеживание перемещения сотрудников в офисе; отслеживание перемещения багажа в аэропорту; навигация в супермаркетах, аэровокзалах и т.д.

Реализация Indoor-навигации или, IPS (indoor positioning system) возможна с использованием различных технологий и методов [1]. Среди готовых решения в этой области можно назвать системы: Navizon indoor location solutions [2] и система RADAR [3]. Для дальнейших исследований в данной области авторы выбрали наиболее известные методы: позиционирование по Wi-Fi (WPS) и навигация по Bluetooth-маячкам.

При использовании метода позиционирование по Wi-Fi для определения месторасположения пользователя используются данные, полученные от точек доступа Wi-Fi [1]. В основе вычисления координат клиента лежит метод триангуляции относительно точек доступа (Access Points) с известными координатами и данными MAC, SSID (Рисунок 1). Однако не всегда координаты точек доступа могут быть известны. Устройство пользователя сканирует доступные точки, а затем посылает данные для обработки на сервер. После эти данные анализируются с учетом координат самих точек доступа и определяется местоположение пользователя [5]. Для создания навигационных приложений на Android платформе разработчики предлагают использовать Google Play services location APIs (android.location), позволяющую получить доступ к встроенной в мобильные устройства GPS системе [6].

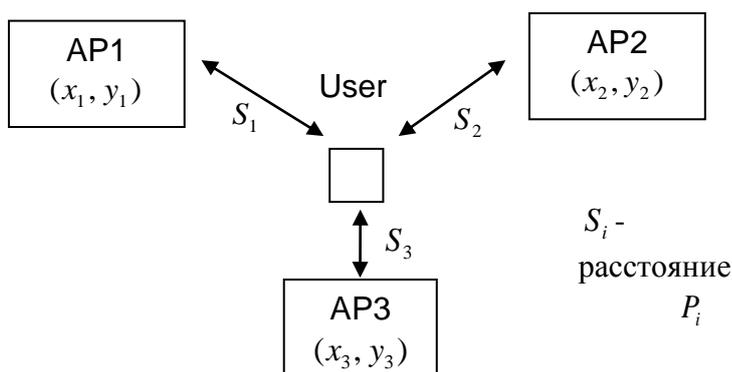


Рис.1. Определение координат относительно точек доступа

В качестве примера практической реализации системы навигации, использующей сигналы точек доступа расположенных в здании (Рисунок 2), можно назвать iDOCENT – прототип, разработанный в Инженерном колледже Мичиганского университета [4].



Рис.2. Навигация внутри здания

Другой способ построения IPS систем базируется на технологии "микролокаций" с использованием, так называемых Bluetooth-маячков (Рисунок 3). Эти устройства построены на беспроводной технологии Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE). Среди производителей можно назвать такие компании, как Estimote, Bluvision и Kontakt.io.



Рис.3. Устройство Battery-powered Bluetooth Smart Beacon

Способ навигация по Bluetooth-маячкам заключается в размещении на территории специальных датчиков, которые и обеспечивают получение данных о месторасположения пользователя [6]. Принцип действия — тот же, что и в случае навигации по Wi-Fi или GSM, однако за счет того, что возможно разместить данные датчики более плотно, качество навигации увеличивается. Не смотря на то, что Bluetooth-маячки имеют меньший радиус действия, по сравнению с Wi-Fi, они намного энергоэффективнее и позволяют получить точность позиционирования до полуметра. Пример реализации навигации, базирующейся на этой технологии — система iBeacon от компании Apple. Для систем разрабатываемых на основе геолокационных маячков, компания Google предлагает открытый протокол Eddystone [8]. В отличие от системы позиционирования внутри помещений iBeacon, развиваемой Apple, Eddystone — это аппаратно независимая платформа. Она может работать как на iOS-, так и Android-устройствах. Использование этих технологий открывает широкие перспективы для ритейлеров и маркетологов по продвижению товаров и услуг.

