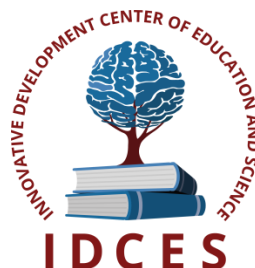


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные проблемы естественных и математических наук в
России и за рубежом**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 февраля 2016г.)**

**г. Новосибирск
2016 г.**

Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом /
Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3.
г.Новосибирск, 2016г.. 80 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 биологических наук, профессор Ларионов Максим Викторович (г.Балашов), 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 АИАН 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 III Международной научно-практической конференции **«Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом», г.Новосибирск** 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).....	9
МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)	9
СЕКЦИЯ №1.	
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)	9
СЕКЦИЯ №2.	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ	
УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)	9
ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ	
УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ТОЧКАМИ НАГРУЖЕННЫМИ СВОБОДНЫХ ЧЛЕН И С	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ	
Хидиров Х.С.	9
О СВЯЗИ МЕЖДУ ЛИНЕЙНЫМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ И	
ИНТЕГРАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ ТИПА ВОЛЬТЕРА С НАГРУЗКОЙ В ПРАВОЙ ЧАСТИ И С	
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ	
Каримова Назокат.....	12
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
СЕКЦИЯ №6.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06).....	15
СЕКЦИЯ №7.	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)	15
СЕКЦИЯ №8.	
ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)	15
МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)	15
СЕКЦИЯ №9.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)	15
СЕКЦИЯ №10.	
МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)	15
СЕКЦИЯ №11.	
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)	16
СЕКЦИЯ №12.	
ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)	16
СЕКЦИЯ №13.	
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08).....	16

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)	16
СЕКЦИЯ №14.	
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)	16
СЕКЦИЯ №15.	
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)	16
СЕКЦИЯ №16.	
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)	16
СЕКЦИЯ №17.	
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)	16
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)	16
СЕКЦИЯ №18.	
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)	16
СЕКЦИЯ №19.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)	16
СЕКЦИЯ №20.	
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)	16
СЕКЦИЯ №21.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)	16
СЕКЦИЯ №22.	
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)	17
СЕКЦИЯ №23.	
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)	17
СЕКЦИЯ №24.	
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)	17
СЕКЦИЯ №25.	
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)	17
СЕКЦИЯ №26.	
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)	17
СЕКЦИЯ №27.	
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)	17
СЕКЦИЯ №28.	
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)	17
СЕКЦИЯ №29.	
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)	17
СЕКЦИЯ №30.	
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)	17
СЕКЦИЯ №31.	
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)	17
СЕКЦИЯ №32.	
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)	17

СЕКЦИЯ №33.	
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)	17
СЕКЦИЯ №34.	
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18).....	18
СЕКЦИЯ №35.	
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)	18
СЕКЦИЯ №36.	
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)	18
СЕКЦИЯ №37.	
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)	18
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)	18
СЕКЦИЯ №38.	
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)	18
СЕКЦИЯ №39.	
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)	18
СЕКЦИЯ №40.	
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03).....	18
СЕКЦИЯ №41.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)	18
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ K, Ca // SO ₄ , F-H ₂ O ПРИ 25 ⁰ C МЕТОДОМ ТРАНСЛЯЦИИ	
Солиев Л., Борисов И.М., Мусоджонов Дж. М., Джаборов И.И., Набиев А.А., Мухамедьянова А.А.	18
МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ОСНОВЕ N,N'-ДИФЕНИЛ-П-БЕНЗОХИНОНДИИМИНА	
Дадали Ю.В., Дадали В.А.	22
СЕКЦИЯ №42.	
ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)	28
СЕКЦИЯ №43.	
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06).....	28
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ ПРИ ОТБЕЛКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	
Осовская И.И., Байкова В.С.	28
СЕКЦИЯ №44.	
ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08).....	31
СЕКЦИЯ №45.	
ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)	31
СЕКЦИЯ №46.	
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10).....	31
СЕКЦИЯ №47.	
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)	31
СЕКЦИЯ №48.	
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)	31

СЕКЦИЯ №49.	
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)	31
СЕКЦИЯ №50.	
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14).....	31
СЕКЦИЯ №51.	
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15).....	31
СЕКЦИЯ №52.	
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)	31
СЕКЦИЯ №53.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17).....	31
СЕКЦИЯ №54.	
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21).....	31
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00).....	31
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)	31
СЕКЦИЯ №55.	
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01).....	32
СЕКЦИЯ №56.	
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)	32
СЕКЦИЯ №57.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03).....	32
СЕКЦИЯ №58.	
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)	32
СЕКЦИЯ №59.	
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)	32
СЕКЦИЯ №60.	
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)	32
СЕКЦИЯ №61.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07).....	32
СЕКЦИЯ №62.	
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08).....	32
СЕКЦИЯ №63.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09).....	32
ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГОВ ТРЕУГОЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТРИЧЕСКИХ	
ЭПСИЛОН-СЕТЕЙ	
Каменев Г.К., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С.....	32
ПОРЯДОК ШАРКОВСКОГО И ТРЕУГОЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ	
Поляновский В.О., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С.	38
ЭКОЛОГИЯ И ТРЕУГОЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ	
Поляновский В.О., Саранча Д.А.	47
ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)	51
СЕКЦИЯ №64.	
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)	51

СЕКЦИЯ №65.	
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02).....	51
СЕКЦИЯ №66.	
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03).....	51
СЕКЦИЯ №67.	
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04).....	51
СЕКЦИЯ №68.	
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05).....	51
СЕКЦИЯ №69.	
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)	51
СЕКЦИЯ №70.	
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)	51
СЕКЦИЯ №71.	
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)	51
КЛАССИФИКАЦИЯ СНИМКОВ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	
Зорина А.А.	51
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ (БАЛЛЫ) И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ И РИСКА	
Андреев Ю.Б., Светлосанов В.А.	57
СЕКЦИЯ №72.	
БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09).....	61
СЕКЦИЯ №73.	
ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)	61
СЕКЦИЯ №74.	
ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11).....	61
СЕКЦИЯ №75.	
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)	61
СЕКЦИЯ №76.	
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)	62
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	
Дитц Л.Ю.	62
СЕКЦИЯ №77.	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14).....	65
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00).....	66
СЕКЦИЯ №78.	
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)	66
СРАВНИТЕЛЬНАЯ АДФ-ИНДУЦИРОВАННАЯ АГРЕГАЦИЯ ТРОМБОЦИТОВ У ОВЕЦ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ	
Ошуркова Ю.Л., Кострякова Л.С., Смыслов В.М.	66
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТОК У МУЖЧИН С ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА СЕВЕРЕ	
Морозова О.С., Каббани С.М., Щеголева Л.С.	68
СЕКЦИЯ №79.	
АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02).....	70

СЕКЦИЯ №80.	
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)	70
СЕКЦИЯ №81.	
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)	70
СЕКЦИЯ №82.	
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)	70
СЕКЦИЯ №83.	
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)	70
ГЕОГРАФИЯ.....	70
СЕКЦИЯ №84.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ	
ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)	70
СЕКЦИЯ №85.	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)	71
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТОРАЛЬНОЕ	
ПОВЕДЕНИЕ В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Приходько Д.А.....	71
СЕКЦИЯ №86.	
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)	73
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	73
СЕКЦИЯ №87.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	73
ПРОФЕССИИ В ИТ СФЕРЕ	
Гончаров Р.Д.	73
ГЕОЛОГИЯ	75
СЕКЦИЯ №88.	
РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	75
ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ	
ОБРАЗОВАНИЙ И ВРЕДНЫХ КОМПОНЕНТОВ, НАКОПЛЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ	
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО	
КОМПЛЕКСА	
Липина А.В., Мельниченко И.А.....	75
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	78

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №1.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ТОЧКАМИ НАГРУЖЕННЫМИ СВОБОДНЫМ ЧЛЕНОМ И С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Хидиров Х.С., Кандидат физико-математических наук

Институт технологии и инновационного менеджмента г.Куляб

В работе исследовано линейное системы обыкновенных дифференциальных уравнение с трех сингулярными точками нагруженными свободных член и с дополнительными условиями и доказано существование решение и помощью алгебраические уравнение

Ключевые слова: система уравнения, нагрузка, дополнительные условие, сингулярные точки.

The study linear systems of ordinary differential equations with three singular points of the loaded free member and additional conditions

Khidirov Kh. S. (Candidate of Physics and Mathematical Sciences),.

Institute of Technology and Innovation Management at Kulob

We have investigated the linear system of ordinary differential equation with three singular points of the loaded free member and with the additional conditions and proved the existence of a solution and using algebraic equations

Keywords: system of equations, load, additional conditions, singular point.

Рассмотрим систему уравнений

$$x(x-1)(x+1)y'_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}(x)y_j + f_i(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i(x), (i=1,2,...,n) \quad (1)$$

где $a_{kj}(x)$ - заданные непрерывные функции (без ограничения общности можем считать их вещественными).

$f_i(x)$ свободный член $\sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i, (i=1,2,...,n)$ нагрузка. Что касается свободных членов, нагрузка и решений, то

при $x \neq 0, x \neq \pm 1$, они также считаются непрерывными: в сингулярной точки $x=0, x \neq \pm 1$ они могут быть непрерывными (класс C), либо просто ограниченными (класс M_0). Используем ту же векторную запись

$$\text{Дополнительные условие } \int_a^b \varphi_i(x) \cdot y_i(x) dx = p_i, (i=1,2,...,m) \quad (2)$$

Рассмотрим систему с постоянными коэффициентами.

$$x(x-1)(x+1)y'_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}(0)y_j + f_i(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i(x), (i=1,2,...,n) \quad (3)$$

К неоднородной система уравнений (3) соответствует однородная система (1₀). Коротко вместо $a_{kj}(0)$ будем писать, a_{kj} ($k, j = 1, 2, \dots, n$), тогда получим однородную систему с постоянными коэффициентами.

$$x(x-1)(x+1)y'_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}(0)y_j, (i = 1, 2, \dots, n). \quad (1_0).$$

Пытаясь, удовлетворить (1₀) степенными функциями $\left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^\lambda$, придем к характеристическому уравнению:

$$y_1 = \gamma_{1k} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^\lambda, y_2 = \gamma_{2k} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^\lambda, \dots, y_n = \gamma_{nk} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^\lambda \quad (4)$$

после дифференцирования (5) получим:

$$y'_i = \gamma_{ik} \cdot \lambda \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda-1} \cdot \frac{1}{x(x-1)(x+1)}, (i = 1, 2, \dots, n)$$

подставим эти значения в систему уравнений (1₀)

$$x(x-1)(x+1)\gamma_{ik} \lambda \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda-1} \cdot \frac{1}{x(x-1)(x+1)} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \gamma_{jk} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda-1}, (i = 1, 2, \dots, n). \text{ или}$$

$$\Delta(\lambda) \cdot \Gamma = \det[A - \lambda I] \cdot \Gamma = \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} - \lambda \end{vmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \gamma_{1k} \\ \gamma_{2k} \\ \dots \\ \gamma_{nk} \end{bmatrix} = 0, \Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{1k} \\ \gamma_{2k} \\ \dots \\ \gamma_{nk} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где $A = \|a_{kj}\|$, I-единичная матрица.

Будем рассматривать случай, когда его корни (вещественные или комплексные) все различны, обозначаются $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, причем $\operatorname{Re} \lambda_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, n$ (из этого необходимо следует, что $\Delta^0 = \det A(0) \neq 0$).

Записывая общее решение системы (1₀)

$$y_j(x) = \sum_{k=1}^n c_k \gamma_{jk} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda_k} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

где c_k – произвольные постоянные, для нахождения частного решения неоднородной системы $\hat{Y}(x) = (\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n)$ методом вариации постоянных, дифференцируем.

$$y'_i = \sum_{j=1}^n \left(c_j \gamma_{jk} \lambda_j \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda_j-1} \cdot \frac{1}{x(x-1)(x+1)} + \gamma_{jk} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda_j-1} \frac{dc_j}{dx} \right), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

Подставляя эти значение в уравнение (2) получаем такие системы уравнений

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{\lambda_j-1} \frac{dc_j}{dx} = \frac{f_i(x)}{x(x-1)(x+1)}, (i = 1, 2, \dots, n). \quad (8)$$

Для получения $\frac{dc_1}{dx}, \frac{dc_2}{dx}, \dots, \frac{dc_n}{dx}$, используем алгебраическое дополнение элементов γ_{kj} ,

$$\frac{dc_i}{dx} = \frac{\sum_{j=1}^n \left[\Gamma_{ji} \left(f_j(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i(x) \right) \right]}{\Gamma} = \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{-\lambda_i} \cdot \frac{1}{x(x-1)(x+1)} \sum_{j=1}^n \beta_{ji} \left(f_j(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i(x) \right), (i = 1, 2, \dots, n)$$

эту систему коротко можно так написать:

$$\frac{dc_i}{dx} = \left|1 - \frac{1}{x^2}\right|^{-\lambda_k} \cdot \frac{1}{x(x-1)(x+1)} \sum_{j=1}^n \beta_{kj} \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

где $\beta_{kj} = \frac{\Gamma_{kj}}{\Gamma}$ и Γ_{kj} – алгебраическое дополнение элемента γ_{kj} в матрице $\|\gamma_{kj}\|$. Интегрируя (9) в пределах

$[-1, x]$ и $[x, 1]$ при $\operatorname{Re} \lambda_k < -1$ и в пределах $[0, x]$ при $\operatorname{Re} \lambda_k > \frac{1}{2}$ и вводя операторы

$$\begin{aligned}\xi_i^+ y &= - \int_x^0 \frac{t^{2\lambda_i-1}}{|t^2-1|^{\lambda_i+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) dt \quad (\operatorname{Re} \lambda_i > \frac{1}{2}) \\ \xi_i^- y &= \int_{-1}^x \frac{t^{2\lambda_i-1}}{|t^2-1|^{\lambda_i+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) dt + \int_x^1 \frac{t^{2\lambda_i-1}}{|t^2-1|^{\lambda_i+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) dt, \quad (\operatorname{Re} \lambda_k < -1) \quad (10)\end{aligned}$$

Сможем записать:

$$\left| 1 - \frac{1}{x^2} \right|^{\lambda_k} c_i = \xi_i^\pm \left(\sum_{j=1}^n \beta_{kj} \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j \right) \right) = \sum_{j=1}^n \beta_{kj} \xi_k^\pm \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j \right)$$

так что

$$\hat{y}_p(x) = \sum_{j=1}^n \xi_{pj} \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^p \right) \quad p=1,2,\dots,n$$

$$\xi_{pj} = \sum_{k=1}^n \gamma_{pk} \beta_{kj} \xi_k^\pm \quad (11)$$

$$\hat{Y} = T_0 F, \quad T_0 = \|\xi_{pj}\| \quad (12)$$

Таким образом, общее решение (2) определяется формулами

$$y_p(x) = \sum_{k=1}^n c_k \gamma_{pk} \left| 1 - \frac{1}{x^2} \right|^{\lambda_k} + \sum_{j=1}^n \xi_{pj} \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^p \right) \quad (13)$$

Возвращаясь к общему случаю переменных коэффициентов, стандартной процедурой вычитания преобразуем (1) к системе с постоянными коэффициентами, но со «свободными членами»

$$\bar{f}_j(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \bar{\theta}_k^j = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{js}(x) + f_j(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j, \quad \bar{a}_{js}(x) \equiv a_{js}(x) - a_{js}(0).$$

Вставляя в формулы обращение (13), приходим к системе интегральных уравнений

$$y_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} y_j + \sum_{j=1}^n c_j \gamma_{ij} \left| 1 - \frac{1}{x^2} \right|^{\lambda_j} + \sum_{j=1}^n \xi_{ij} \left(f_i(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i(x) \right), \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (14)$$

$$\text{где} \quad T_{kp} y = \sum_{j=1}^n \xi_{kj} (\bar{a}_{jp} y) \quad (15)$$

Как показывают формулы (15) и (11), все T_{kp} выражаются в виде линейных комбинаций с постоянными коэффициентами над простейшими операторами

$$\begin{aligned}\xi_{jki}^+ y &= \xi_j^+ [\bar{a}_{ki}(t) \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j(t) \right)] = - \int_x^0 \frac{\bar{a}_{ki}(t) t^{2\lambda_k-1}}{|t^2-1|^{\lambda_k+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j \right) dt. \\ \xi_{jki}^- y &= \xi_j^- [\bar{a}_{ki}(t) \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j(t) \right)] = \int_{-1}^x \frac{\bar{a}_{ki}(t) t^{2\lambda_k-1}}{|t^2-1|^{\lambda_k+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j(t) \right) dt + \int_x^1 \frac{\bar{a}_{kj}(t) t^{2\lambda_k-1}}{|t^2-1|^{\lambda_k+1}} \left(y(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^j(t) \right) dt\end{aligned}$$

Прежде всего, поскольку $\bar{a}_{ki}(t)$ непрерывны, то операторы $\xi_{jki}^\pm y$ действуют и ограничены в C и M_0 , причем

$$\|\xi_{jki}^\pm y\| \leq \frac{\mu_{ki}}{|\operatorname{Re} \lambda_j|} \|y\|, \quad \mu_{ki} = \max_{0 \leq t \leq d} |\bar{a}_{ki}(t)| \quad (16)$$

во-вторых, поскольку $\bar{a}_{ki}(0) = 0$, то $\lim_{d \rightarrow 0} \mu_{ki} = 0$ и, кроме того, как показано [2,4]. Операторы $\xi_{jki}^{\pm} \mathcal{U}$ вполне непрерывны в S и M .

Используем дополнительные условия (3) и подставим (14) на (3).

$$\int_a^b \varphi_i(x) \cdot \left\{ \sum_{j=1}^n T_{ij} y_j + \sum_{k=1}^n c_k \gamma_{ik} \left| 1 - \frac{1}{x} \right|^{\lambda_k} + \sum_{j=1}^n \xi_{ij} \left(f_j + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) \right\} dx = p_i, (i=1,2,\dots,m)$$

После вычисления определенного интеграла получаем линейные алгебраические уравнения (л.а.с).

$$\sum_{k=1}^n a_{ik} \alpha_k = b_i, \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (17)$$

$$\text{где } \alpha_k a_{ik} = \int_a^b \varphi_i(x) \cdot \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k^i \right) dx, (i=1,2,\dots,m), \quad b_i = \int_a^b \varphi_i(x) \cdot \left(\sum_{j=1}^n T_{ij} y_j + \sum_{j=1}^n \xi_{ij} f_j \right) dx$$

Теорема 4.1.

Пусть в системе (1) коэффициенты $a_{kj}(x)$ – заданные непрерывные функции и пусть определяемое значениями $a_{kj}(0)$ характеристическое уравнение (4) имеет p различных корней $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, причем $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0, j=1,2,\dots,n$. если на (л.а.с) (16) $n=m$ и $\Delta \alpha \neq 0$ тогда:

1). На отрезке $[-1,1]$ и свободные члены из S или M_0 , всегда существует единственное решение неоднородной системы (1) из того же класса.

2) Если на (л.а.с) 1). $n > m, 2). n < m$, то уравнение (1) имеет на отрезке $[-1,1]$ и свободные члены из S или M_0 , существует решение неоднородной системы (1) из того же класса противном случае не имеет решение.

Список литературы

1. Михайлов Л.Г. Об одном способе исследования систем обыкновенных дифференциальных уравнений с сингулярными точками // ДАН России, 1994, т. 336, № 1, с. 21-23.
2. Михайлов Л.Г. Интегральные уравнения с однородными ядрами степени (-1). Душанбе, Дониш, 1966, 48с.
3. Михайлов Л.Г. О некоторых нелинейных сингулярных дифференциальных уравнениях // Докл. АН Тадж. ССР, 1989, т. 32, № 8, с. 495-499.
4. Раджабов Н. Интегральные представления граничных задач для некоторых дифференциальных уравнений с сингулярной линией или сингулярными поверхностями. Часть 4, Душанбе-1985, 124с.

О СВЯЗИ МЕЖДУ ЛИНЕЙНЫМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ И ИНТЕГРАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ ТИПА ВОЛЬТЕРА С НАГРУЗКОЙ В ПРАВОЙ ЧАСТИ И С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Каримова Назокат

Кулябский государственный университет им. А. Рудаки

В статье указано связь между линейными дифференциальными уравнениями и интегральными уравнениями типа Вольтера с нагрузкой в правой части и с дополнительными условиями.

Ключевые слова: линейных дифференциальных уравнений – интегральных уравнений- нагрузка - дополнительные условия.

THE RELATION BETWEEN THE LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS AND INTEGRAL EQUATIONS OF VOLTERA TYPE WITH A LOAD ON THE RIGHT SIDE, AND WITH THE ADDITIONAL CONDITIONS.

Karimova N.

A. Rudaki Kulyab State University

The article indicates the connection between the linear differential equations and integral equations of Volterra type with a load on the right side, and with the additional conditions.

Key words: system of linear differential-integral equations-load-runny additional conditions.

Известно, что между задачей Коши для линейного дифференциального уравнения (л.д.у.)

$$L[y] = y^{(n)} + a_1(x)y^{(n-1)} + \dots + a_n(x)y = f(x)$$

с коэффициентами $\alpha_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) при начальных условиях

$$y(0) = C_0, \quad y'(0) = C_1, \dots, y^{(n-1)}(0) = C_{n-1}$$

и интегральными уравнениями типа Вольтера

$$\varphi(x) = \int_a^x k(x,t)\varphi(t)dt + f(x)$$

существует тесная взаимосвязь, [1-3], где $k(x, t)$, $f(x)$ -заданные непрерывно дифференцируемые функции, причем $k(x, t) \neq 0$ при $a \leq x \leq b$.

Эта взаимосвязь можно восстановить и для л.д.у. с нагрузкой в правой части

$$L[y] = f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k \quad (4)$$

при начальных условиях (2) с дополнительными условиями

$$\int_a^x \Psi_i(t)y(t)dt = P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

и интегральными уравнениями

$$\varphi(x) = \int_a^x k(x,t)\varphi(t)dt + f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k \quad (6)$$

Здесь $\theta_k(x)$, ($k = 1, 2, \dots, n$)- заданные непрерывно дифференцируемые функции, $\psi_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) - непрерывные функции, P_i ($i = 1, 2, \dots, n$) - заданные α_k ($k = 1, 2, \dots, n$) - неизвестные параметры наряду с искомой функцией $y(x)$, $\varphi(x)$.

Для упрощения, покажем эту связь на примере л.д.у. второго порядка

$$y'' + a_1(x)y' + a_2(x)y = f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k(x) \quad (a \leq x \leq b) \quad (7)$$

при начальных условиях

$$y(a) = \alpha, \quad y'(a) = \beta \quad (8)$$

с дополнительными условиями

$$\int_a^x \psi_i(t)\varphi(t)dt = P_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (9)$$

Пологая

$$y'' = \varphi(x)$$

и последовательно интегрируя, имеем

$$y' = \int_a^x \varphi(t)dt + c_1 \quad \text{и} \quad y(x) = \int_a^x dt \int_a^t \varphi(s)ds + c_1(x-a) + c_2.$$

Изменяя порядок интегрирования в двойном интеграле последнего равенства, замечаем, что

$$\int_a^x dt \int_a^t \varphi(s)ds = \int_a^x ds \int_t^x \varphi(s)dt = \int_a^x (x-s)\varphi(s)ds \equiv \int_a^x (x-t)\varphi(t)dt$$

из начальных условий (8) при $x = a$ находим

$$a = \int_a^x dt \int_a^t \varphi(s)ds + c_1(a-a) + c_2, \quad \text{откуда} \quad c_2 = \alpha.$$

Аналогично получим

$$\beta = \int_a^a \varphi(t)dt + c_1 \Rightarrow c_1 = \beta.$$

Поэтому

$$y'(x) = \int_a^x \varphi(t)dt + \beta \quad (10)$$

и отсюда

$$y = \int_a^x (x-t)\varphi(t)dt + \beta(x-a) + \alpha. \quad (11)$$

Соотношения (10)-(11) подставим в л.д.у. (7)

$$\begin{aligned} \varphi(x) + a_1(x) \left[\int_a^x \varphi(t)dt + \beta \right] + a_2(x) \left[\int_a^x (x-t)\varphi(t)dt + \beta(x-a) + \alpha \right] = \\ = f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \varphi(x) + a_1(x) \int_a^x \varphi(t)dt + a_2(x) \int_a^x (x-t)\varphi(t)dt = f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k(x) - \\ - \beta a_1(x) - [\beta(x-a) + \alpha] a_2(x) \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \varphi(x) + \int_a^x [a_1(x) + a_2(x)(x-t)]\varphi(t)dt = f(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k(x) - \beta a_1(x) - \\ - [\beta(x-a) + \alpha] a_2(x) \end{aligned}$$

Обозначая для краткости

$$\begin{aligned} K(x, t) &= -[a_1(x) + a_2(x)(x-t)], \\ F(x) &= f(x) - \beta a_1(x) - [\beta(x-a) + \alpha] a_2(x) \end{aligned}$$

получаем интегральное уравнение Вольтера

$$\varphi(x) = \int_a^x k(x, t)\varphi(t)dt + F(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \theta_k(x). \quad (12)$$

Зная функцию $\varphi(x)$, из зависимости (11) можно найти $y(x)$ и $y'(x)$.

И так, интегральное уравнение Вольтера (12) с нагрузкой в правой части включает в себя все данные задачи Коши для л.д.у.(7).

В силу (9) умножая каждую из членов равенства (12) на $\psi_j(t)$ и интегрируя от a до x получим:

$$\sum_{k=1}^n \alpha_k a_{jk} = b_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (13)$$

где

$$a_{jk} = \int_a^x \psi_j(t)\theta_k(t)dt, \quad b_j = P_j - \int_a^x K(x, t) \left[\int_a^x \psi_j(s)\varphi(s)dt \right] dt$$

Равенство (13) представляет собой линейную алгебраическую систему (л.а.с.), состоящее из m уравнений и n -неизвестными $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, которая исследуется известными методами.

Теорема. Л.д.у. с нагрузкой в правой части (7) с начальными условиями (8) тесно связано с интегральным уравнением Вольтера с нагрузкой в правой части (12) и с дополнительными условиями (9), сводится к л.а.с. (13), состоящей из m уравнений с n -неизвестными $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$.

1. Если $m < n$, то уравнения (7), (12) и (13) разрешимы при любых правых частях;
2. Если $m = n$, и $\det |a_{jk}| \neq 0$, то уравнения (7), (12) и (13) имеют и притом единственное решение;
3. Если $m > n$, то для разрешимости уравнений (7), (12) и (13) необходимо и достаточно равенство рангов расширенной матрицы (13) и основной матрицы из (13).

Аналогичный результат можно получить для л.д.у. n -го порядка.

Имеет место и обратная задача. Если ядро

$$K(x, t) = \sum_{k=0}^n \alpha_k(x) t^k$$

есть многочлен n -й степени относительно t , то последовательно дифференцируя интегральное уравнение Вольтера (12), приходим к задаче Коши для л.д.у. n -го порядка.

Список литературы

1. Краснов МЛ. Интегральные уравнения. Введение в теорию, «Наука», 1975.
2. Петровский И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений «Наука», 1965.
3. Пономарёв К. К. Специальный курс высшей математики, М. «Высшая школа», 1974.

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)

СЕКЦИЯ №6.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)

СЕКЦИЯ №7.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)

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)

**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)**

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)

**СЕКЦИЯ №14.
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)**

**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)**

**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)**

**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)**

**СЕКЦИЯ №28.
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)**

**СЕКЦИЯ №29.
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)**

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

**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)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ К,
Са // SO₄, F-H₂O ПРИ 25°C МЕТОДОМ ТРАНСЛЯЦИИ**

Солиев Л., Борисов И.М., Мусоджонов Дж. М., Джабаров И.И., Набиев А.А., Мухамедьянова А.А.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г.Уфа

Знание закономерностей фазовых равновесий в шестикомпонентной системе К, Са // SO₄, CO₃, HCO₃, F-H₂O, составляющих ее пяти- К, Са // SO₄, CO₃, F-H₂O и четырехкомпонентных системах может служить теоретической основой для создания оптимальных способов переработки полиминерального природного и технического (отходов производства) сырья, которые содержат сульфаты, карбонаты, гидрокарбонаты, фториды калия и кальция. Эти закономерности могут быть отображены в виде фазовых диаграмм соответствующих систем [1].

Как показывает анализ литературы [7] система К, Са // SO₄, F-H₂O не исследована.

В настоящей работе приведены результаты исследования фазовых равновесий в системе К, Са // SO₄, F-H₂O при 25°C методом трансляции. Метод трансляции [3-4] вытекает из принципа совместимости [2] элементов строения систем из n компонентов с элементами строения системы из n+1 компонентов в одной диаграмме.

Для прогнозирования строения диаграммы фазовых равновесий четырехкомпонентной системы К, Са//SO₄, F-H₂O необходимо знание состояния фазовых равновесий в составляющих ее трехкомпонентных

системах: K_2SO_4 -KF- H_2O ; K_2SO_4 - $CaSO_4$ - H_2O ; $CaSO_4$ - CaF_2 - H_2O и KF- CaF_2 - H_2O . Как показал анализ литературы [6], трехкомпонентные системы K_2SO_4 -KF- H_2O и K_2SO_4 - $CaSO_4$ - H_2O исследованы методом растворимости при 25 $^{\circ}$ C. Для трехкомпонентных систем $CaSO_4$ - CaF_2 - H_2O и KF- CaF_2 - H_2O экспериментальные данные о растворимости отсутствуют. Если допускать, что эти системы относятся к эвтоническим и для них на уровне трехкомпонентного состава могут быть характерны по одной невариантной точки то для исследуемой четырехкомпонентной системе при 25 $^{\circ}$ C, на уровне трёхкомпонентного состава, будут характерны следующие невариантные точки с равновесными твердыми фазами (Табл.1).

Таблица 1

Равновесные твердые фазы невариантных точки системы K, Ca // SO_4 , F- H_2O при 25 $^{\circ}$ C на уровне трёхкомпонентного состава

Трехкомпонентная система	Нонвариантная точка	Фазовый состав осадков
K_2SO_4 - $CaSO_4$ - H_2O	E_1^3	Ар+Сн
	E_2^3	Сн+Гп
$CaSO_4$ - CaF_2 - H_2O	E_3^3	Гп+Фо
KF- CaF_2 - H_2O	E_4^3	Кб+Фо
K_2SO_4 -KF- H_2O	E_5^3	Ар+Кб

Здесь и далее Е обозначает невариантную точку с верхним индексом, указывающим на кратность точки (компонентность системы), и нижним индексом, указывающим на порядковый номер точки. Приняты следующие обозначения равновесных твердых фаз: Ар- Арканит K_2SO_4 ; Кб- Каробиит KF; Сн-Сингенит K_2SO_4 · $CaSO_4$ · H_2O ; Фо-Флюорит CaF_2 ; Гп-Гипс $CaSO_4$ · 2 H_2O . По данным Табл.1 построена диаграмма фазовых равновесий системы K,Ca // SO_4 ,F- H_2O , на уровне трехкомпонентного состава, в виде "Развертки" призмы (Рисунок 1).

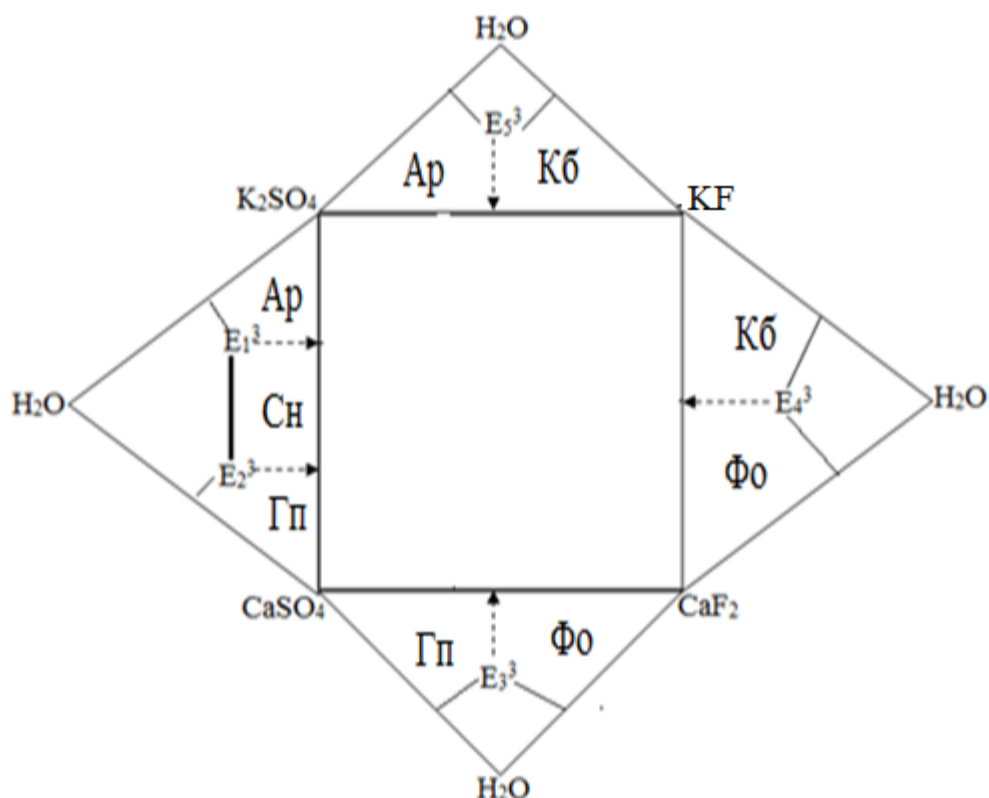
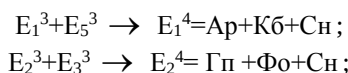
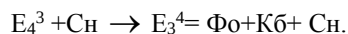


Рис.1. Развёртка" диаграммы фазовых равновесий системы K, Ca//SO₄, F-H₂O при 25°C на уровне трёхкомпонентного состава

При трансляции невариантных точек уровня трёхкомпонентного состава на уровень четырёхкомпонентного состава (математически реализуемого при сочетании невариантных точек, отличающихся друг от друга на одну фазу [3-4]), образуются следующие невариантные точки уровня четырёхкомпонентного состава:



Анализ полученных результатов показывает, что одна из невариантных точек уровня трехкомпонентного состава (E_4^3) «сквозным» методом не транслирована на уровень четырехкомпонентного состава. При «односторонней» трансляции она приводит к образованию следующей невариантной точки уровня четырехкомпонентного состава:



Окончательный вариант замкнутой схематической [5] диаграммы фазовых равновесий системы K, Ca//CO₃F- H₂O при 25°C, построенной методом трансляции, приведен на Рисунке 2.

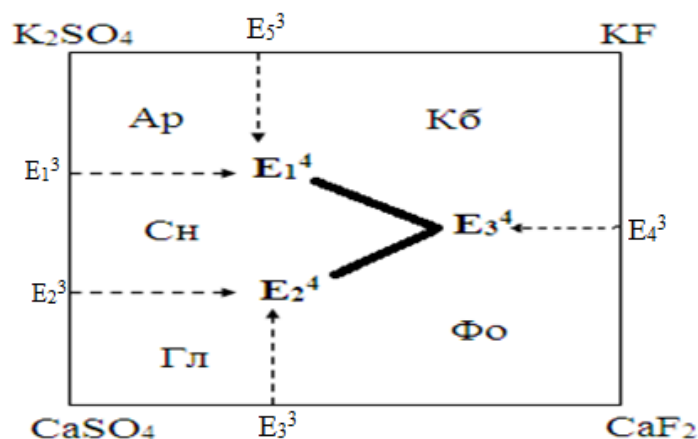


Рис.2. Схематическая диаграмма фазовых равновесий системы K,Ca//SO₄,F-H₂O при 25°C, построенная методом трансляции

На рисунке моновариантные кривые, образованные в результате трансляции невариантных точек уровня трехкомпонентного состава, отмечены пунктирными линиями, а направление трансляции указано стрелками. Характеризующий их фазовый состав осадков идентичен фазовому составу невариантных точек уровня трёхкомпонентного состава. Моновариантные кривые, проходящие между невариантными точками уровня четырёхкомпонентного состава, отмечены толстыми сплошными линиями. Они характеризуются следующим фазовым составом осадков:

$$E_1^4 \text{ — } E_3^4 = \text{Сн} + \text{Кб};$$

$$E_2^4 \text{ — } E_3^4 = \text{Сн} + \text{Фо};$$

Из Рисунка 2 видно, что поле кристаллизации Сн при 25°C граничит с полями кристаллизации всех остальных равновесных фаз. Это указывает на то, что в данных условиях поле кристаллизации Сн занимает значительную часть исследуемой системы.

В Табл.2 приведены перечень и контуры дивариантных полей системы K, Ca // SO₄, F-H₂O при 25°C.

Таблица 2

Перечень и контуры дивариантных полей системы K, Ca // SO₄, F-H₂O при 25°C.

Равновесная полей фаза	Контуры полей на диаграмме (Рис.2)	Равновесная полей фаза	Контуры полей на диаграмме (Рис.2)
Ап	$K_2SO_4 \text{ — } E_5^3$ $E_3^3 \text{ — } E_1^4$	Фо	$E_2^4 \text{ — } E_3^4 \text{ — } E_4^3$ $E_3^3 \text{ — } CaF_2$
Кб	$E_5^3 \text{ — } KF$ $E_1^4 \text{ — } E_3^4 \text{ — } E_3^4$	Сн	$E_1^3 \text{ — } E_4^4 \text{ — } E_3^4$ $E_2^3 \text{ — } E_2^4$
Гп	$E_2^3 \text{ — } E_2^4$ $CaSO_4 \text{ — } E_3^3$		

Как показывает анализ построенной диаграммы фазовых равновесий системы K,Ca//CO₃,F-H₂O при 25°C методом трансляции, она характеризуется следующим количеством дивариантных полей 5, моновариантных кривых 7 и невариантных точек 3.

Список литературы

1. Аносов В.Я., Озерова М. И., Фиалков Ю. Я. Основы физико-химического анализа. - М.: Наука, 1976.-503 с.
2. Горощенко Я.Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем. - Киев: Наукова думка, 1982. - 264 с.
3. Солиев Л. Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно - солевых систем методом трансляции. - М.. 1987. 28 с. Деп. В ВИНТИ АН СССР 20.12.87 г. № 8990 В87.
4. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции (книга - Душанбе: ТГПУ. 2000. - 247 с.
5. Солиев Л. Схематические диаграммы фазовых равновесий многокомпонентных систем // Журнал неорганической химии. - 1988, т. 33. - № 5. - С. 1305 - 1310.
6. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно- солевых систем. Т. I., кн. 1-2. - СПб.: Химиздат, 2003. - 1151 с.
7. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно солевых систем. Т. II., кн. 1-2. СПб.: Химиздат, 2004. - 1247 с

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ОСНОВЕ N,N'-ДИФЕНИЛ-П-БЕНЗОХИНОНДИИМИНА

Дадали Ю.В., Дадали В.А.

ФГБОУ ВПО Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, г.Санкт-Петербург

Аннотация.

Нами показано, что восстановительный механизм действия природных антиоксидантов является важным параллельным механизмом, альтернативным антирадикальному. Для оценки вклада восстановительного механизма природных соединений в их антиоксидантную активность нами предложена бинарная модельная редокс-система с примерно равными исходными концентрациями окисленной и восстановленной форм N,N'-дифенил-п-фенилендиамин (ДФФД). Показано, что протекание в этой системе реакций восстановления ДФФД L-аскорбиновой кислотой, L-аскорбилпальмитатом, тролоксом и кверцетином характеризуется значительным смещением равновесия к продукту восстановления ДФФД, что может служить мерой восстановительного эффекта. На основании полученных кинетических данных для указанных восстановителей предложены возможные механизмы восстановления окисленной формы ДФФД. На основании структурной комплементарности молекул ДФБХД и кверцетина и кинетических кривых предложен одностадийный механизм двухэлектронного восстановления ДФБХД кверцетином как один из возможных маршрутов реакции.

Ключевые слова: восстановительный эффект, реакции восстановления, антирадикальная активность, антиоксидантная активность, L-аскорбиновая кислота, L-аскорбилпальмитат, тролокс, кверцетин.

Abstract. It is demonstrated that reductive mechanism of native antioxidants action may be a parallel to radical scavenge mechanism. We proposed model red-ox system including equal concentrations of reduced and oxidated (N, N'-diphenyl-p-benzoquinone DPBQ) form of N, N'-Diphenyl-p-phenylenediamine (DPPD), for the estimation of role of this mechanism in antioxidant activity of native antioxidant including L-ascorbate, L-ascorbylpalmitate, trolox and quercetin. It is estimate that this antioxidants shift equilibrium of model reaction direct to DPPD. This shift is measure of its reductive effect. It is proposed one stage two electrons mechanism of reduction of DPBQ by quercetin as a possible pathway of reaction.

Keywords: reduce effect, reduce reactions, antiradical activity, antioxidant activity, L-ascorbic acid, L-ascorbylpalmitate, trolox, quercetin.

Свободно-радикальные и перекисные процессы и обусловленный ими синдром пероксидации в организме является важным, а во многих случаях и определяющим механизмом возникновения и протекания широкого круга заболеваний, включая сердечно-сосудистые, онкологические, воспалительные, вирусные и бактериальные инфекции и многие другие заболевания и состояния [5], объединяемых понятием «свободно-радикальная патология». В связи с этим антиоксидантная профилактика и терапия таких заболеваний предполагает широкое использование антиоксидантов, в первую очередь, природных.

К сожалению, подавляющее большинство исследований антиоксидантов в основном нацелено на оценку их антиокислительной активности в выбираемых модельных условиях, и которая нередко отражает именно антирадикальную активность или способность антиоксиданта инактивировать инициируемые искусственно или уже «готовые» стабильные свободные радикалы. Нередко эти данные противоречивы, и зависят от использованной модели, природы радикалов и метода определения активности, что без учета механизма антиоксидантного действия в определенной степени их обесценивает. Поэтому не просто констатация факта проявления антирадикальной и антиоксидантной активности и даже определение ее величины, а изучение механизмов антиоксидантного действия, предполагающее строгий количественный, и, прежде всего кинетический подход, является актуальной, приобретающей все большее значение задачей.

В соответствие с современными представлениями механизмы антирадикального и антиоксидантного действия включают различные аспекты. Антиоксиданты функционируют как а) «ловушки» свободных радикалов и факторы обрыва цепей свободно-радикального окисления; б) восстановители оксидантов; в) «хелаторы» переходных металлов – факторов прооксидантного действия; г) ингибиторы ферментов прооксидантного действия и т.д. Наиболее разработанными направлениями исследований действия природных антиоксидантов, являются изучение их активности в качестве «ловушек» свободных радикалов [3], или факторов обрыва цепей свободно-радикального окисления, или «хелаторов» переходных металлов. Однако, такие известные и широко используемые в БАД природные антиоксиданты, как витамины С и Е, флавоноиды и, возможно, катехины, резвератролы и другие растительные полифенольные соединения могут проявлять свою антиокислительную активность как эффективные нерадикальные химические восстановители. Т.е. они могут участвовать в процессе превращения окисленных и, одновременно, нерадикальных форм соединений (в отсутствие их начальных свободно-радикальных состояний), например, хинонов, в восстановленные. И этот аспект их действия изучен крайне недостаточно, при этом он представляется чрезвычайно важным для стабилизации и сохранности включённых, например, в рецептуры БАД и продукты быстро окисляющихся активных восстановленных форм, например, таких соединений, как восстановленная форма коэнзима Q10 – убихинол, токоферол (витамин Е) и т.д.