Список литературы

1. Извозчикова В.В., Ковалевский А.В., Меженин А.В. Построение систем внутренней навигации // Сборник научн. трудов по материалам межд. научно-практ. конф. «Вопросы образования и науки: теор. и методические аспекты», 2015. С. 74-75.
2. Indoor GPS and Indoor tracking. URL: <https://www.navizon.com/indoors-solutions>
3. P. Bahl and V.N. Padmanabhan, "RADAR: an in-building RF-based user location and tracking system," in INFOCOM 2000. Pp. 775-784 vol.2.
4. Indoor Wireless Navigation. URL: <http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring11/group02/index.html>
5. Anyplace. URL: <http://anyplace.cs.ucy.ac.cy>
6. Making Your App Location-Aware. URL: <https://developer.android.com/training/location/index.html>
7. C. Dawson, "Device Tracking on a Scattered Bluetooth-Enabled Network", Bsc Dissertation, Faculty of Engineering, University of Bristol, May 2005.
8. Estimote Community Portal. URL: <https://community.estimote.com/hc/en-us>

ГЕОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ №88.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОДНОВРЕМЕННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Пономарева Г.А., Пономарев А.А.

ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Важнейшей задачей современных методов анализа химического состава является изучение комплексных концентраций благородных металлов (БМ) в разнообразных ассоциациях за один аналитический прием. Такие подходы позволяют исключить влияние частных аналитических методов. Авторы полагают, что предлагаемые методические приемы помогают решить поставленные вопросы. В дальнейшем будут описаны примеры их реализации.

При изучении металлических полезных ископаемых особый интерес представляют парагенезисы БМ. Изучение условий, приводящих к концентрированию металлов и возникновению их ассоциаций, имеет важное значение при рассмотрении вопросов генезиса рудных месторождений.

Рост потребления БМ, и платиноидов в том числе, обуславливает необходимость комплексного извлечения их как в традиционных рудных месторождениях, так и в нетрадиционных [1, 2 и др.].

Решение основных задач рудничной геологии непосредственно связано с качеством лабораторных исследований, проводимых с целью изучения геохимии благородных металлов, в том числе и металлов платиновой группы (МПГ). Широкое внедрение современных методов диагностики БМ в рудах месторождений с повышенным содержанием углерода существенно расширяет возможности исследования МПГ. Наибольшее значение в связи с этим представляют методы атомно-абсорбционной спектроскопии [3, 4, 5, 6, 7].

Анализ МПГ, особенно микроколичеств, в геологических объектах является очень сложной аналитической задачей. Еще большие проблемы возникают при одновременном определении БМ. Все это не всегда позволяет использовать известные приемы, и вынуждает разрабатывать специфические способы анализа.

Все известные методы количественного определения БМ основываются на следующем:

- во-первых, необходимо окислить углеродистую основу с полным выделением из нее углерода без потери металлов;
- во-вторых, предполагается окисление самих металлов (переведение их в раствор) и их концентрирование при необходимости;
- в-третьих – инструментальное определение элементов.

Наибольшую сложность здесь представляет поиск способа разложения углеродистой части породы. Разработкой способов окисления углеродистой основы занимались многие исследователи, в частности, Бельский и др., 1997; 1999; Митькин и др., 2003; Шварцман и др., 1975,1984; Бажов и др., 1977; Курский и др., 1984; Варшал и др., 1994; Кубракова и др., 1990; Coveney, 1992 и другие. Все эти способы обладают определенными достоинствами, но, к сожалению, не лишены недостатков. Кроме того, во всех перечисленных работах не предусмотрено определение серебра, возможно из-за его летучести.

В связи с этим, была поставлена задача разработки способа окислительной деструкции углеродсодержащих пород, который позволил бы определять одновременно золото, платину, палладий и серебро независимо от форм их существования, а также снизить потери БМ при анализе.

В результате проведенных работ был получен патент на изобретение «Способ разложения проб при определении благородных металлов в углеродистых породах» [8]. Заявленный способ повышает точность определения концентрации золота, платины, палладия вследствие минимизации потерь металлов на стадии пробоподготовки и позволяет одновременно определять золото, платину, палладий и серебро в углеродистых породах, а также сократить время аналитических операций. В качестве инструментального окончания можно использовать не только атомно-абсорбционную спектроскопию, но и любой метод, предусматривающий определение металлов из растворов.

Предложенный способ позволил выполнить аналитические работы по проведению геохимических исследований при определении БМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре МГА-915 в лаборатории физических методов исследования кафедры геологии Оренбургского государственного университета из образцов следующих промышленно-генетических типов месторождений Оренбургской области (более 1200 анализов):

- колчеданного типа;
- месторождений, связанных с ультрамафитами;
- золотосульфидных;
- медистых песчаников;
- нефтегазовых месторождений;
- галогенных формаций [4].

На основе разработанного способа подготовки геохимических проб к атомно-абсорбционному анализу установлено широкое распространение платины и палладия в ассоциации с золотом и серебром в промышленно-генетических типах месторождений (цветных, благородных металлов, хрома, хризотил-асбеста, нефти, каменной соли).