Применяемые в лабораторной практике методики оценки восстанавливающей активности, основанные на реакциях восстановления «красной кровяной соли» гексаферрицианида калия [7] или комплекса трипиридилтриамина с ионами железа Fe^{3+} [6], используют водную среду, в которой практически невозможно тестировать на восстанавливающую активность гидрофобные восстановители, такие как, например, пальмитиновый эфир аскорбиновой кислоты, ряд полифенолов и восстановленных хинонов. Таким образом, несмотря на удобную длину волны поглощения (700 нм и 593 нм), использование водной среды в этих методиках ограничивает круг природных восстановителей преимущественно гидрофильными, растворимыми в воде, соединениями.

Поэтому можно полагать, что изучение восстанавливающей активности ряда природных органических соединений является перспективным именно в среде органических растворителей, способных к растворению как достаточно гидрофобных, так и гидрофильных соединений.

Нами был обнаружен эффект восстановления N,N'-дифенил-пара-бензохинондиимина (ДФБХД) биологически активными органическими соединениями: гидрофильной L-аскорбиновой кислотой (АК), гидрофобным L-аскорбилпальмитатом (АКП), кверцетином и тролоксом (водорастворимый аналог α -токоферола) [2]. Причем, для L-аскорбиновой кислоты и L-аскорбилпальмитата в этой системе наблюдался приоритет восстановительного эффекта над их антирадикальным эффектом.

Цель исследования. Настоящее сообщение посвящено изучению кинетики и механизмов протекания восстановительных реакций с L-аскорбиновой кислотой, L-аскорбилпальмитатом, тролоксом и кверцетином в выбранной модельной редокс-системе, и связи кинетических и термодинамических параметров реакций со структурными особенностями молекул этих соединений.

Материалы и методы. В качестве модельной выбрана бинарная редокс-система «N,N'-дифенил-п-фенилендиамин (ДФФД) - N,N'-дифенил-п-бензохинондиимин (ДФБХД)» с соотношением концентраций восстановленного и окисленного компонентов соответственно 0.82:1. В качестве реакционной среды нами предложен диметилацетамид (ДМА, $\epsilon = 37.8$), обладающий высокой растворяющей способностью как в отношении гидрофобных, так и гидрофильных соединений.

Концентрационные условия проведения реакций подбирались таким образом, чтобы концентрация восстановителя (антиоксиданта) была не менее, чем в 10-кратном избытке по отношению к концентрации окисленного ДФБХД. Реакции восстановления ДФБХД проводили в стеклянных стандартных термостатируемых кюветах с ходом луча 10 мм в отсутствие инициации радикалов при температуре 25° С. О степени восстановления ДФБХД судили по изменению величины оптической плотности раствора при 450 нм - длине

волны поглощения ДФБХД. Регистрацию спектров и кинетических кривых расщедования ДФБХД осуществляли в автоматическом режиме на двулучевом спектрофотометре «Specord M-40».

Результаты и их обсуждение. Кинетические кривые расщедования ДФБХД при его восстановлении L-аскорбиновой кислотой, тролоксом и кверцетином (Рисунок 1) отвечают кинетическому уравнению первого порядка и удовлетворительно линеаризуются в координатах $\ln(C-C_{\infty}) - t$ для обратимой реакции. Введение в модельную редокс-систему изучаемых восстановителей приводит к значительному сдвигу равновесия в сторону образования восстановленного продукта - возрастанию значения K_p (Табл.1) по сравнению с начальным значением (0.82 ± 0.06). Приведенные в Табл.1 значения констант K_p равновесия рассчитаны из отношения равновесных концентраций $C_{\infty}(\text{ДФФД})/C_{\infty}(\text{ДФБХД})$ соответственно восстановленной и окисленной формы, образующихся в ходе реакции. Полученные из величины K_p и наблюдаемой константы ($k_{red}(1) + k_{ox}(1)$) значения констант скоростей $k_{red}(1)$ прямой (восстановление) и $k_{ox}(1)$ обратной (окисление) реакций [1] приведены в Табл.1.

Таблица 1

Кинетические параметры восстановительной активности в редокс-системе «ДФФД – ДФБХД»

Соединение	K_p	$k_{red}(1),$ $\times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$	$k_{ox}(1),$ $\times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$	$k_{red}(2), \times 10^{-3}$ моль $^{-1}$ л с $^{-1}$	$\Delta G_0,$ ккал/моль	T50, сек
L-Аскорбиновая кислота (АК)	51.1 ± 14.3	17880 ± 2370	350 ± 160	9600 ± 1300	-2,319	39
L-Аскорбил-пальмитат (*)	43.2 ± 16.0	15470 ± 5300	360 ± 129	8270 ± 2190	-2,221	45
Тролокс (α -токоферол)	21.5 ± 4.2	19.1 ± 0.18	0.09 ± 0.02	8.03 ± 0.08	-1,809	36330 (10 ч.)
Кверцетин	13.5 ± 3.9	6.11 ± 0.57	0.50 ± 0.20	3.82 ± 0.35	-1,535	113371 (31.5 ч.)

(*) Примечание: значения периода T50 полувосстановления рассчитаны, исходя из значений величины $k_{red}(1)$.

Видно, что значения $k_{red}(1)$ реакции восстановления для АК, АКП существенно превышают соответствующие величины для тролокса и кверцетина. Соответственно значения периода полувосстановления T50 для разных восстановителей также весьма отличаются. Рассчитанное из экспериментальных данных K_p значение стандартной свободной энергии Гиббса ΔG_0 имеет отрицательную величину для всех соединений, что характеризует термодинамическую выгодность протекания процесса восстановления ДФБХД.

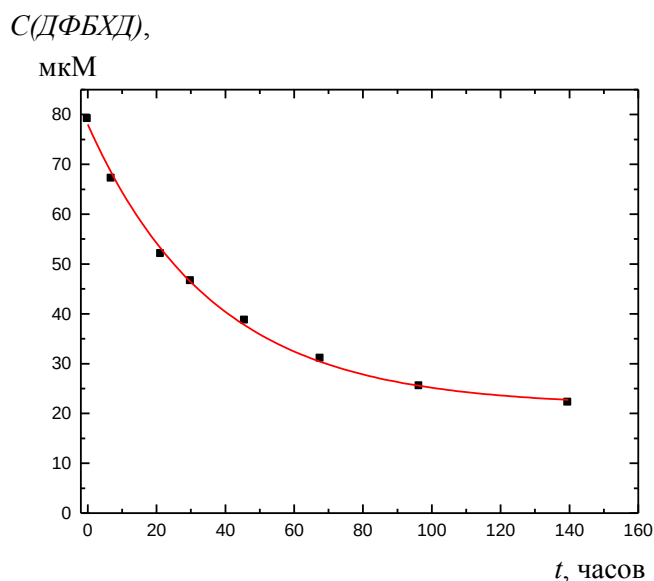


Рис.1. Типичная кривая расщедования ДФБХД (79 мкМ) в реакции его восстановления кверцетином (1.64 мМ).

Для объяснения полученных кинетических кривых нами проведена квантово-химическая РМ-3 оптимизация структур молекул изучаемых соединений. Термодинамическая выгодность процессов прямого восстановления ДФБХД аскорбиновой кислотой и аскорбилпальмитатом, молекулы которых имеют по две донорные енольные группы, подтверждается расчетными значениями величины энергии ΔE отрыва атомов водорода. Так, при последовательном двухэлектронном переносе ΔE составляет величину 14.30 ккал/моль для АК и 14.65 ккал/моль для АКП, что существенно меньше энергии отрыва двух атомов водорода от молекулы ДФФД – 43.38 ккал/моль, а выигрыш в энергии при протекании реакции составляет 29.1 – 28.7 ккал/моль.

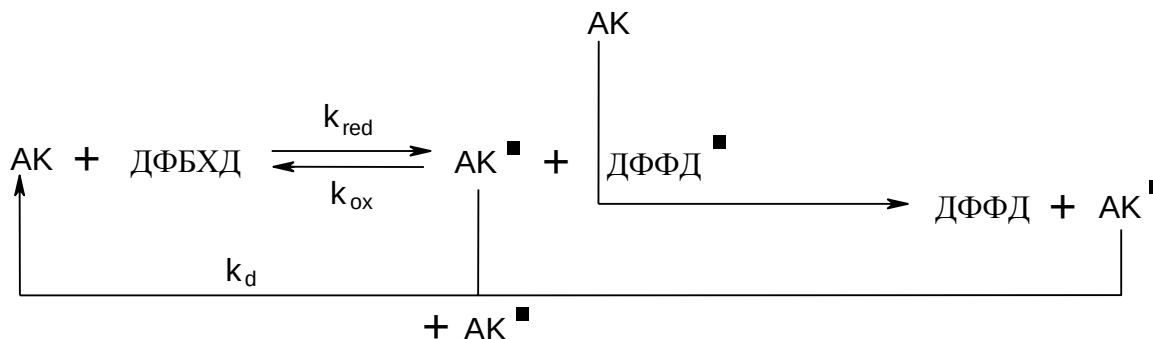
Расчетные значения расстояний между двумя соседними электронодонорными гидроксильными группами молекул АК и АКП (3.05 Å) и атомами азота (5.7 Å) как акцепторными центрами молекулы хинондиимина ДФБХД существенно различаются, что исключает возможность одностадийного механизма двухэлектронного переноса.

Таблица 2

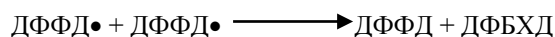
Расчетные значения энергий переноса электрона

	ДФБХД	Аскорбиновая кислота	Аскорбил-пальмитат	Тролокс	Кверцетин
ΔE , ккал/моль	1: 18.194 2: 25.184	1-ОН: 10.343 2-ОН: 13.747	1-ОН: 11.409 2-ОН: 12.748	20.218	3-ОН: 16.009 3'-ОН: 21.541 4'-ОН: 16.831
Двухэлектрон-ный перенос	43.378	14.301	14.647	-	38.064

Очевидно, что в ходе переноса электрона с молекул АК и АКП при восстановлении ДФБХД образуется некоторая концентрация радикалов АК• (или АКП•). С учетом известной способности аскорбиновой кислоты регенерироваться [4] при диспропорционировании указанных радикалов (по нашим данным, выигрыш в энергии составляет 6.39 – 13.19 ккал/моль) изучаемый процесс восстановления можно представить в виде кинетической схемы:



Здесь k_{red} – регистрируемая константа скорости расходования ДФБХД, а k_d – константа скорости гашения радикалов АК (и АКП). Расчеты показали, что процесс диспропорционирования двух семихинониминных радикалов ДФФД•



маловероятен по причине термодинамической невыгодности, поскольку образование из них одной восстановленной молекулы ДФФД и окисленной ДФБХД не приводит к выигрышу в энергии (затрата энергии составляет 7.0 ккал/моль).

Учитывая, что на всем изучаемом промежутке времени кинетика расходования ДФБХД при действии АК отвечает экспоненциальному закону с единой константой скорости $k_{\text{red}}(1)$, а одностадийный двухэлектронный перенос невозможен по причине различия в межатомных расстояниях, можно полагать, что реакция диспропорционирования радикалов АК протекает с высокой скоростью, т.е. $k_d \gg k_{\text{red}}(1)$. В этом случае наблюдаемые кривые расходования ДФБХД отвечают лимитирующей стадии восстановления аскорбиновой кислотой, а измеренная константа $k_{\text{red}}(1)$ является константой скорости восстановления ДФБХД.

Для пальмитинового эфира аскорбиновой кислоты (АКП) на зависимости (Рисунок 2) имеется два участка кривой расходования ДФБХД. Все наблюдаемые кривые отвечают кинетическому уравнению:

$$C(\text{ДФБХД}) = C_{01} \cdot \exp(-k_1^{(1)} \cdot t) + C_{02} \cdot \exp(-k_2^{(1)} \cdot t)$$

где $k_1(1)$, $k_2(1)$ – константы скорости восстановления, а C_01 , C_02 – параметры уравнения, характеризующие исходные концентрации ДФБХД. Таким образом, на изучаемом интервале времени наблюдается изменение закона скорости расходования ДФБХД и механизма его восстановления.

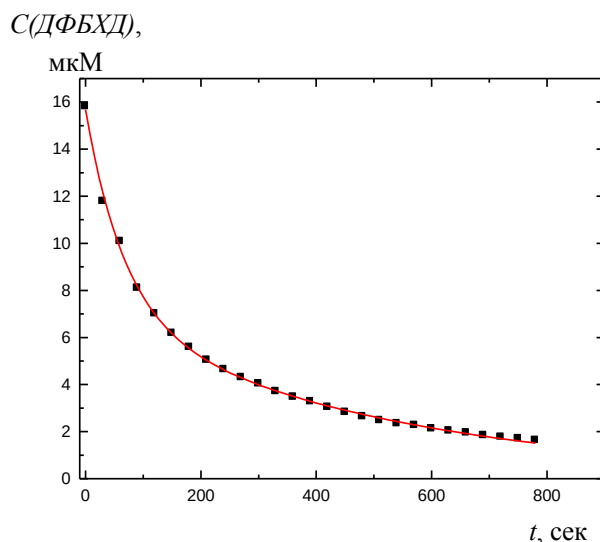


Рис.2. Кривая расходования ДФБХД (16 мкМ) в реакции восстановления L-аскорбилпальмитатом (2.03 мМ).

Это можно объяснить, если предположить протекание в системе параллельной стадии, в определенный момент времени становящейся лимитирующей. И, действительно, как и в случае с АК имеет место несоответствие расчетных межатомных расстояний между электронодонорными группами АКП ($3.09 \text{ \AA}$) и акцепторными группами хинонимина ($5.7 \text{ \AA}$), что также указывает на невозможность одностадийного механизма двухэлектронного переноса на молекулу ДФБХД. А образующиеся в системе радикалы АКП• в силу пространственных трудностей, обусловленных длинной пальмитиновой цепью, в меньшей степени способны к диспропорционированию, что может уменьшать величину k_d . В силу этого, накопление их стационарной концентрации в системе может привести к уменьшению соотношения $k_d / k_{red}(1)$, а реакция гашения радикалов k_d стать лимитирующей стадией всего процесса. Таким образом, можно полагать, что наблюдаемая константа скорости $k_2(1)$, значения которой лежат в пределах $(1.3 \cdot 10^{-3} \div 7.2 \cdot 10^{-3}) \text{ с}^{-1}$ суть константа гашения радикалов k_d (пологий участок кривой на Рисунке 2).

Для тролокса и кверцетина на всем изучаемом интервале времени соблюден единый экспоненциальный закон скорости расходования ДФБХД, что, очевидно, может означать одностадийное восстановление до семихинониминных радикалов и последующее восстановление ДФФД. Как монофенольное соединение тролокс обладает одной электронодонорной группой, величина ΔE для которой составляет 20.22 ккал/моль, тогда как для образования семихинониминного радикала ДФФД• требуется 25.18 ккал/моль (выигрыш в энергии 4.96 ккал/моль). При полном восстановлении ДФФД общий выигрыш в энергии составляет 23.16 ккал/моль (Табл.2). Таким образом, протекание реакции восстановления ДФБХД тролоксом является термодинамически выгодным. Полученное значение константы скорости $k_{red}(2)$ для тролокса на 3 порядка меньше (см. Табл.1), чем для АК и АКП.

Для кверцетина как полифенольного соединения, обладающего как минимум тремя потенциально активными гидроксильными группами 3'-ОН, 3'-ОН и 4'-ОН, значения энергии ΔE электронного переноса для которых минимальны (таблица 2) и не превышают $\Delta E = 25.18 \text{ ккал/моль}$, можно предположить два возможных механизма протекания реакции. Один из них – одноэлектронный, протекающий в одну стадию восстановления до семихинониминного радикала, выигрыш в энергии которого составляет соответственно 9.18, 3.64 и 8.35 ккал/моль для 3'-ОН, 3'-ОН и 4'-ОН электронодонорных групп. При этом механизм утилизации (диспропорционирования) из системы флавоноксильных радикалов кверцетина представляется маловероятным из-за термодинамической невыгодности процесса, что должно приводить к появлению в системе новых маршрутов окисления этими радикалами и усложнению кинетики реакции. Напротив, на всем изучаемом интервале времени строго соблюден экспоненциальный закон расходования ДФБХД. Тем самым можно предполагать наличие в системе другого механизма восстановления - двухэлектронного, протекающего в одну

стадию и отвечающего кинетическому закону I порядка. Возможно, это приводит к появлению в системе окисленного кверцетина, молекулы которого имеют хиноидоподобную структуру [2].

Отметим, что возможность протекания реакции по двухэлектронному одностадийному механизму восстановления до ДФФД обусловлена небольшим выигрышем в энергии 5.31 ккал/моль (см. Табл.2). В то же время полученные в расчетах значения межатомных расстояний между центрами 3-ОН и 4'-ОН электронодонорных групп молекулы кверцетина и электроноакцепторными азотистыми центрами ДФБХД близки и составляют 5.7 Å и 5.4 Å соответственно, что указывает на структурную комплементарность молекул кверцетина и ДФБХД, облегчающую перенос электрона (Рисунок 3).

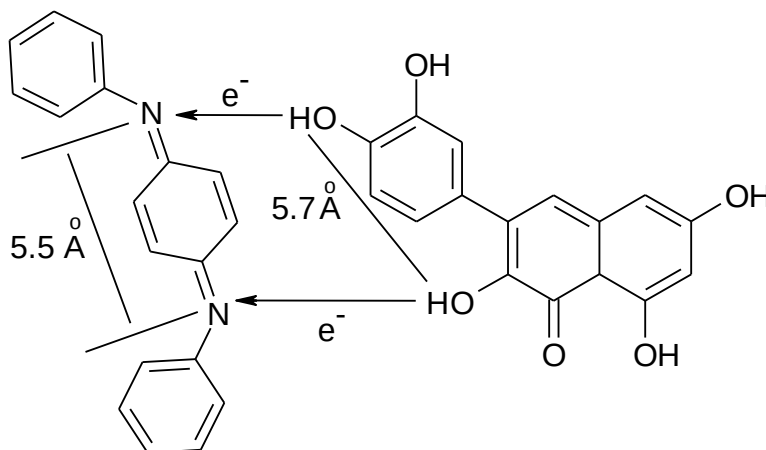


Рис.3. Предполагаемый одностадийный механизм двухэлектронного восстановления ДФБХД кверцетином.

Отметим также, что флавоноиды, сходной с кверцетином химической структуры – дигидрокверцетин, 3-ОН-группа в кольце С которого является спиртовой, рутин как дигликозид кверцетина, и лютеолин, у которого она отсутствует при наличии сопряжения в С-кольце, не приводят к заметному восстановлению ДФБХД. Причины этого обусловлены структурными особенностями каждого из этих соединений, главной из которых представляется характер 3-ОН группы. Так, в отличие от молекулярной структуры кверцетина с 3-ОН группой для указанных соединений антиоксидантная восстановительная активность определяется только активностью 3'- и 4'-ОН донорных групп кольца В [2].

Закключение.

Для оценки вклада восстановительных эффектов различных соединений антиоксидантов в антиоксидантную активность нами предложена модельная редокс-система с примерно равными исходными концентрациями окисленной и восстановленной форм ДФФД-ДФБХД. Протекание в этой системе реакций восстановления ДФБХД L-аскорбиновой кислотой, L-аскорбилпальмитатом, тролоксом и кверцетином носит обратимый характер и характеризуется значительным смещением равновесия к продукту восстановления ДФФД, что может служить мерой восстановительного эффекта. Полученные значения величины констант равновесия для указанных соединений имеют сравнимые значения, что указывает на сопоставимость восстановительных эффектов, проявляемых структурно разными соединениями. Значительные отличия (на три порядка) в величине константы k_{red} (2) скорости реакций для АК и АКП от соответствующей величины для тролокса и кверцетина, вероятно, обусловлено как термодинамической выгодностью участия двух атомов водорода в процессе восстановления, так и высокой способностью аскорбиновой кислоты к регенерации. При этом, для молекул АКП, обладающих пространственными трудностями, стадия диспропорционирования соответствующих радикалов является скоростью лимитирующей стадией, а наблюдаемая константа скорости реакции соответствует величине k_d . На основании полученных кинетических данных и структурной комплементарности молекул ДФБХД и кверцетина предложен одностадийный механизм двухэлектронного восстановления ДФБХД кверцетином как один из возможных маршрутов реакции.

Таким образом, нами показано, что восстановительный механизм действия рассматриваемых антиоксидантов является важным параллельным и альтернативным механизмом действия природных антиоксидантов, которые обычно рассматриваются как «ловушки» свободных радикалов и цепь-обрывающие факторы.

Список литературы

1. Герасимов Я.И. Курс физической химии. Т. 1./ Герасимов Я.И. – М.: Химия, 1973. – 656 с.
2. Дадали Ю.В. К вопросу о механизмах антиоксидантного действия природных полифенольных соединений в апротонных средах. II. Антирадикальный и восстанавливающий эффект. / Дадали Ю.В., Дадали В.А. // Вестник СПбГМА им. И.И. Мечникова. – 2004. – Вып. 2. – С. 62 - 66.
3. Дадали Ю.В. Сравнительное кинетическое исследование антирадикальной и антиоксидантной активности природных полифенолов в реакциях инициированного окисления N,N'-дифенил-п-фенилендиамина / Дадали Ю.В., Дадали В.А., Макаров В.Г., Кулеба В.А. // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – Вып. 1 (50). – С. 93 – 99.
4. Девис, М. Витамин С. Химия и биохимия / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж. – М.: Мир, 1999. – 176 с.
5. Дадали В.А. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. – М.: 2003. – 174 с.
6. Antonovich M., Prenzler P.D., Patsalides E. et al. Methods for testing antioxidant activity. // The Analyst. - 2002. - Vol. 127. - P. 183 - 198.
7. Dorman H.J.D., Peltoketo A., Hiltunen R. et al. Characterization of the antioxidant properties of deodorized aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. // Food Chemistry. - 2003. - Vol. 83. - P. 255 - 262.

СЕКЦИЯ №42.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)

СЕКЦИЯ №43.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТИ ПРИ ОТБЕЛКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Осовская И.И., Байкова В.С.

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТИД), г.Санкт-Петербург

Целлюлозно-бумажное производство по объему выпускаемой продукции и количеству используемой древесины занимает первое место среди всех направлений химической переработки этого вида сырья. Потребность в полуфабрикатах и готовой продукции непрерывно возрастает. Растет и потребность в беленых видах целлюлозы с высокими механическими свойствами. Целью отбелки целлюлозы для бумаги является повышение белизны целлюлозы при сохранении на требуемом уровне ее прочностных свойств. При отбелке целлюлозы повышение белизны достигается удалением хромофорсодержащих (окрашенных) соединений, в первую очередь лигнина. На устойчивость (стабильность) белизны получаемой среди прочих факторов заметное влияние оказывают экстрактивные вещества древесины, поэтому их удалению уделяют большое внимание, как при варке, так и при отбелке.

Отбелку целлюлозы обычно проводят в несколько стадий (ступеней) различными отбеливающими реагентами. На первых ступенях отбелки (так называемых делигнифицирующих ступенях) основной целью является максимальное удаление лигнина, на последних – повышение белизны.

В целлюлозно-бумажном производстве важной проблемой является экологическая безопасность технологий [1-4]. Актуальность проблемы обусловлена острой необходимостью перехода на бесхлорные способы отбелки целлюлозы, снижающие содержание диоксинов и других хлорорганических соединений в сточных водах и улучшающих экологическую обстановку на предприятиях и в их окрестностях. Современное состояние целлюлозно-бумажной промышленности характеризуется все более широким использованием пероксида водорода для отбелки целлюлозы. Несмотря на свою относительно реакционную способность при окислении лигнина, H_2O_2 является перспективным реагентом при создании технологии экологически чистого производства целлюлозы. Исследования систем H_2O_2 -лигнин, H_2O_2 -лигноцеллюлоза, а также процесса саморазложения пероксида водорода, позволяют более глубоко познать механизм пероксидной отбелки лигноцеллюлозы с целью дальнейшего

повышения эффективности процесса отбелки. В связи с этим на начальной стадии щелочной обработки (ЩОП), когда еще много лигнина pH можно поддерживать высоким (примерно, 11,5). Образующиеся при этом супероксидный ион радикал O^{2+} и радикал $OH\cdot$ действуют, как на лигнин, так и на целлюлозу. При добеливании на стадии ЩП pH снижают до 10,5. Образующиеся при этом ион $HO\cdot$ отбеливает хромофоры, почти не затягивая углеводную часть [1-4].

Не менее важной проблемой при отбелке целлюлозы является контроль содержания и удаление ионов металлов, вызывающих деструкцию целлюлозы и снижение качества полуфабриката. В результате присутствия слабокислых групп, главным образом, фенольных гидроксидов лигнина, лигноцеллюлозный композит проявляет явно выраженное сродство к 3х-валентным металлам, менее выраженное к двух валентным тяжелым Me и незначительное сродство к щелочным и щелочно-земельным металлам. Ионы Fe способствуют значительному потемнению целлюлозной массы, т.к. они могут гидролизироваться с образованием окрашенных гидроксидов. Ионы марганца не приводят к заметному снижению белизны, т.к. его комплексы с компонентами лигноцеллюлозного композита окрашены слабо и легко удаляются обработкой. Однако известно, что Mn является сильным катализатором разложения пероксида водорода и является главной причиной чрезмерно высокого расхода пероксида водорода при отбелке. Cu также является катализатором разложения пероксида водорода. Кроме того ионы меди образуют довольно прочные окрашенные компоненты с фенольными компонентами древесины.

Целью данного исследования является определение металлов переменной валентности методом атомно-абсорбционной спектроскопии на всех стадиях отбелки сульфатной хвойной целлюлозы. В Табл.1 представлена характеристика этой целлюлозы.

Таблица 1

Физико-химические свойства сульфатной хвойной целлюлозы.

№	Показатель	Величина
1	α -целлюлоза, %	89,2
2	Растворимость в 10% растворе гидроксида натрия	10,9
3	Содержание смол и жиров, масс %	12,5
4	Число Каппа	23,9
5	Вязкость мПа*с	85,0
6	Белизна, % ISO	23,1
7	Разрывная длина, км	10,5

Измерение массовой концентрации элементов проведено методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Метод основан на избирательном поглощении резонансного излучения нейтральными атомами металлов при электротермической атомизации в графитовой кювете. В качестве источника излучения применяют лампы с полым катодом из определенного металла. Были приготовлены градуировочные растворы, относительная погрешность измерений не превышала $\pm 5\%$.

В Табл.2 показано содержание металлов переменной валентности, которые составляют основную часть минеральной компоненты оборотных вод. Д1, Д2, Д3 – стадии отбелки диоксидом хлора; ЩОП – щелочная обработка с пероксидом водорода; ЩП – щелочение с пероксидом водорода.

Следующим этапом работы было определение ионов металлов в зольной составляющей целлюлозы (для сжигания целлюлозы при $600^\circ C$ проводилось предварительное озоление при температуре $120^\circ C$). Полученные результаты представлены в Табл.3.

Таблица 2

Результаты измерения содержания ионов тяжелых металлов в оборотных водах.

Элемент	Небеленая хвойная целлюлоза (№1)	Фермен- тативный гидролиз (№2)	Д1 (№3)	ЩОП (№4)	Д2 (№5)	ЩП (№6)	Д3 (№7)
Концентрация в мг/л							
Марганец (Mn)	0,052	1,075	0,068	0,079	0,027	0,016	0,016
Железо (Fe)	0,340	0,280	0,280	0,340	0,090	0,160	0,090
Медь (Cu)	0,009	0,007	0,004	0,006	0,003	0,003	0,002
Хром (Cr)	0,050	0,044	0,020	0,026	0,007	0,008	0,005

Таблица 3

Результаты измерения содержания ионов тяжелых металлов в целлюлозе.

Элемент	Массовая концентрация						
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Хром, %	0,00095	0,00015	0,0001	0,00017	0,0001	0,0001	0,00009
Железо, %	0,0016	0,0019	0,0011	0,0010	0,0008	0,0006	0,0004
Марганец, %	0,0043	0,0273	0,00006	0,00007	0,0001	0,0001	0,0002
Медь, %	0,00095	0,00015	0,0001	0,00017	0,0001	0,0001	0,00009

Как видно из Табл.3 содержание ионов металлов в результате отбелки значительно понижается в ряде случаев на порядок.

Заключение

1. Анализ литературы показал значительное влияние ионов металлов переменной валентности на расход отбеливающих реагентов, показатели качества целлюлозы, АОХ (галогенсодержащие органические соединения) и ХПК (химическое потребление кислорода).

2. В работе методом атомно-абсорбционной спектроскопии определены содержания ионов металлов в целлюлозе и фильтрах на всех стадиях отбелки сульфатной хвойной целлюлозы, которые показали: снижение содержания ионов металлов после ферментативного гидролиза и кислых обработок диоксидом хлора.

3. В работе показано, что содержание ионов металлов возрастает в щелочной среде.

Список литературы

1. Александрова Г.П., Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Белюк Ю.В., Внеклеточные ферменты некоторых лигнолитических базидиомицетов рода *Trametes*, Химия древесины, №2, 1994 г., с. 112-115.
2. Александрова Г.П., Медведева С.А., Петренев В.А. Новый экологически безопасный реагент для отбелки сульфатной целлюлозы. // Целлюлоза. Бумага. Картон. №11-12, 2003, с. 16-19.
3. Осовская И.И., Авакумова А.В., Матвеева Е.А., Полторацкий Г.М. Исследование влияния ксиланазных ферментов на свойства сульфатной лиственной целлюлозы. Известия ВУЗ. Технология легкой промышленности. Т. 17. №3. 2012, с. 88-90.
4. Роберт Л.Фарел, Лиза Виикари, Дэвид Сеньер, Технология отбелки целлюлозы, 2004 г.

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

**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)**

**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)**

**СЕКЦИЯ №59.
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

**СЕКЦИЯ №61.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)**

**СЕКЦИЯ №62.
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)**

**СЕКЦИЯ №63.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГОВ ТРЕУГОЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ
С ПОМОЩЬЮ МЕТРИЧЕСКИХ ЭПСИЛОН-СЕТЕЙ**

Каменев Г.К., Саранча Д.А., Юрезанская Ю.С.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской академии наук, г.Москва

Происхождение задачи.

В данной работе проведен анализ разностного уравнения, полученного в результате моделирования тундрового сообщества «растительность-лемминги-песцы» [Глушков и др., 2013; Саранча, 1997]. Для нормированной переменной $\tilde{L} = L / L_{max}$ получаем разностное уравнение, связывающее численности леммингов в двух соседних годах (L_{max} – максимальная численность леммингов), с помощью которого удалось воспроизвести временную динамику, качественно близкую к динамике численностей реальных популяций леммингов

$$\tilde{L}_{n+1} = \begin{cases} P\tilde{L}_n, & \tilde{L}_n \leq 1/P, \\ 1 - r(\tilde{L}_n - 1/P), & 1/P < \tilde{L}_n \leq 1/P + (1-d)/r, \\ d, & 1/P + (1-d)/r < \tilde{L}_n \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь P – прирост биомассы леммингов в благоприятный год; величина d – нормированная биомасса леммингов в оптимальном биотопе (понятие “оптимальный биотоп” было введено в работах [Глушков и др., 2013; Саранча, 1997] и подразумевает область пространства обитания с оптимальными условиями проживания; в оптимальном биотопе при любых условиях выживает определенное число зверьков), коэффициент r – характеризует изменение биомассы леммингов в условиях нехватки кормов в весенний период. Будем далее называть величину d ступенькой.

Система.

Рассмотрим более подробно разностное уравнение (1). Для общности дальнейшего изложения обозначим $Y(t) = \tilde{L}_t$. В случае $P = 2$ и $r = 100$ можно говорить и о других аналогах треугольного отображения. Зададим параметр A и пусть $d(A) = 1 - r(A - 1/P)$. Будем, если не оговорено другое, исследовать траекторию, стартующую со «ступеньки» $d(A)$, т.е. исследовать свойства устойчивого цикла развития системы: $Y(0) = d(A)$. Для $t=1, 2, \dots$ рассчитаем $Y(t+1)$ по $Y(t)$ согласно формуле (1). Нас будут интересовать различные характеристики этой траектории: множество достижимых состояний системы $Y(t)$ при различных t , циклические структуры траекторий, их периоды и т.п. при различных сочетаниях значений параметров P , r и $d(A)$. Пусть величины A , P и r заданы. Они однозначно определяют величину $d(A)$. В дальнейшем зависимость d от A будет опускаться.

Объекты исследования. Нас будут интересовать следующие множества и показатели. Прежде всего, в пространстве параметра d и фазы Y рассмотрим множество

$$A(d) = \{(d, Y(t)), t = 0, \dots, N\}.$$

В дальнейшем принято $N=1000$. Построим и исследуем множества $A(d)$ для всех $d \in [0, 1]$:

$$A = \{A(d): d \in [0, 1]\}.$$

Эти множества при больших значениях N можно считать приближениями аттрактора рассматриваемой системы.

Нас также будет интересовать величина, характеризующая периодичность рассматриваемой траектории:

$$\text{Period}(d) = \min \{t: |Y(t) - d| \leq \Delta, t = 1, \dots, N\},$$

где Δ – заданная точность «замыкания» цикла. В дальнейших исследованиях, если не оговорено другое, принято $\Delta = 10^{-8}$.

Нас также будут интересовать множества

$$B(d) = \{(d, Y(t), \text{Period}(d)), t = 0, \dots, N\},$$

$$B = \{B(d): d \in [0, 1]\},$$

которые представляют график длины цикла, заданный в точках (d, Y) аттрактора A .

Мы будем также рассматривать карты периода цикла как функции параметров P и d (при фиксированном значении r), т.е. множества

$$C = (P, d, \text{Period}(d)).$$

Метод исследования. Будем исследовать рассматриваемое отображение с помощью его визуализации. Однако предварительно его необходимо построить в явном виде. Применяемая в настоящей работе технология исследований разрабатывалась в Вычислительном Центре РАН им. А. А. Дородницына, начиная с 80-х годов прошлого века. Она носит название метода Множеств Достижимости / метода Достижимых Целей [Лотов и др., 1997; Lotov et al., 2004].

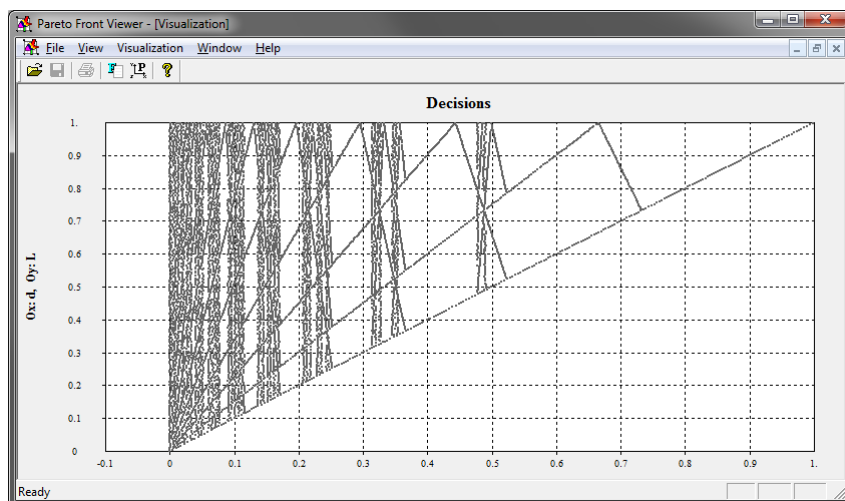


Рис.1. Бифуркационная диаграмма для (1) при $P=1.5$, $r=4$

Приведем краткое описание применяемой технологии для случая аппроксимации и визуализации нелинейных отображений. Множество T , $T \subset S$, называется метрической ε -сетью для множества S , если любая точка S расположена на расстоянии не большем, чем ε от некоторой точки T . Метрические сети позволяют кодировать бесконечные вполне ограниченные множества конечными наборами точек. Если T – метрическая ε -сеть для S , то ε -окрестность T , т.е. множество $(T)_{\varepsilon}$, аппроксимирует множество S . Это значит, что $T \subset S \cup \{B(x, \varepsilon) : x \in T\}$, где $B(x, \varepsilon)$ есть шар радиуса ε с центром в точке x . Таким образом, чем меньше ε , тем точнее аппроксимация, но тем больше требуется точек метрической сети. В методе множеств достижимости для нелинейных систем для построения аппроксимаций используется метод Глубоких Ям [Каменев, 2001].

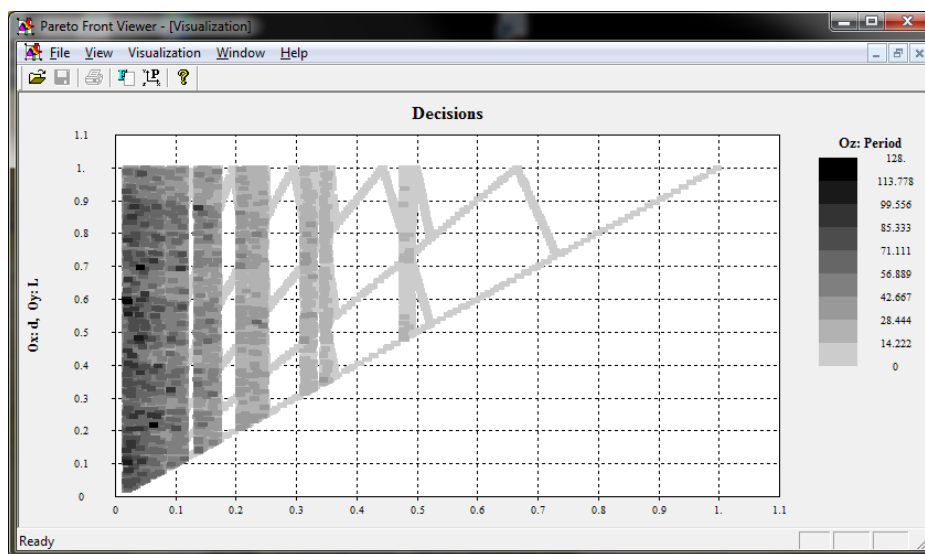


Рис.2. Расслоение бифуркационной диаграммы для (1) по периоду цикла при $P=1.5$, $r=4$

На нижеследующих Рисунках представлены аппроксимации различных множеств. Поскольку используется метрика Чебышева, то метрические шары являются кубами (в двумерном случае – квадратами). Поэтому двумерные множества состоят из совокупности мелких квадратов. Трехмерные множества состоят из совокупности мелких кубов. Изображаются их двумерные сечения, каждому сечению соответствует свой цвет. Для визуализации используется технология Диалоговых Карт Решений [Лотов и др., 1997; Lotov et al., 2004].

Исследование периода. На бифуркационной диаграмме Рисунок 1 с помощью метрических эпсилон-сетей представлена аппроксимация множества $A = \{A(d) : d \in [0, 1]\}$. На рисунках по оси абсцисс отложен параметр d , а по оси ординат – множество значений $Y(t)$ при $t=0, \dots, N$.

Из этого Рисунка видны свойства возрастающего хаотического поведения системы при приближении параметра d к 0.

На Рисунке 2 представлена аппроксимация множества $B=\{B(d): d \in [0.01, 1]\}$ с помощью метрических ϵ -сетей. Множество B является расслоением множества A по показателю $Period(d)$, т.е. графиком этой функции в точках A .

На Рисунке по оси абсцисс отложен параметр d , а по оси ординат – множество значений $Y(t)$ при $t=0, \dots, N$. Цвет (интенсивность штриховки) соответствует значению показателя $Period(d)$. Одному и тому же цвету может соответствовать несколько значений величины $Period$. Палитра цветов представлена на рисунке слева.

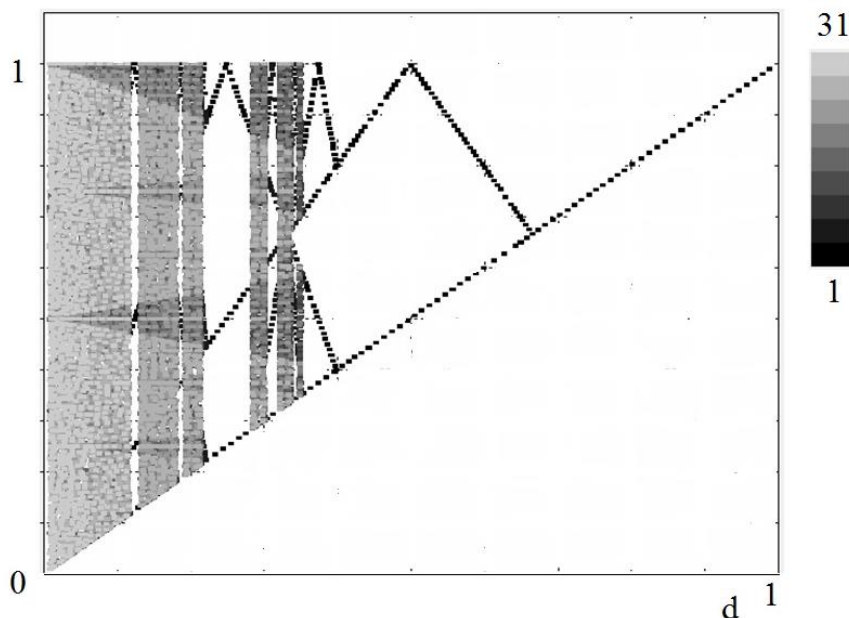


Рис.3. Расслоение бифуркационной диаграммы для (1) по периоду цикла при $P=2, r=2$

Из рисунка видно, что при приближении значений величины d к нулю возникают траектории со сколь угодно большим периодом. В данном случае изображена часть графика при $d \geq 0.01$, поэтому максимальное значение периода цикла при данных значениях параметров P и r и точности «замыкания» цикла Δ не превышает 128.

Пусть теперь $P=r=2$, т.е. рассматривается треугольное отображение, дополненное ступенькой. На Рисунке 3 представлена аппроксимация множества $B=\{B(d): d \in [0.01, 1]\}$.

Шкала справа обозначает период траектории. Поскольку изображена часть графика при $d \geq 0.01$, то максимальное значение периода цикла при данных значениях параметров P и r и точности «замыкания» цикла Δ не превышает 31.

Из приведенных рисунков видно, что слои периодов формируют i -кратные треугольные отображения, повернутые на 90 градусов.

Карта параметров по периоду. На следующих рисунках представлены карты графика $C = (P, d, Period(d))$ в виде совокупности слоев графика при различных диапазонах значений периода. Соответствие значений периода цвету (на черно-белом изображении – штриховке) представлено на рисунках в палитре слева.