Впервые научно обоснованы возможные перспективы платиноносности нефтегазовых флюидов и эвапоритовых образований кунгурского возраста платформенного Оренбуржья.

Полученный в результате исследований массив элементопределений послужил основой систематического изучения платиноидов. Применение математических методов позволило установить статистические, пространственные и, отчасти, временные закономерности их распределения по обширной территории Оренбургского Урала. При этом была выявлена важнейшая роль палладия в распределении БМ, которая проявилась при статистических исследованиях.

Так методом кластерного анализа установлено устойчивое обособление палладия в рудах изученных месторождений. Кластерные дендрограммы множества выборок, формируемых случайным образом, выявили обособления палладия в отдельную группу.

На основе мощного аппарата дискриминантного анализа распределения БМ в углеводородных месторождениях удалось классифицировать нефти и предположить возможные источники БМ в них.

Для анализа межэлементных отношений методом главных компонент (МГК) была составлена представительная выборка из проб с максимальными концентрациями БМ в рудах разнообразного состава и генезиса. Анализ распределения БМ в признаковом пространстве позволяет сделать вывод о поступлении палладия в литосферу в определенные моменты геологической истории.

Независимое распределение палладия в различных рудах месторождений Оренбургской части Южного Урала позволяет использовать платино-палладиевое отношение при типизации месторождений, а также выявления металлогенических зон [4, 7].

Таким образом, задействованные при статистическом обобщении результатов математические методы (кластерный, дискриминантный анализ, метод главных компонент и др.) позволяют выявить нетривиальные закономерности распределения платиноидов в изученных месторождениях Оренбургской части Южного Урала.

Следует отметить, что, полученные результаты с применением новых подходов к одновременному анализу золота, платины, палладия и серебра в геологических средах позволяют расширить перспективы изученных территорий Оренбургской области на благородные металлы.

Список литературы

1. Додин Д.А. Новая концепция расширения и комплексного освоения сырьевой базы платиновых металлов / Д.А. Додин, Н.М. Чернышов, О.А. Дюжиков и др. // Платина России. – М.: Геоинформмарк, 1994. – С. 5 - 17.
2. Золоев К.К. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала / К.К. Золоев, Ю.А. Волченко, В.А. Коротеев, И.А. Малахов, А.Н. Мардирьян, В.Н. Хрыпов. – Екатеринбург, 2001. – 199 с.
3. Аналитическая химия металлов платиновой группы: Сборник обзорных статей / Сост. и ред. Ю.А. Золотов, Г.М. Варшал, В.М. Иванов. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 592 с.
4. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: автореф. дис...канд. геол.-мин. наук: 25.00.11. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.
5. Пономарева Г.А. Благородные металлы в галогенных формациях Оренбуржья / Г.А. Пономарева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сб. статей МНМК.– Оренбург: ООО ИПК, 2014.- С. 987-989.

6. Овчинников В.В. К вопросу о генезисе Садкинского месторождения асфальтита / В.В. Овчинников, Г.А. Пономарева, // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 3. – С. 170-175.
7. Пономарева Г.А. Металлогеническая зональность платиноидной специализации Оренбургской части Южного Урала / Г.А. Пономарева // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 6. – С. 147-151.
8. Пономарева Г.А. Патент № 2409810 РФ МПК⁵¹ G01N 31/00 Способ разложения проб при определении благородных металлов в углеродистых породах / Г.А. Пономарева, П.В. Панкратьев; заявитель и патентообладатель Оренбургский государственный университет. - № 201018930/15; заявл. 10.03.2010; опубл.20.01.2011. - Бюл. №2. – 7 с.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Информационные технологии естественных и математических наук**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Естественные и математические науки в современном мире**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Основные проблемы естественных и математических наук**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития», г.Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

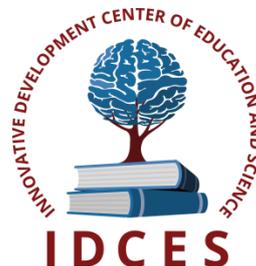
III Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития современных математических и естественных наук», г.Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izgon.ru (раздел «Естественные и математические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Перспективы развития современных математических и
естественных наук**

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(8 декабря 2015г.)**

**г. Воронеж
2015 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 9.12.2015.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,7.
Тираж 250 экз. Заказ № 422.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58