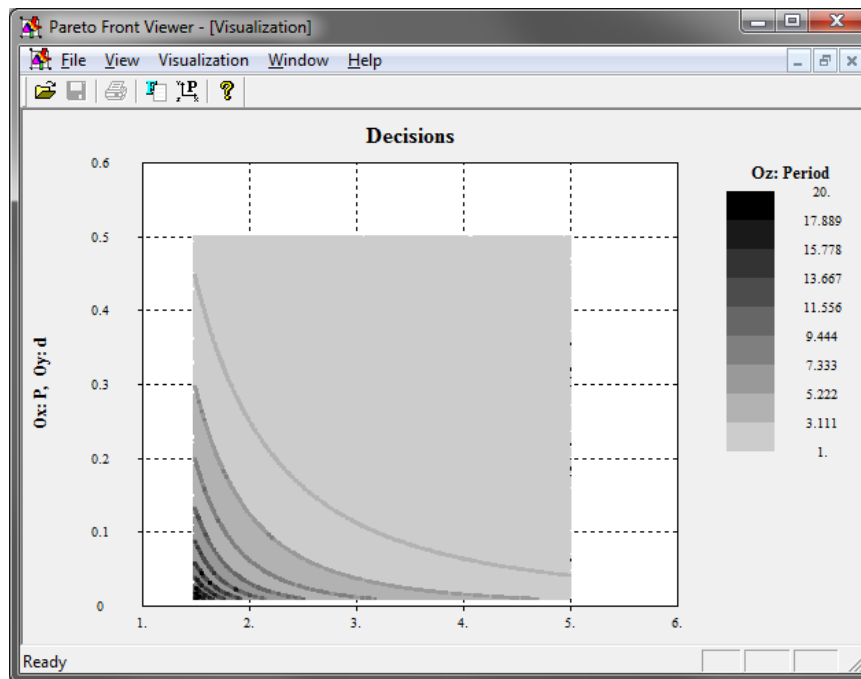


Рис.4. Карта периода цикла для (3.2) при $r=100$

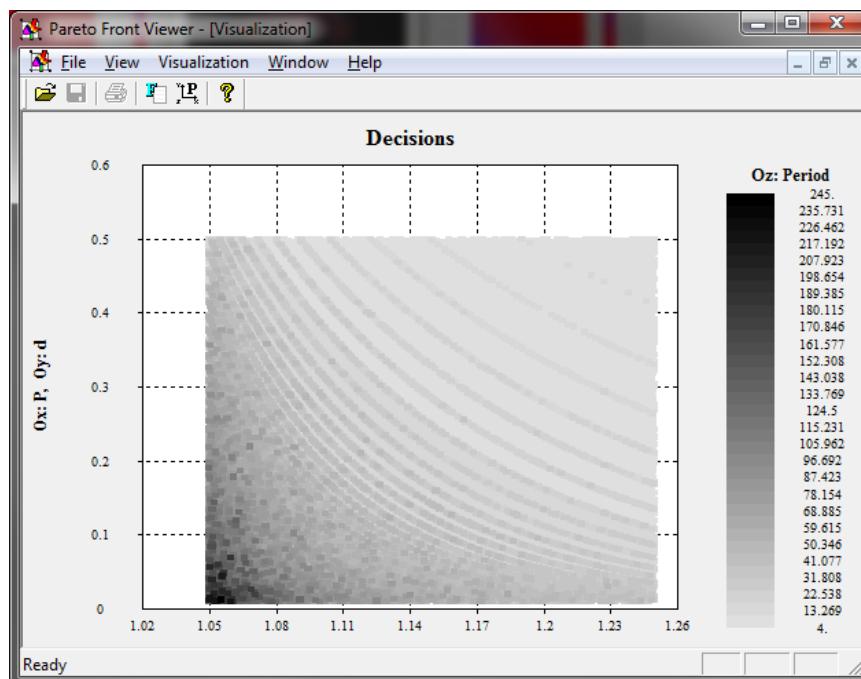


Рис.5. Карта периода цикла для (1) при $r=100$ в области малых параметров P и d

На Рисунке 4 на абсциссе отложено значение параметра P , на ординате – параметра d . Цветом дано значение $\text{Period}(d)$ из диапазона соответствующего цвету. Например, плато вверху справа характеризует сочетания этих двух параметров, в которых период равен 1, 2 или 3. На черно-белых рисунках каждый цвет представлен штриховкой определенной густоты. На рисунках видны горные хребты из точек с большим периодом (на данных рисунках – более темные).

На Рисунке 4 представлены только точки с $P \in [1.5, 5]$ и $d \in [0.01, 0.5]$. Видно, что при приближении к левому нижнему углу (точке с минимальными значениями параметров) значение основного периода резко возрастает, а «хребты» высоких периодов учащаются. Для рассмотрения случая малых значений параметров рассмотрим следующий рисунок.

На Рисунке 5 представлены точки с $P \in [1.05, 1.25]$ и $d \in [0.01, 0.5]$. При сравнении с предыдущим рисунком заметно значительное возрастание основного периода, и резкое учащение «хребтов» сверхвысоких периодов. При

дальнейшем уменьшении параметров P и d период устремляется к бесконечности, т.е. возникает сингулярность периода, которая характеризуется понятием «катастрофа голубого неба».

Следующие рисунки представляют карты периода при $r=10$.

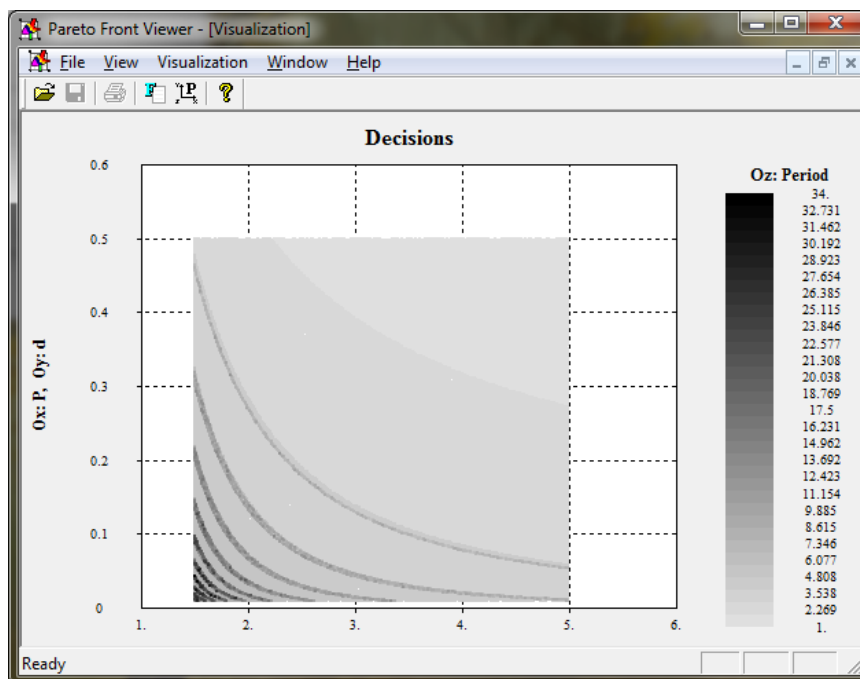


Рис.6. Карта периода цикла для (1) при $r=10$

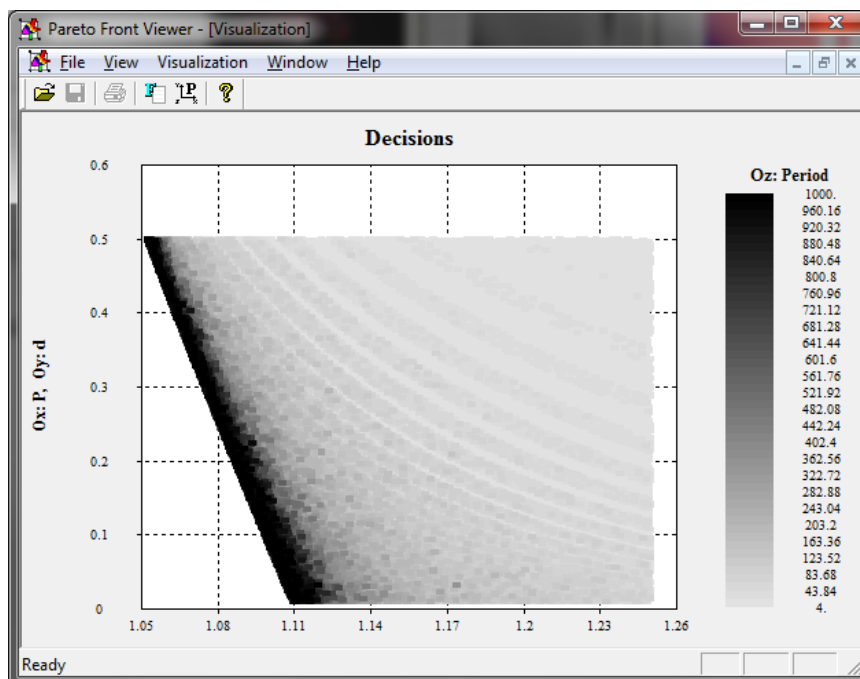


Рис.7. Карта периода цикла для (1) при $r=10$ в области малых параметров P и d (сингулярность «голубого неба»)

В целом, представленные рисунки свидетельствуют об углублении хаотического поведения системы, по сравнению со случаем $r=100$. На последнем рисунке в левом нижнем углу отсутствует изображение точек с периодом цикла, большим 1000. В этом случае фронт «катастрофы голубого неба» особенно нагляден.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект 14-11-00432), ОМН-3, РФФИ (проект 14-01-90011).

Список литературы

1. Глушков В.Н., Саранча Д.А. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов. Моделирование тундрового сообщества // Автоматика и телемеханика. 2013. №2. С. 94 -108.
2. Каменев Г.К. Аппроксимация вполне ограниченных множеств методом Глубоких Ям // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2001. Т. 41. №11. С. 1751-1760.
3. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К. и Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. Метод достижимых целей. М.: Наука, 1997.
4. Саранча Д.А. Количественные методы в экологии. Биофизические аспекты и математическое моделирование. М.: МФТИ, 1997, 283 с.
5. Lotov A.V., Bushenkov V.A., and Kamenev G.K. Interactive Decision Maps. Approximation and Visualization of Pareto Frontier. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.

ПОРЯДОК ШАРКОВСКОГО И ТРЕУГОЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ

¹Поляновский В.О., ²Саранча Д.А., ²Юрезанская Ю.С.

¹ИМБ РАН, г.Москва

²Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г.Москва

На основе экспертно оцененных зависимостей была создана имитационная модель «растительность-лемминги-песцы», учитывающая сезонные изменения параметров.

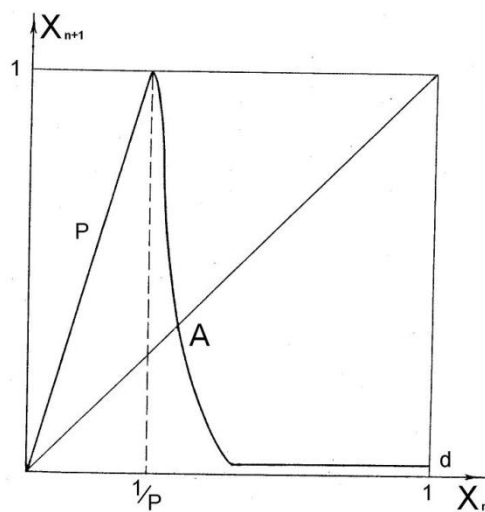


Рис.1. Вид базовых дискретных уравнений $X^{t+1}=F(X^t)$. Где P - скорость прироста биомассы леммингов в благоприятный год, A – равновесная численность, d – численность леммингов в оптимальном биотопе

В результате проведенных исследований тундрового сообщества «растительность-лемминги-песцы» [Глушков и др., 2013; Саранча, 1997] получаем разностное уравнение, связывающее численности леммингов в двух соседних годах, с помощью которого удалось воспроизвести временную динамику, качественно близкую к динамике численностей реальных популяций леммингов (Рисунок 1).

Для нормированной переменной $\tilde{L} = L / L_{max}$ оно может быть аппроксимировано тремя отрезками прямых:

$$\tilde{L}_{n+1} = \begin{cases} P\tilde{L}_n, & \tilde{L}_n \leq 1/P, \\ 1 - r(\tilde{L}_n - 1/P), & 1/P < \tilde{L}_n \leq 1/P + (1-d)/r, \\ d, & 1/P + (1-d)/r < \tilde{L}_n \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь P – прирост биомассы леммингов в благоприятный год; величина d – нормированная биомасса леммингов в оптимальном биотопе (понятие “оптимальный биотоп” было введено в работах [Глушков и др., 2013; Саранча, 1997] и подразумевает область пространства обитания с оптимальными условиями проживания; в оптимальном биотопе при любых условиях выживает определенное число зверьков), коэффициент g – характеризует изменение биомассы леммингов в условиях нехватки кормов в весенний период.

С помощью данного разностного уравнения удалось сформулировать гипотезы о механизмах формировании колебаний численности тундровых животных; выделить три главных показателя, их определяющих: 1) скорость прироста биомассы в благоприятный год; 2) максимальную численность; 3) выживаемость в наиболее неблагоприятных условиях (или двух безразмерных - относительной скорости прироста популяции и доли гарантированно выживших зверьков). Первый показатель характеризует баланс между процессами рождаемости и смертности в отсутствии “давления среда”; второй характеризует экосистему в целом и отражает коэволюцию леммингов и кормовой базы; третий характеризует адаптационные свойства леммингов в экстремальных условиях и во многом определяется локальными характеристиками, в частности рельефом местности в местах перезимовки.

Особую остроту данным исследованиям придавал тот факт, что для моделируемой популяции леммингов Западного Таймыра типичными являются чередование максимумов численности через три года. В то же время цикл периода три в порядке Шарковского гарантирует существование циклов любой длины [Шарковский, 1964; Шарковский, 1982]. В данном сообщении показано, что для уравнения (1) предложен такой бифуркационный сценарий, при котором реализуется изменение периода циклов в порядке натурального ряда.

На Рисунке 2 [Недоступов и др., 2010] представлены результаты вычислительных экспериментов, проведенных с уравнением (1) при $P = 2$ и $g = 100$. Характер динамических режимов исследовался при изменении параметра d от 1 до 0. На Рисунке 2 можно выделить зоны стабильности, которые отделены переходными зонами со сложными режимами (черные вертикальные полосы).

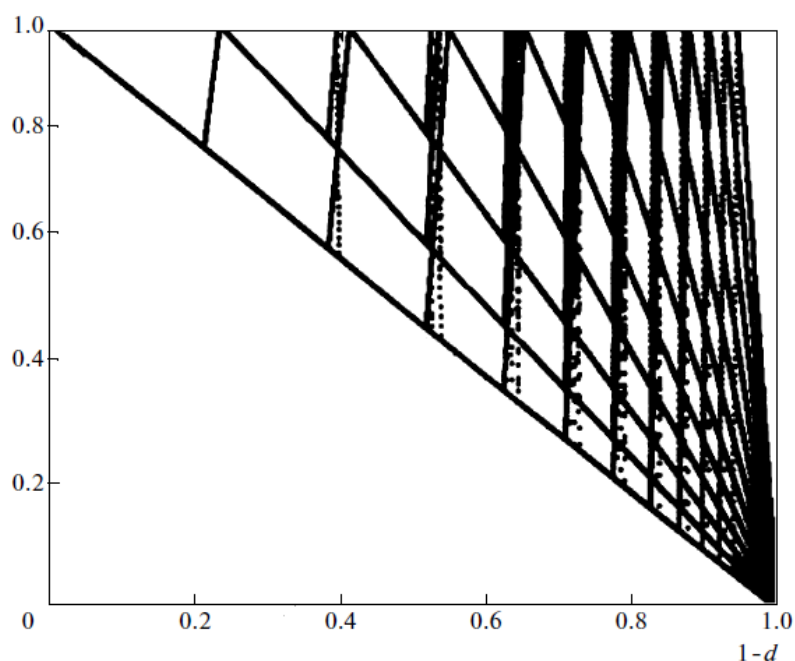


Рис.2. Результаты вычислительных экспериментов с моделью (1) – зависимость траекторий модели от величины $1-d$. По оси абсцисс отложена величина $1-d$. Вертикальное сечение графика при выбранном значении d представляет собой точки траекторий

Имеет место следующее

Утверждение 1. Для уравнения (1) при изменении параметра d от 1 до 0 последовательно появляются зоны стабильности, которые отделены переходными зонами со сложными режимами. Внутри зон стабильности период траекторий постоянный, при переходе от одной зоны стабильности к другой период изменяется в порядке натурального ряда. В каждой из переходных зон при небольшом изменении параметров период траекторий значительно изменяется («стохастическое поведение»), при этом существуют периодические траектории с периодом большим любого наперед заданного натурального числа. При этом «ширину» переходных зон можно сделать как угодно малой при стремлении параметра g к бесконечности.

Период траектории при данном d визуально определяется на Рисунке 2 следующим образом: проводится вертикаль от некоторого фиксированного значения на оси абсцисс, количество пересечений этой вертикали с траекторией определяет период траектории при данном d .

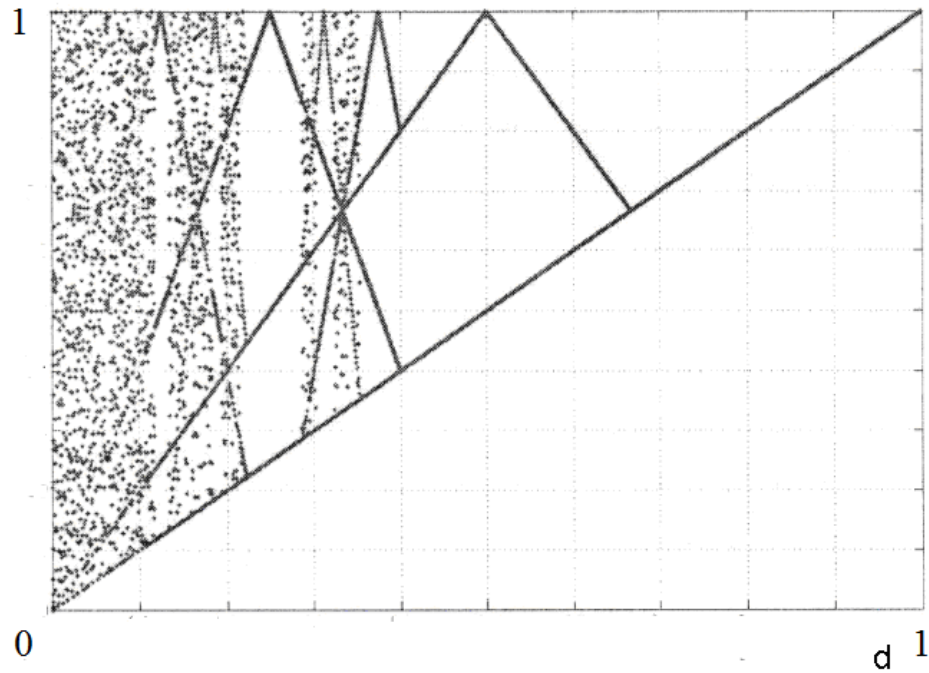


Рис.3. Результаты вычислительных экспериментов с ТО – зависимость траекторий модели от величины d . Вертикальное сечение графика при выбранном значении d представляет собой точки траектории.

Для исследования переходных зон рассмотрено треугольное отображение (ТО) $X^{t+1} = F_0(X^t) = 1 - 2|0,5 - X^t|$. Это отображение обладает во многом аналогично отображению, рассмотренному выше (на Рисунке 1), но имеет более широкую переходную зону, обладает высоким уровнем симметрии и другими замечательными свойствами. На Рисунке 3 представлены результаты вычислительных экспериментов с ТО.

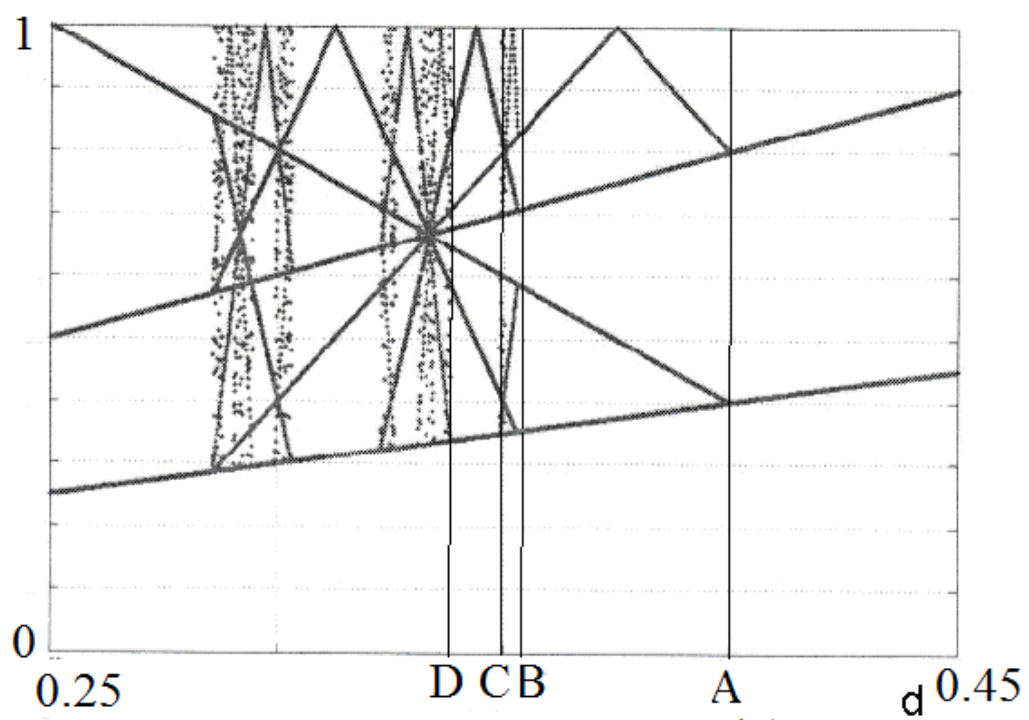
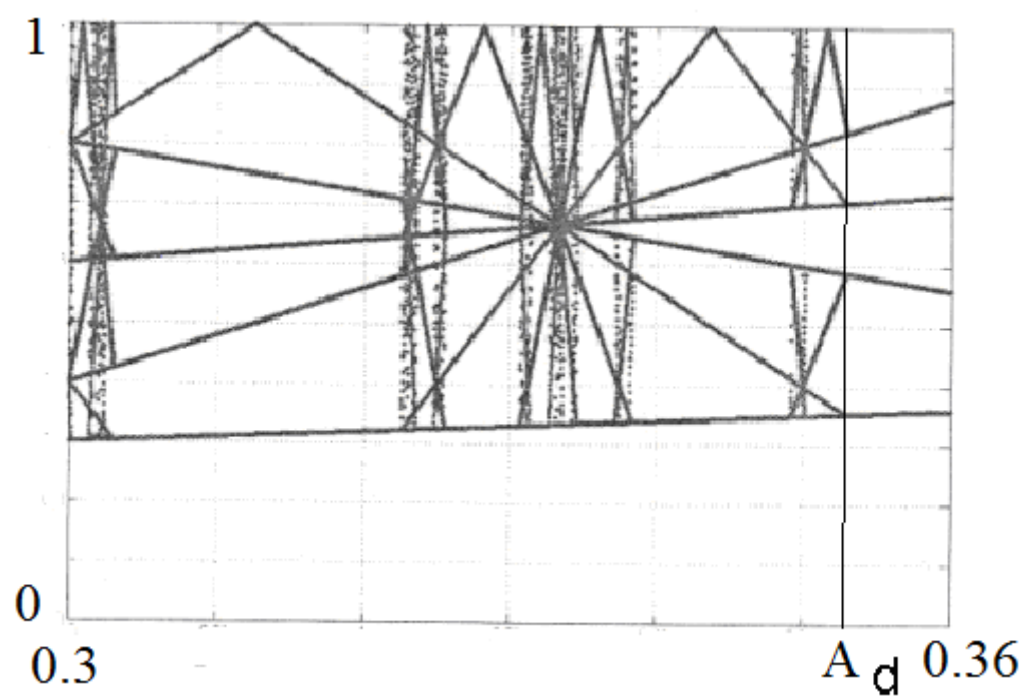


Рис.4. Фрагмент Рисунок 3



*

Рис.5. Более детальный фрагмент Рисунок 3

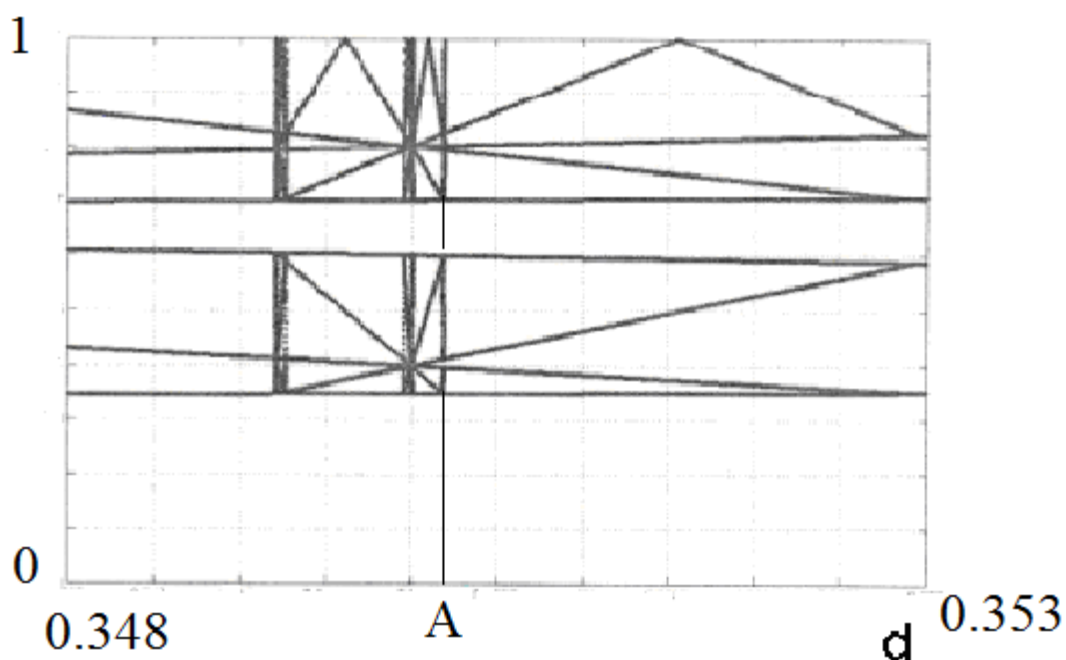


Рис.6. Последующая детализация Рисунок 3

Рассмотрим Рисунок 4. Период траектории при данном параметре d определяется следующим образом: проводится вертикаль от некоторого d , сколько раз она пересечет траекторию, таков и будет период. Проведем вертикали от точек A, B, C, D . Все вертикали, проведенные на отрезке AB , пересекают траекторию 4 раза. По аналогии: на отрезке CB – 8 раз, на отрезке DC – 6 раз. То есть образованы зоны чередования периодов траектории в последовательности 4, 8, 6.

Рассмотрим Рисунок 5. Правее точки A период траекторий равен 4, а левее – меняется в последовательности 8, 10, 6.

Рассмотрим Рисунок 6. Правее точки A период траекторий равен 8, а левее – меняется в последовательности 12, 14, 10, 14, 6. Хотя период 14 на данном рисунке не различим, но он четко наблюдается при дальнейшей детализации Рисунка 3.

Для более детального изучения свойств рассматриваемых отображений введём вспомогательную конструкцию – линию возврата (ЛВ) [Недоступов и др., 2010].

Определение.

ЛВ n -го порядка (ЛВ $_n$) для отображения F называется кривая в прямоугольнике $A \leq X^t \leq 1; 0 \leq X^{t+1} \leq A$, являющаяся графиком функции $F_c^{(n)}(X^{t+1})$, которая отображает отрезок $0 \leq X^{t+1} \leq A$ на отрезок $A \leq X^t \leq 1$ по описанному ниже алгоритму.

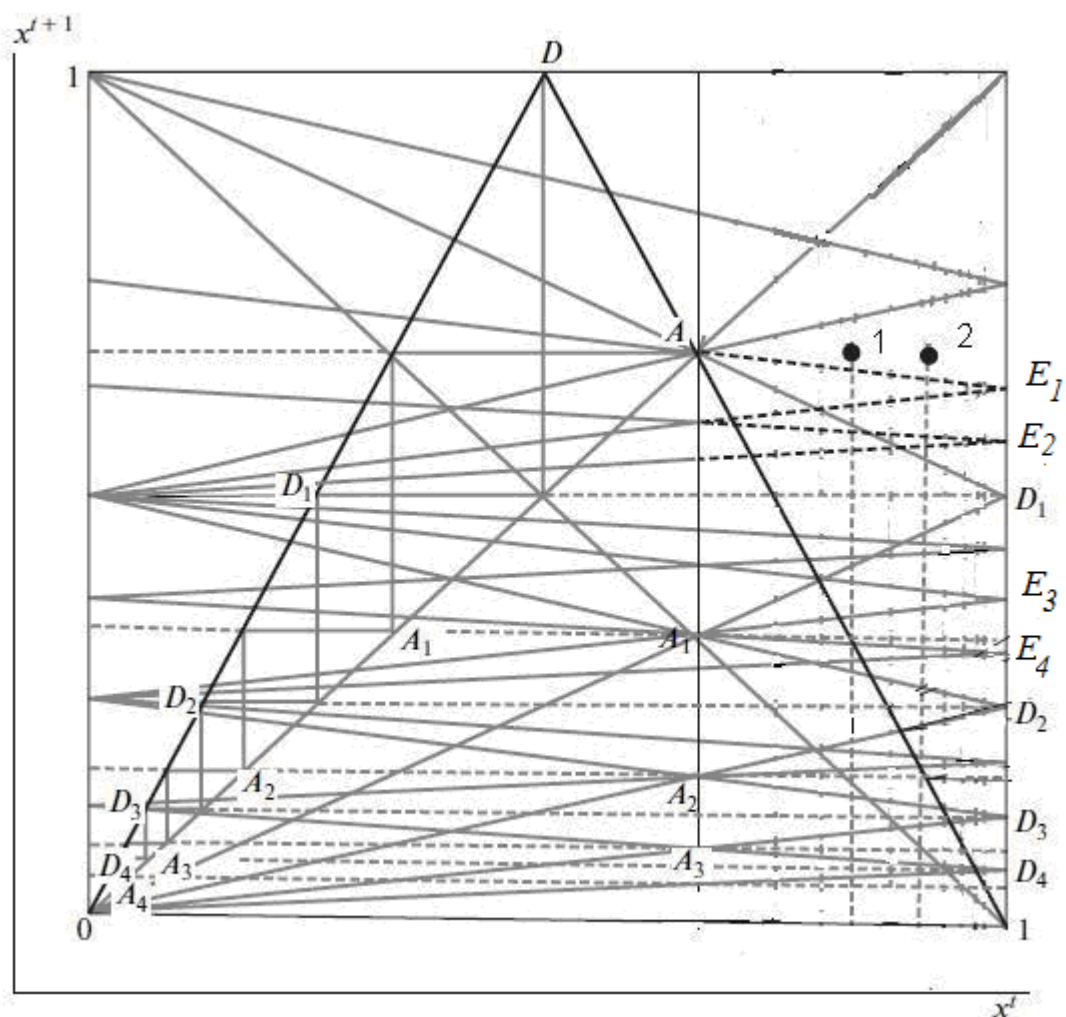


Рис.7. Треугольное отображение, его n – кратные отображения, повернутые на 90 градусов ($n=1, 2, 3, 4$), ЛВ1 - $\overline{A D_1 A_1 D_2 A_2 D_3 A_3 D_4}$, ЛВ2 – вершины зубцов обозначены E_1, E_2, E_3, E_4 . Вспомогательные вертикальные линии обозначены цифрами 1 и 2 (если траектория, с начальными условиями X_0 за ПР, имеет в точке X_0 значения на ЛВ m между вертикальными линиями A и 1 (1 и 2), то траектория при m возврате за ПР попадает в зону двойки (тройки))

Алгоритм построения ЛВ n .

Через любое значения X^{t+1} из отрезка $0 \leq X^{t+1} \leq A$ в прямоугольнике $A \leq X^t \leq 1; 0 \leq X^{t+1} \leq A$ проведем горизонтальную линию. Берем любую точку X^{t+1} из отрезка $0 \leq X^{t+1} \leq A$ и проводим в прямоугольнике $A \leq X^t \leq 1; 0 \leq X^{t+1} \leq A$ через нее горизонтальную линию. Точка пересечения с графиком исходной функции за положение равновесия ПР дает начальную точку. Графически построим траекторию, используя лестницу Ламерея. При n -ом возврате за положение равновесия от биссектрисы угла между осью абсцисс и осью ординат опускаем соответствующую вертикальную линию. Точка пересечения этой линии с тестирующей горизонтальной линией принадлежит ЛВ n , с координатами (X^t, X^{t+1}) . Делаем аналогичную процедуру со всеми точками X^{t+1} из отрезка $[A, 1]$ и соединяя все точки пересечения получим ЛВ n . Тем самым в указанном выше прямоугольнике каждому значению X^{t+1} соотнесено значение X^t , т.е. задана функция $X^t = \text{ЛВ}n(X^{t+1})$. Пример ЛВ1 для треугольного отображения представлен на Рисунке 7 ($AD_1A_1D_2A_2D_3A_3D_4A_4$). Графическая реализация алгоритма построения ЛВ1 и ЛВ2 для треугольного отображения представлена на Рисунках 8 и 9 соответственно.

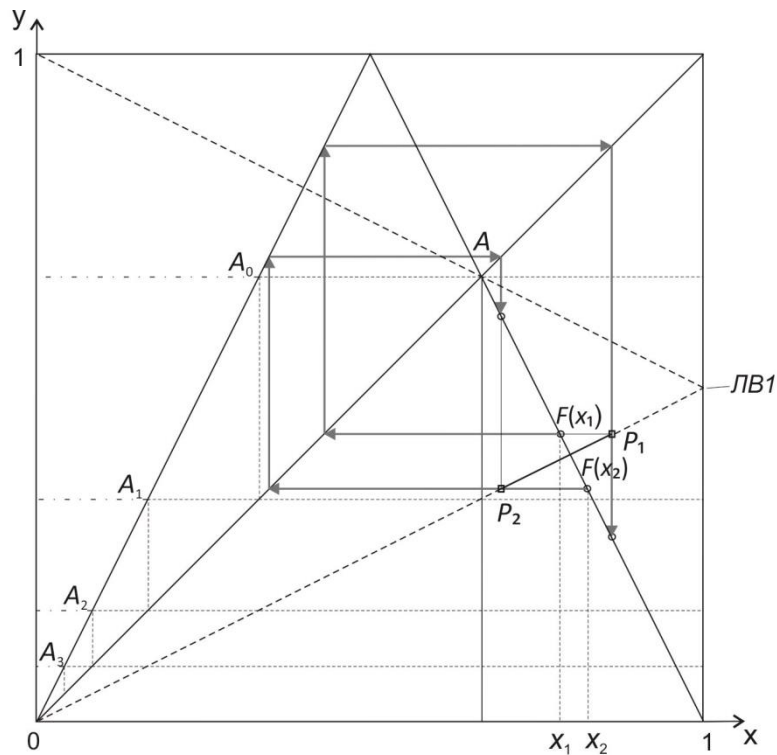


Рис.8. Построение линий первого возврата. Траектории, проходящие через точки $F(x_1)$ и $F(x_2)$ дают точки P_1 и P_2 , образующие сегмент линии первого возврата (ЛВ1)

Рисунок 7 наглядно демонстрирует возможность с помощью линий ЛВ m полностью описать траекторию более чем на $2m$ тактов, в смысле символьной динамики: при выбранных начальных условиях удастся указать в каких зонах оказывается траектория при каждом из m возвратов за ПР.

Утверждение 2.

Точки пересечения ЛВ n с графиком исходной функции F задают периодические траектории. При этом с помощью ЛВ n можно отыскать все периодические траектории с периодом, меньшим или равным n .

Определение.

Область от точки A до точки A_1 называется зоной двойки, область от точки A_1 до точки A_2 называется зоной тройки и т.д.

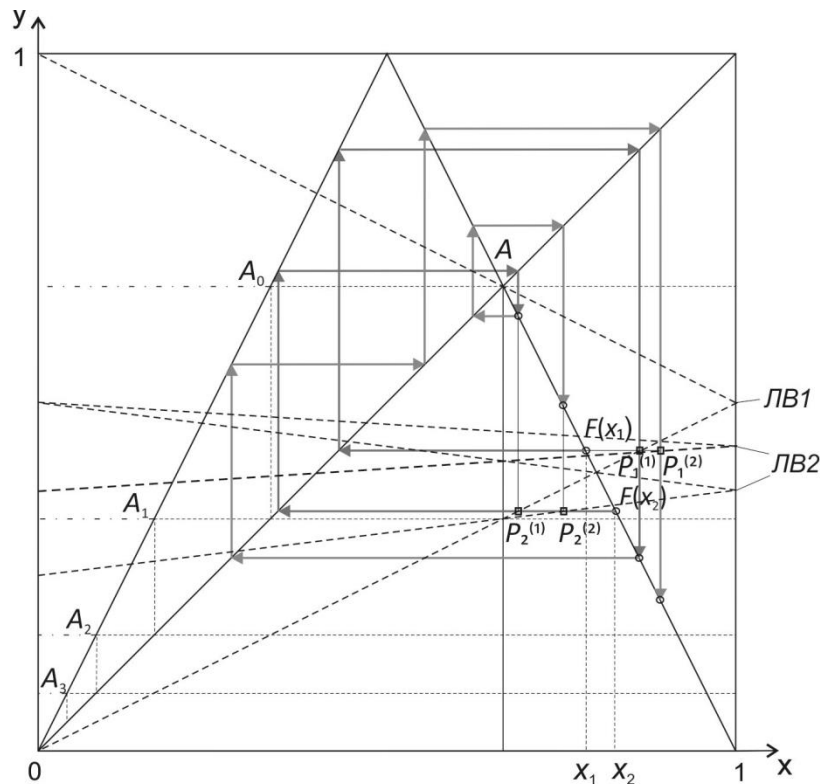


Рис.9. Построение линий второго возврата. Траектории, проходящие через точки $F(x_1)$ и $F(x_2)$, при первом возврате в область за положением равновесия дают точки $P_1^{(1)}$ и $P_2^{(1)}$, образующие сегмент линии первого возврата (ЛВ1). При втором возврате получены точки $P_1^{(2)}$ и $P_2^{(2)}$, принадлежащие разным сегментам ЛВ2

Для треугольного отображения AD_1A_1 является зоной двойки, $A_1D_2A_2$ – зоной тройки, $A_2D_3A_3$ – зоной четверки, $A_3D_4A_4$ – зоной пятерки. Отметим, что в зоне формирования ЛВ зона 2 занимает половину, зона 3 – оставшуюся половину, зона 4 – снова оставшуюся половину и так далее. Разъясним смысл двух вертикальных линий, построенных из точек 1 и 2 на Рисунке 2. Линии возврата введены, чтобы определить, где будет траектория после n -го возвращения. Исходя из алгоритма построения ЛВ, имеем: если вертикальная линия левее первой, то попадаем в зону двойки, если между первой и второй, попадаем в зону тройки, и так далее.

Номер зоны определяет количество тактов, через которые траектория снова попадет за ПР, а также период цикла, проходящего через точку пересечения графика исходной функции и ЛВ1.

Утверждение 3.

Точка пересечения ЛВ с графиком исходной функции (ГИФ) лежит на периодической траектории.

Доказательство.

Это следует из определения ЛВ.

Утверждение 4.

Линии ЛВ могут быть построены как фрагменты F^n , зеркально повернутые на 90° .

Доказательство.

Возьмем любую точку на ЛВ, сформированной F^{n-1} , зеркально повернутой через биссектрису на 90° и проведем горизонталь до биссектрисы. В этой точке имеется значение F^{n-1} . Из этого значения (в соответствии с алгоритмом Ламерея) проведем горизонталь до биссектрисы и из точки пересечения опустим вертикаль. Эта вертикаль попадет в исходную точку, которая построена зеркальным поворотом F^{n-1} .

Утверждение 5.

Точки пересечения ЛВ с ГИФ лежат на периодических траекториях периода n .

Доказательство.

Повторяем рассуждения, аналогичные приведенные выше. Возьмем любую точку пересечения ЛВ с ГИФ и проведем горизонталь до биссектрисы. Этой точке соответствует некоторое значение функции F^{n-1} . Из этого значения (в соответствии с алгоритмом Ламерея) проведем горизонталь до биссектрисы и из точки пересечения опустим вертикаль до пересечения с ГИФ. В точке пересечения находится ЛВ, сформированная F^{n-1} , зеркально повернутой на 90° . Таким образом, получаем цикл периода n .

Утверждение 6.

Указанные выше точки представляют собой полный набор точек периода n , лежащих за ПР (в зоне формирования ЛВ).

Доказательство.

Возьмем любую периодическую точку периода n , находящуюся за ПР. Она должна находиться (согласно Утверждению 5) в точке пересечения некоторой ЛВ с ГИФ. Если эта точка находится на траектории периода n , то проведем горизонталь до биссектрисы. Этой точке соответствует некоторое значение функции F^{n-1} . Из этого значения (в соответствии с алгоритмом Ламерея) проведем горизонталь до биссектрисы и из точки пересечения опустим вертикаль до пересечения с ГИФ (графиком исходной функции). В точке пересечения находится исходная точка. Поскольку точка выбрана произвольно (из соответствующих точек, находящихся за ПР (положение равновесия)), то тем самым Утверждение 6 доказано.

Утверждение 7.

Пусть n некоторый период. Для треугольного отображения (ТО) имеют место следующие формулы. Координаты точек циклов периода n за положением равновесия (в зоне формирования ЛВ) определяются, исходя из анализа точек пересечения ЛВ (полученных зеркальным поворотом через биссектрису на 90° градусов вправо функций F^n) с графиком исходной функции. Уравнения для их определения имеют вид:

$$X = (4i-2)/(2*2^n + 1) \text{ для возрастающего ската } i=1, \dots, 2^{n-1};$$

$$X = (4i-2)/(2*2^n - 1) \text{ для убывающего ската } i=1, \dots, 2^{n-1}.$$

В этой формуле индекс i определяет порядковый номер зубца (среди последовательности зубцов ЛВ), сформированных F^{n-1} зеркально повернутой на 90° функцией F^{n-1} . При этом отсчет начинается с самого нижнего зубца (ближайшего к оси абсцисс).

Из приведенных формул для случая треугольного отображения (ТО) с опусканием ступеньки и из формулы (1) следует Утверждение 8.

Утверждение 8.

Координаты, ограничивающие область реализации цикла с данным периодом для ТО, при опускании ступеньки определяются по формулам

$$X = (4*i-2)/(2*2^n + 1) \text{ для границы ближней к ПР } (i=1, \dots, 2^{n-1});$$

$$X = (4*i-2)/(2*2^n - 1) \text{ для границы дальней от ПР } (i=1, \dots, 2^{n-1}).$$

Инструментарий линий возврата ЛВ [Недоступов и др., 2010] идеально подходит для анализа результатов вычислительных экспериментов с опусканием ступеньки. Если ступенька находится в некотором месте, то ее пересекают ЛВ n , реализуется ЛВ с наименьшим номером, среди тех ЛВ n , которые выше графика исходной функции. Таким образом, анализ последовательности возникновения циклов при «опускании ступеньки» сводится к исследованию смены минимальных номеров ЛВ n , которые выше графика исходной функции.

Для определения таких номеров будем проводить следующую процедуру: будем последовательно рассматривать ЛВ с возрастающим номером n . В таком процессе появляются области разрешенные, в которых отсутствуют ЛВ n , которые выше графика исходной функции и с номерами меньшими n , и запрещенные области, в которых уже есть такие ЛВ n , которые выше графика исходной функции и с номерами меньшими n . Запрещенную область будем называть теневой, и когда зубец ЛВ с очередным номером n попадает в занятую, теневую область, будем говорить, что зубец попал в тень.

Разрешенные области образуют «псевдоканторово множество» – область с «выброшенными фрагментами». Это «решето» может быть вычислено непосредственно по формулам пересечения ЛВ с графиком исходной функции.

Рассмотрим процесс опускания ступеньки от положения равновесия (ПР). Сначала идет цикл периода 2, поскольку ЛВ1 в зоне двойки находится выше графика исходной функции. Затем, в точке пересечения ЛВ1, ЛВ2 и графика исходной функции (при 2/5), линия ЛВ1 уходит под графиком исходной функции, а выше графика исходной функции оказывается ЛВ2 и возникают циклы периода 4. Потом ЛВ2 уходит под график исходной функции, но в этой точке нет ЛВ3, характеризующей цикл периода 6. Возникает «дыра». И в этой дыре реализуются все четные циклы. Причем (при опускании ступеньки) последовательно возникают циклы в соответствии с теоремой Шарковского и те циклы, которые эта теорема не запрещает.

Координаты цикла периода $(n+1)$ в зоне формирования ЛВ определяются, исходя из анализа точек пересечения ЛВ k , сформированными F^n и графиком исходной функции.

Уравнения для определения координат точек периодических траекторий, находящихся правее ПР. Эти точки находятся на пересечении графика исходной функции с фрагментами ЛВ, полученных зеркальным поворотом $F^{(n)}$ через биссектрису на 90° градусов вправо. Уравнения для их определения имеют вид

$$X = (4i-2)/(2*2^n + 1) \text{ для возрастающего ската } i=1, \dots, 2^{n-1};$$

$X = (4i-2)/(2^{i-1})$ для убывающего ската $i=1, \dots, 2^{n-1}$.

Имеет место Утверждение 9.

Утверждение 9.

Между точками периода 4 и 6 находятся все четные циклы.

Рассматривая последовательно ЛВ со все большими номерами n , приходим к следующей последовательности циклов:

4, 8, 6;

4, 8, 10, 6;

4, 8, 12, 10, 6;

4, 8, 12, 14, 10, 14, 6;

4, 8, 16, 12, 16, 14, 10, 14, 16, 6;

4, 8, 16, 12, 16, 18, 14, 18, 10, 18, 14, 18, 16, 6.

Для периода 20: 4, 8, 16, 20, 12, 20, 16, 20, 18, 14, 18, 10, 20, 18, 14, 18, 20, 16, 20, 6.

Для периода 22: 4, 8, 16, 20, 12, 20, 16, 20, 22, 18, 22, 14, 22, 18, 22, 10, 20, 22, 18, 22, 14, 22, 18, 22, 20, 16, 20, 22, 6.

Для периода 24: 4, 8, 16, 24, 20, 12, 24, 20, 24, 16, 24, 20, 24, 22, 18, 22, 14, 22, 18, 22, 24, 10, 20, 24, 22, 18, 22, 24, 14, 24, 22, 18, 22, 24, 20, 24, 16, 24, 20, 24, 22, 6.

Для периода 26: 4, 8, 16, 24, 20, 12, 24, 20, 24, 16, 24, 20, 24, 26, 22, 26, 18, 26, 22, 26, 14, 26, 22, 26, 18, 26, 22, 26, 24, 10, 20, 24, 26, 22, 26, 18, 26, 22, 26, 24, 26, 14, 26, 24, 26, 22, 26, 18, 26, 22, 26, 24, 20, 24, 26, 16, 26, 24, 20, 24, 26, 22, 26, 6.

Для периода 28: 4, 8, 16, 24 (3*8), 28 (7*4), 20 (5*4), 28, 12 (3*4), 24 (3*8), 28, 20, 28, 24, 28, 16, 28, 24, 28, 20, 28, 24, 28, 26 (13*2), 22 (11*2), 26, 18 (9*2), 26, 22, 26, 14 (7*2), 28, 26, 22, 26, 18, 26, 22, 26, 28, 24, 28, 10 (5*2), 20 (5*4), 28, 24, 28, 26, 22, 26, 28, 18, 28, 26, 22, 26, 28, 24, 28, 26, 14, 28, 26, 28, 24, 28, 26, 22, 26, 28, 18, 28, 26, 22, 26, 28, 24, 28, 20, 28, 24, 28, 26, 28, 16, 28, 26, 28, 24, 28, 20, 28, 24, 28, 26, 22, 26, 28, 6 (3*2).

Приведенные последовательности смены циклов при изменении бифуркационного параметра в рассматриваемом диапазоне, не противоречат порядку Шарковского.

Работа выполнена при финансовой поддержке ОМН-3, РФФИ-14-01-90011.

Список литературы

1. Глушков В.Н., Саранча Д.А.. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов. Моделирование тундрового сообщества // Автоматика и телемеханика. 2013. №2. С. 94 -108.
2. Недоступов Э.В., Саранча Д.А., Чигерев Е.Н., Юрезанская Ю.С. О некоторых свойствах одномерных унимодальных отображений // ДАН. 2010. Т. 430. №1. С. 23-28.
3. Саранча Д.А. Количественные методы в экологии. Биофизические аспекты и математическое моделирование. М.: МФТИ, 1997, 283 с.
4. Шарковский А.М. //Укр.мат.журн. 1964. Т.16. №1. С. 61-65.
5. Шарковский А.М. Разностные уравнения и динамика численности популяций. Киев: Ин-т математики АН УССР, 1982. 22 с.

ЭКОЛОГИЯ И ТРЕУГОЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ

¹Поляновский В.О., ²Саранча Д.А.

¹ИМБ РАН, г.Москва

²Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального
исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г.Москва

В наших исследованиях задача об изучении свойств разностных уравнений (одномерных унимодальных отображений) возникла при описании динамики численности животных в рамках математических моделей тундровых популяций и сообществ » [Глушков и др., 2013; Саранча, 1997]. Анализ результатов вычислительных экспериментов с взаимодополняющими моделями сообщества «растительность–лемминги–песцы» и популяции леммингов с учетом возрастной структуры привел к обоснованию упрощенной модели в виде разностного уравнения:

$$\tilde{L}_{n+1} = \begin{cases} P\tilde{L}_n, & \tilde{L}_n \leq 1/P, \\ 1 - r(\tilde{L}_n - 1/P), & 1/P < \tilde{L}_n \leq 1/P + (1-d)/r, \\ d, & 1/P + (1-d)/r < \tilde{L}_n \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь P – прирост биомассы леммингов в благоприятный год; величина d – нормированная биомасса леммингов в оптимальном биотопе (понятие “оптимальный биотоп” было введено в работах [1, 2] и подразумевает область пространства обитания с оптимальными условиями проживания; в оптимальном биотопе при любых условиях выживает определенное число зверьков), коэффициент r – характеризует изменение биомассы леммингов в условиях нехватки кормов в весенний период. Будем далее называть величину d ступенькой.

Разностные уравнения является одним из популярных объектов, иллюстрирующих богатство динамических режимов в простых системах. Получены такие результаты как «порядок Шарковского», каскады удвоений длины [Шарковский, 1964; Шарковский, 1982]. В данном сообщении проведено исследование уравнений, полученных при описании динамики численностей животных.

На Рисунке 1 [Недоступов и др, 2010] представлены результаты вычислительных экспериментов, проведенных с уравнением (1) при $P = 2$ и $r = 100$. Характер динамических режимов исследовался при изменении параметра d от 1 до 0. На Рисунке 1 можно выделить зоны стабильности, которые отделены переходными зонами со сложными режимами (черные вертикальные полосы).

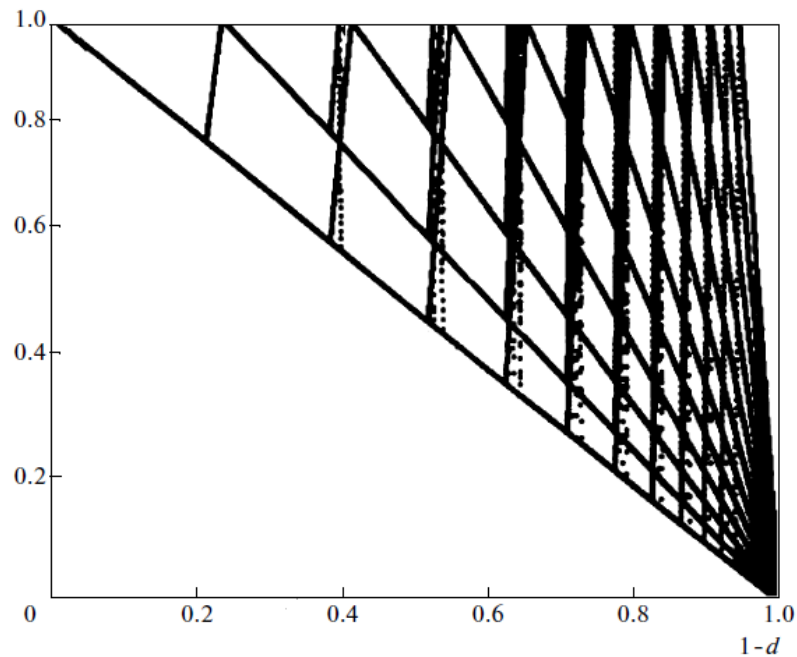


Рис.1. Результаты вычислительных экспериментов с моделью (1) – зависимость траекторий модели от величины $1-d$. По оси абсцисс отложена величина $1-d$. Вертикальное сечение графика при выбранном значении d представляет собой точки траектории

Период траектории при данном d визуально определяется на Рисунке 1 следующим образом: проводится вертикаль от некоторого фиксированного значения на оси абсцисс, количество пересечений этой вертикали с траекторией определяет период траектории при данном d .

Для исследования переходных зон рассмотрено треугольное отображение (ТО) $X^{t+1} = F_0(X^t) = 1 - 2|0,5 - X^t|$. Это отображение обладает во многом аналогично отображению (1), но имеет более широкую переходную зону, обладает высоким уровнем симметрии и другими замечательными свойствами.

Исследования треугольного отображения

Циклы кратной длины в треугольном отображении

Базовые утверждения.

1. Две периодические траектории не имеют общих точек, если они не тождественны друг другу. (Множества точек, принадлежащих разным циклам, не пересекаются).
2. Все точки, входящие в периодические траектории $F^{(1)}$, являются стационарными точками $F^{(n)}$.
3. При этом, все стационарные точки $F^{(n)}$ (исключая две, характеризующие стационарные значения) являются точками циклов длины n для $F^{(1)}$ только в том случае, если n – простое число.

Если n составное, то из общего числа стационарных точек, равного 2^n , надо вычесть числа точек, принадлежащих циклам длины n_i , где n_i – делители n , включая 1. Оставшееся подмножество стационарных точек $F^{(n)}$ входят в циклы периода n .

Число точек, принадлежащих "истинным" циклам периода n :

$$K(n) = 2^n - \sum_{i=1}^{p(n)} K(n_i), \quad 1 \leq n_i < n, \quad \frac{n}{n_i} \in \mathbb{N}, \quad i = 1, \dots, p, \\ n_1 = 1, \quad K(1) = 2,$$

p – число делителей числа n .

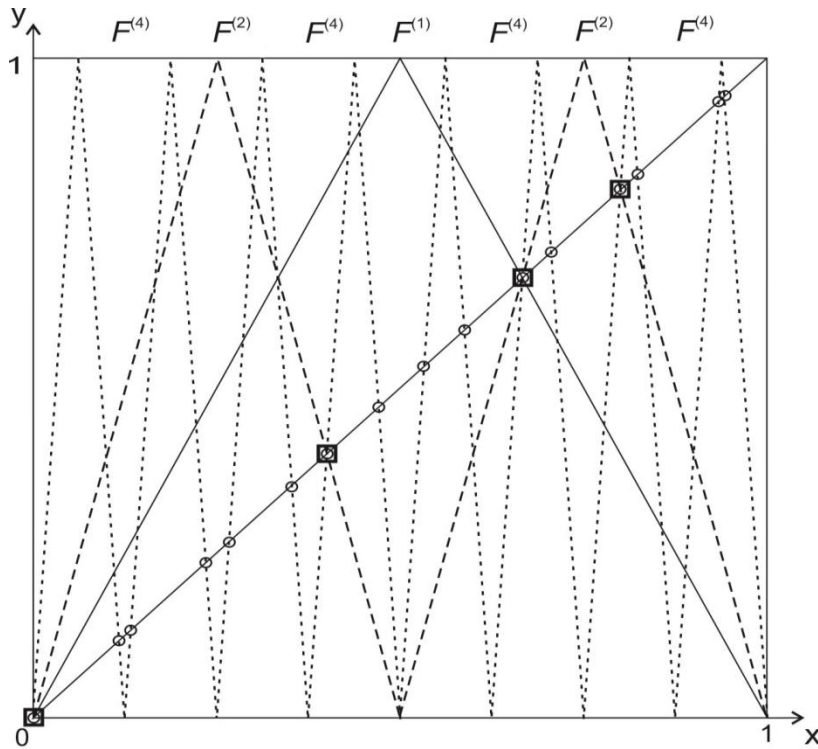


Рис.2. Стационарные точки 2-х и 4-кратного отображений. 12 точек принадлежат 3 циклам периода 4

Координаты пересечений кратных отображений с биссектрисой

Уравнения для определения координат x точек пересечений $F^{(n)}$ с прямой $y = x$ имеют вид:

$$x_i^{(n)} = \begin{cases} \frac{i-1}{2^n-1}, & i = 1, 3, \dots, 2^n-1 \\ \frac{i}{2^n+1}, & i = 2, 4, \dots, 2^n \end{cases} \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, 2^n$ номер ската зубца, образующего $F^{(n)}$.

Номера совпадающих стационарных точек

Найдем условия, при которых точки пересечения $F^{(n)}$ и $F^{(m)}$ с биссектрисой совпадают, т.е. найдем такие номера i и j , для которых выполняется условие $x_i^{(n)} = x_j^{(m)}$.

Используя формулу (2) получим:

$$\frac{i-1}{2^n-1} = \frac{j-1}{2^m-1}, \quad i = 1, 3, \dots, 2^n-1, \quad j = 1, 3, \dots, 2^m-1 \quad (3)$$

$$\frac{i-1}{2^n-1} = \frac{j}{2^m+1}, \quad i = 1, 3, \dots, 2^n-1, \quad j = 2, 4, \dots, 2^m \quad (4)$$

$$\frac{i}{2^{n+1}} = \frac{j-1}{2^{m-1}}, \quad i=2,4,\dots,2^n, \quad j=1,3,\dots,2^m-1 \quad (5)$$

$$\frac{i}{2^{n+1}} = \frac{j}{2^{m+1}}, \quad i=2,4,\dots,2^n, \quad j=2,4,\dots,2^m \quad (6)$$

Пусть $m=kn$, т.е. n – делитель m .

1. Предложение: все стационарные точки $F^{(n)}$ являются также стационарными точками $F^{(m)}$.

Иными словами, для каждого i найдётся такое j , что выполнено одно из равенств 3 – 6.

2. Найдём множество точек, составляющих все циклы длины m .

Для этого из множества стационарных точек $F^{(m)}$ нужно исключить стационарные точки $F^{(n_i)}$, где n_i – все делители n .

3. Рассмотрим свойства подмножества стационарных точек $F^{(m)}$, совпадающих с множеством стационарных точек $F^{(n)}$. (Какие из стационарных точек $F^{(m)}$ совпадают со стационарными точками $F^{(n)}$, если $m = kn$?)

В качестве примера рассмотрим один частный случай.

При $n = 2$, $i = 1,2,3,4$; $m = 4$, $j = 1,2,\dots,16$, получим следующие пары совпадающих точек (i,j) : $(1,1)$, $(2,7)$, $(3,11)$, $(4,13)$ – все i пересекаются с нечётными j (Рисунок 2).

Справедливо следующее Утверждение 4. 12.

Утверждение 1. При $m=2n$ для любого $i = 1,2,\dots,2^n$ найдётся только одно $j \in \{1,\dots,2^m\}$, такое что $x_i^{(n)} = x_j^{(m)}$, и это j нечётное.

Для изучения свойств номеров совпадающих стационарных точек $F^{(n)}$ и $F^{(m)}$, где $m=kn$, был проведён следующий вычислительный эксперимент. Перебором всех возможных пар (i,j) , из $i = 1,2,\dots,2^n$, $j = 1,\dots,2^{kn}$, для значений $n = 1,\dots,10$, $k = 2,\dots,7$, были получены пары номеров, удовлетворяющих условиям (3-6). Из анализа полученных пар (i,j) получены зависимости $j(i)$, где $i = 1,2,\dots,2^n$, $j \in \{1,\dots,2^{kn}\}$.

$$j(i) = \begin{cases} (\sum_{l=1}^k 2^{(k-l)n})(i-1) + 1, & i = 1,3,\dots,2^n - 1 \\ (\sum_{l=1}^k (-1^{l+1})2^{(k-l)n})i + 1 - r(k), & i = 2,4,\dots,2^n \end{cases} \quad (7)$$

где

$$r(k) = k - 2 \left\lfloor \frac{k}{2} \right\rfloor \equiv \begin{cases} 1, & k - \text{нечётное} \\ 0, & k - \text{чётное} \end{cases}$$

Здесь скобки $\lfloor \cdot \rfloor$ обозначают целую часть от числа.

Формула (7) показывает, что зависимость j от i линейная.

Наличие члена $r(k)$, равного 1 при нечётных k отражает тот факт, что при нечётных k при увеличении i на 1 чётность $j(i)$ меняется: нечётным i соответствуют нечётные j , а чётным i соответствуют чётные j . В случае чётного k $r(k)$ равно 0, чётность сохраняется и j принимает только нечётные значения при всех i .

Это означает, что при соприкосновении треугольников, отвечающих кратным циклам, существует следующая закономерность. Когда отношение периодов число нечётное, то области на биссектрисе, соответствующие меньшему треугольнику (большой цикл) всегда внутри большего треугольника (меньший цикл). Когда отношение периодов чётно, то при пересечении нечётных сторон, область внутри меньшего треугольника находится внутри большего треугольника, а при пересечении чётной стороны большего треугольника с нечётной стороной меньшего треугольника область внутри меньшего треугольника находится снаружи.

Работа выполнена при финансовой поддержке ОМН-3.

Список литературы

1. Глушков В.Н., Саранча Д.А.. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов. Моделирование тундрового сообщества // Автоматика и телемеханика. 2013. №2. С. 94 -108.
2. Недоступов Э.В., Саранча Д.А., Чигерев Е.Н., Юрезанская Ю.С. О некоторых свойствах одномерных унимодальных отображений // ДАН. 2010. Т. 430. №1. С. 23-28.
3. Саранча Д.А. Количественные методы в экологии. Биофизические аспекты и математическое моделирование. М.: МФТИ, 1997, 283 с.
4. Шарковский А.М. //Укр.мат.журн. 1964. Т.16. №1. С. 61-65.
5. Шарковский А.М. Разностные уравнения и динамика численности популяций. Киев: Ин-т математики АН УССР, 1982. 22 с.

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)

СЕКЦИЯ №64.

БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)

СЕКЦИЯ №65.

ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)

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)

КЛАССИФИКАЦИЯ СНИМКОВ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Зорина А.А.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г.Петрозаводск

Классификация снимков (космических или аэрофотоснимков) заключается в объединении пикселей растров со сходным уровнем яркостей и придании им одинаковых значений, т.е. создании кластеров или групп пикселей. При неконтролируемой классификации, или кластеризации без обучения происходит автоматическое выделение групп пикселей на основе спектральных характеристик в соответствии с выбранным алгоритмом, числом кластеров и другими параметрами, которые может определить пользователь. Контролируемая классификация или классификация с обучением выполняется по значениям яркости пикселей после того, как были заданы эталоны (сигнатуры) для будущих кластеров – несколько диапазонов яркости пикселей. Другими словами каждый пиксель снимка относится к определенному классу объектов на местности, которому соответствует некоторая область [1].

В результате кластеризации изображение упрощается, на преобразованных снимках контрастно отделяются одни природные объекты (районы) от других. Это облегчает процесс дешифрирования снимка – экстраполяции локальных характеристик на всю площадь относительно однородного объекта, ориентируясь на

качество изображений. Дешифрирование служит основным приемом последующего районирования, построения тематических векторных карт, которые всю территорию представляют разделенной на относительно однородные участки. В частности эталонное дешифрирование снимков сильно упрощает работу картографа, который вместо тотального обследования территории в полевых условиях пользуется методами дистанционного зондирования – изучает удаленные объекты с помощью специальных приборов (фотокамер самолета, радаров и сканеров спутника). В экологии методы дистанционного зондирования используют для составления карт распространения растительности, природных факторов, фенологических явлений, загрязнителей, областей поражения и др. Серии снимков одной и той же территории могут порождать динамические ряды, изучая которые можно выявить законы пространственного распределения природных явлений [1: с. 61].

В статье рассматриваются ГИС-технологии классификации растров в программе Quantum GIS (QGIS). Программа обладает рядом преимуществ по сравнению с другими приложениями (MapInfo, Idrisi, WinGIS, GeoDraw, ArcGis, Erdas, Surfer): доступность, работоспособность на большинстве платформ, легкость в использовании, простота графического интерфейса, поддержание множества растровых и векторных форматов данных, бесплатный доступ через Интернет, способность адаптироваться под конкретного пользователя. Достоинства QGIS обеспечили ее широкое распространение, сделали актуальным и перспективным ее использование в ГИС-анализе.

В данной работе задачи решались в QGIS версий 2.2, 2.4, 2.8 [7]. В среде QGIS есть несколько вариантов реализации обоих видов классификации с помощью разных встроенных модулей. Рассмотрим работоспособность трех из них – GRASS, Semi-Automatic Classification, Orfeo Toolbox (Image analysis) – на примере классификации простого трехканального RGB снимка Заонежского полуострова (Республика Карелия, Онежское озеро) из базы данных геологической службы США Landsat за 04.08.2013г. [6]. Кластеризацию снимка «rgb2013» проводим после его настройки в среде QGIS: улучшение контраста, растяжение гистограммы до минимального и максимального значений по каждому каналу.

Кластеризация снимка с помощью модуля GRASS

В GRASS [4] реализовано несколько алгоритмов классификации космической съемки [8]. Радиометрический метод без обучения основан на автоматической кластеризации объектов со сходными спектральными характеристиками, которые определяются в один класс. Число классов задается пользователем. Данный метод базируется на автоматически рассчитанной статистике изображения, а его алгоритм основан на связке функций `i.cluster` для расчета статистики и `i.maxlik` для самой классификации.

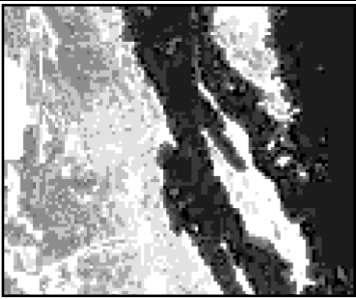
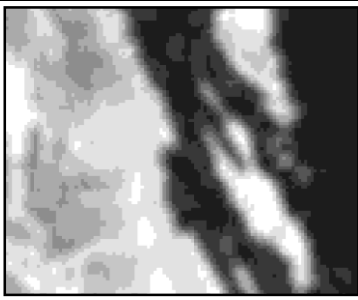
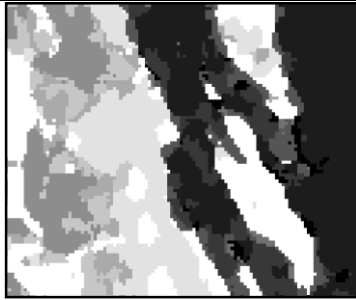
Алгоритм действий следующий:

1. Создание нового набора данных GRASS.
2. Импорт раstra «rgb2013» в GRASS. При использовании функции Инструменты GRASS \ вкладка «Список модулей» \ `r.in.gdal.qgis`. Задаем имя выходной растровой карты, например «cluster».
3. Создание одного многоканального раstra: Инструменты GRASS \ вкладка «Дерево модулей» \ «shell – Оболочка GRASS» \ команда – `i.group group=cluster subgroup=cluster input=cluster.blue,cluster.green,cluster.red`. Три канала группируются в группу и подгруппу под названием cluster.
4. Подгонка региона GRASS к размерам одного из слоев (каналов) импортированного раstra с помощью функции `g.region.zoom`.
5. Классификация снимка:
 - 5.1. Расчет статистики: Инструменты GRASS \ вкладка «Дерево модулей» \ «shell – Оболочка GRASS» \ команда – `i.cluster group=cluster subgroup=cluster sigfile=cluster_sig classes=10 reportfile=cluster.txt`.
 - 5.2. Собственно классификация: `i.maxlik group=cluster subgroup=cluster sigfile=cluster_sig class=cluster_class reject=cluster_reject`. В результате классификации формируются два растровых слоя GRASS: `cluster_class` – собственно слой классификации, и `cluster_reject`, содержащий отклонения результатов классификации от заданного порога. Необходимые компоненты функции можно увидеть, если запросить по ней справку: `i.maxlik help`.
6. Обработка классифицированного снимка. Из всего разнообразия вариантов обработки растров выбираем для примера фильтрацию шумов (`r.neighbors`) и векторизацию отфильтрованного результата (`r.to.vect.area`) (Табл.1).

Таблица 1

Пример использования разных вариантов фильтрации шумов

Классифицированный растр, слой <code>cluster_class</code>	Усредненный фильтр с размером усреднения по 5 пикселям, слой <code>cluster_class_average5</code>	Модальный фильтр с размером скользящего окна равным 5 пикселям, <code>cluster_class_mode5</code>
---	--	--

		
Количество полигонов полученных в результате векторизации		
51558	12684	6563

Большое количество полигонов сильно осложняет практическую работу с векторными слоями. Необходим компромисс между качеством классификации и количеством получаемой информации для дальнейшей обработки. Векторизуем отфильтрованный слой `cluster_class_mode7`, количество векторных площадей составит 3909 полигонов.

7. Редактирование (раскраска) векторного слоя: сопоставляем классы с исходным растровым изображением «`rgb2013`». Растр имеет распределение цветов, характерное для карт распространения растительности [2, 3] (Рисунок 1).

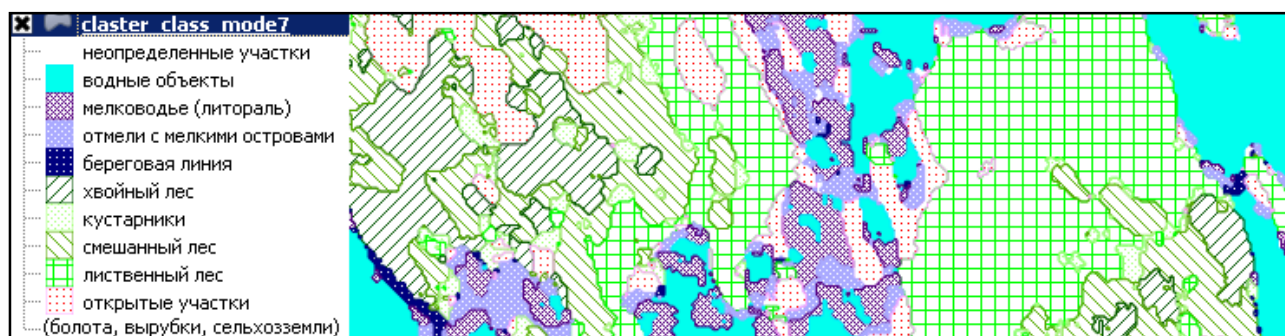


Рис.1. Результат классификации растра «`rgb2013`» в GRASS радиометрическим методом без обучения

Недостатки классификации очевидны: все открытые биотопы с совершенно разными экологическими характеристиками (болота, вырубки, дороги, сельхозземли и т.д.) объединились в один класс, тогда как на водные объекты приходится четыре класса (в связи со сложной структурой береговой линии Кижского архипелага).

8. Экспорт результатов классификации из базы данных GRASS в среду QGIS.

Выделяют, как минимум, три варианта классификации космического снимка с обучением с помощью GRASS и его командной строки. Все они основаны на том, что пользователь сам определяет, какие пиксели с какими спектральными значениями попадут в тот или иной класс объектов. Это достигается путем создания набора эталонов – пространственных выделов (полигонов), для которых класс установлен на основе полевых исследований или по тематическим картам (требуется оцифровка тренировочных полигонов) [8]. Первый и второй варианты – радиометрические с обучением – отличаются модулем расчета статистики: для первого используют команду `i.class`, для второго – `i.gensig`. Способ классификации в обоих случаях основан на использовании функции `i.maxlik`.

Алгоритм третьего метода кластеризации с обучением основан на радиометрической и геометрической классификации. Классификация пикселей по значениям яркости выполняется после создания эталонов для будущих кластеров – несколько диапазонов яркости пикселей. Алгоритм основан на связке функций `i.gensigset` и `i.smap`. Модуль `i.gensigset` рассчитывает сигнатуры в зависимости от спектральной яркости пикселей, а команда `i.smap` производит сегментацию изображения с учетом того, что расположенные рядом пиксели с большой степенью вероятности имеют один и тот же класс. В результате получается классификация с меньшим количеством шумов и большими однородными областями, занятыми одним классом. Процедура состоит из следующих этапов:

- Подготовка – создание (вручную) векторных полигонов над эталонными площадками или создание обучающего слоя;

При планировании классификации необходимо установить число будущих кластеров и расположение эталонных участков. Для каждого будущего кластера следует определить несколько эталонных площадок. Принадлежность площадки к тому или иному типу биотопических объектов устанавливается в процессе предварительных полевых или теоретических исследований. В частности в качестве вспомогательного материала были использованы полуавтоматическая классификация растительного покрова по проработанной методике [3], карта основных типов растительности на территории ППП «Заонежский» [2], а также личный опыт автора по обработке космоснимков.

- Импорт данных (исходного растра, обучающего векторного слоя и их настройка) в GRASS;
- Классификация космического снимка (сортировка пикселей по сигнатурам);
- Постобработка классифицированного снимка (фильтрация шумов, векторизация);
- Экспорт результатов классификации из GRASS в QGIS (Рисунок 2).

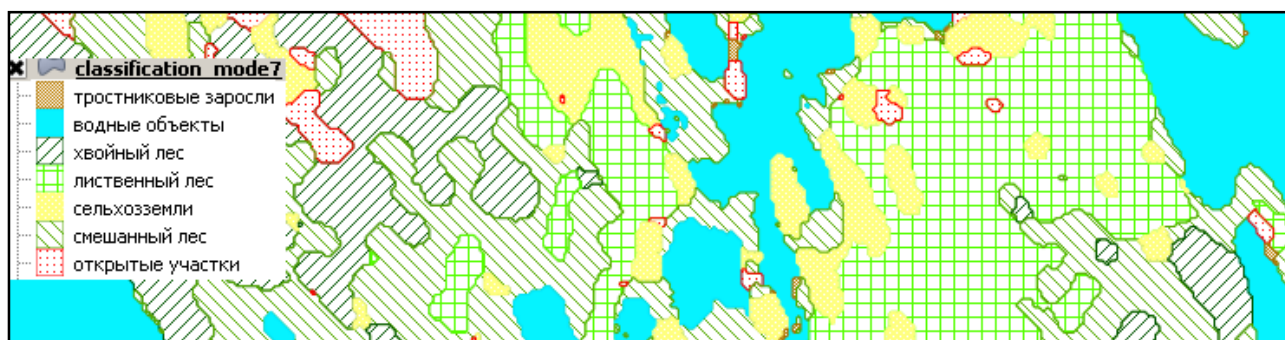


Рис.2. Результат классификации растра «rgb2013» в GRASS методом радиометрической и геометрической кластеризации с обучением

Кластеризация снимка с помощью модуля Semi-Automatic Classification

При установке модуля можно кратко ознакомиться с его возможностями и получить информацию о полезных ссылках в Интернете, где представлено руководство пользователя [9], а также видео-уроки [5]: Модули \ Управление модулями \ вкладка Все \ в строку поиска ввести Semi-Automatic Classification или выбрать модуль из алфавитного перечня \ Установить модуль.

Активированный модуль полуавтоматической классификации заполняет практически все пространство QGIS. Одна из особенностей модуля заключается в том, что помимо создания обучающего слоя (векторного слоя полигонов с эталонными площадками – Training shapefile) необходимо формирование списка подписей файла (Signature list file): вкладка SCP: Classification \ Signature list file \ Save.

Возможны два способа создания полигонов (сигнатур) шэйп-файла:

1. вручную: рисуем полигон (вкладка SCP: ROI creation \ ROI creation \ Create a ROI polygon) \ создается временный полигон \ сохраняем его в Training shapefile, заполняя все ячейки в таблице атрибутов на вкладке SCP: ROI creation \ ROI Signature definition. После заполнения информации, нажимаем Save ROI, не забываем поставить галочку напротив Add sig. list. В результате информация заносится в ROI list, Signature list, а также в таблицу атрибутов шэйп-файла. Двойное нажатие на ячейке с цветом в Signature list открывает цветовую палитру и позволяет изменять цвета на усмотрение пользователя (для объектов одного класса – один тип цвета). Для примера создаем несколько полигонов озер вручную.

2. полуавтоматически: вкладка SCP: ROI creation \ ROI creation \ инструмент Activate ROI pointer \ нажимаем, например, на участок растра темного серо-зеленого цвета (хвойный лес). Автоматически создается полигон малого радиуса. Сходство между пикселями, расположенными близко друг к другу позволяет установить параметры, например, Range radius = 50.

Повторное использование инструмента Activate ROI pointer показывает, что создается полигон большего размера. Если при автоматическом создании полигонов наблюдаются пересечения участков одного цвета с участками другого, то кликая мышью в разные участки интересующего нас однородного объекта, мы меняем комбинацию пикселей. Соответственно меняется сегментация, размер, границы создаваемого полигона. Выбираем наилучший вариант и сохраняем его также как при создании полигона вручную.

Все остальные типы биотопов создадим аналогичным способом. Каждый кластер представим четырьмя эталонными участками. Для каждого класса (включающего несколько полигонов) характерен свой цвет в Signature list, который будет использоваться в дальнейшем при классификации.

В качестве алгоритма классификации выберем: вкладка SCP: Classification \ Classification algorithm \ Spectral Angle Mapping. Сначала формируем предварительный вариант (временный растр) с использованием инструмента Activate Preview pointer, и если он нас устраивает, создаем окончательный вариант классификации с помощью Perform classification (Рисунок 3).

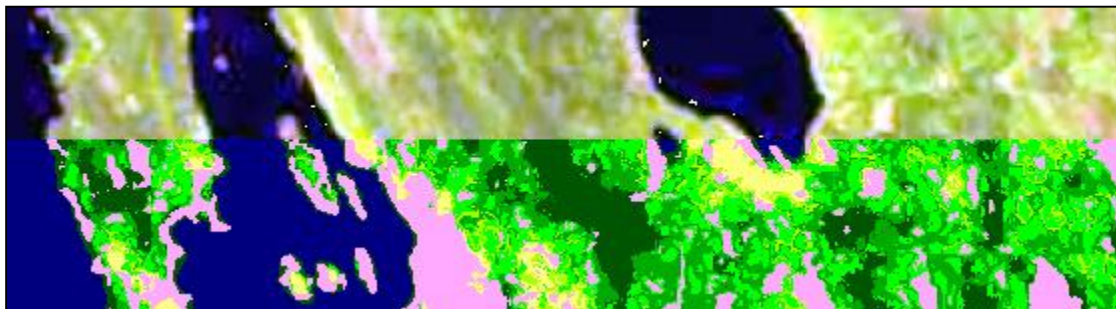


Рис.3. Исходный растр «rgb2013» (верхняя половина рисунка) и результат его классификации (нижняя) с помощью модуля Semi-Automatic Classification

Недостатки классификации очевидны:

- все открытые биотопы (болота, вырубки, дороги, населенные пункты и т.д.) объединились в один класс,
- литоральная (прибрежная) зона окрасилась в цвет хвойных лесов,
- при выделении лесных биотопов получилось большое количество мелких объектов, поэтому перед векторизацией необходимо провести постобработку классифицированного снимка (например, с использованием фильтрации шумов).

Кластеризация снимка с помощью Orfeo Toolbox

Рассмотрим сразу вариант классификации с обучением, для реализации которого необходим растровый слой «rgb2013» и векторный слой эталонов. Алгоритм довольно прост:

1. Рассчитываем статистику растра «rgb2013_2.tif»: Orfeo Toolbox \ Learning \ Compute Images second order statistics. В диалоговом окне на вкладке Параметры в качестве Input Imager выбираем исходный растр; результат работы функции сохраняем в постоянный файл «rgb2013_2Statistics.xml» (данный файл сохраняется в выбранной директории, но в слоях QGIS он не открывается).

2. Выбираем тип классификации с обучением из представленного перечня в Orfeo Toolbox \ Learning \ TrainImagesClassifier. Используем наиболее простой алгоритм, который не требует введения большого количества параметров, например, TrainImagesClassifier (knn). Это метод k ближайших соседей, основным принципом которого является то, что объект присваивается наиболее распространенному среди соседей данного элемента классу. Входные данные для реализации алгоритма: Input Image List – “rgb2013_2.tif”, Input Vector Data List – “etalons.shp”, Input XML image statistics file – “rgb2013_2Statistics.xml”. В параметрах меняем только максимальные размеры (например, на 100) и Name of the discrimination field, если название колонки в таблице атрибутов шэйп-файла не соответствует предложенному в алгоритме.

Выходные данные для реализации алгоритма: Output confusion matrix – “rgb2013_2matrixKnn”, Output model – “rgb2013_2modelKnn”. Запускаем алгоритм, нажимая Run. Результаты его выполнения будут видны только в папке в виде двух файлов «rgb2013_2matrixKnn» и «rgb2013_2modelKnn», но в слоях QGIS они не открываются.

3. Запускаем саму классификацию растра Orfeo Toolbox \ Learning \ Image Classification, все необходимые исходные файлы у нас созданы: Input Image – “rgb2013_2.tif”, Model file – “rgb2013_2modelKnn”, Statistics file – “rgb2013_2Statistics.xml”. Результат – постоянный растр классификации «rgb2013_2classKnn.tif» (Рисунок 4).

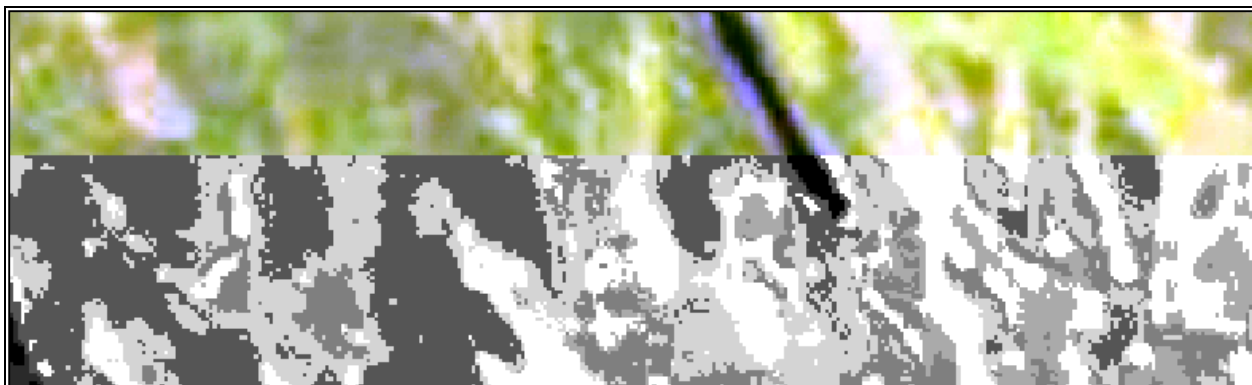


Рис.4. Исходный растр «rgb2013» (верхняя половина рисунка) и результат его классификации (нижняя) с помощью Orfeo Toolbox

Перед векторизацией растра «rgb2013_2classKnn.tif» его можно обработать с помощью комплекса функций Orfeo Toolbox, например, Image Filtering или Image Manipulation.

Заключение

Сравнение результатов классификации со снимком может выявить места несоответствия классов и ландшафтов. Пути решения данной проблемы могут быть разными:

1. выбор исходного космоснимка территории с лучшим разрешением и с большим числом каналов;
2. выбор типа кластеризации – с обучением или без обучения. Следует иметь в виду, что результаты классификации с обучением во многом зависят от того, насколько репрезентативны наборы ключевых участков (по числу и площади): для улучшения результатов следует строить довольно много сигнатур;
3. выбор наилучшего (для решения поставленной задачи) модуля QGIS при реализации кластеризации (в данной статье рассмотрены три);
4. выбор оптимального алгоритма классификации. Например, в Orfeo Toolbox представлено как минимум девять алгоритмов кластеризации с обучением, а в модуле Semi-Automatic Classification – три;
5. и т.д.

Изменять классификацию следует до тех пор, пока ее точность не будет удовлетворять исследователя и соответствовать поставленным целям и задачам.

Список литературы

1. Коросов А.В., Коросов А.А. Техника ведения ГИС: Приложение в экологии: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. 186 с.
2. Материалы комплексного экологического обследования, обосновывающие организацию государственного Природного парка «Заонежский», 2013. 108 с. <http://spok-karelia.ru/uploads/f88.pdf>
3. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга. Под ред. Кобякова К.Н. СПб., 2011. 506 с.
4. Grass-project. 2013. <http://grass.osgeo.org>
5. <http://fromgistors.blogspot.com/?spref=scp>
6. <http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>
7. <http://qgis.org/ru/site/>
8. <http://wiki.gis-lab.info>
9. Semi-Automatic Classification Plugin. Documentation. Release 4.8.0.1 / Luca Congedo. 2015.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ (БАЛЛЫ) И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ И РИСКА

Андреев Ю.Б., Светлосанов В.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Устойчивость является одним из фундаментальных понятий о развитии природных комплексов. Эта проблема необычайно актуальна в связи с сильным антропогенным воздействием на экосистемы и необходимостью проведения оценки последствий антропогенных воздействий на природные комплексы.

Существуют разные подходы модельного исследования устойчивого развития природных систем всех трех уровней [37-38]. Рассмотрим три разных подхода.

При построении статических детерминированных моделей часто ищут шкалу оценки опасности. При создании шкалы оценки какой - либо опасности выделяют несколько уровней, обычно от 3-х до 10-и. Для простоты понимания нашего подхода ограничимся тремя уровнями. Обычно природные и техногенные опасности оцениваются по вероятности временной компоненты (частота, повторяемость опасных событий или доля «опасного» времени в сутках, месяце, году и т.п., пространственной компоненты чрезвычайных событий - аварий, катастроф (уязвимость) и вероятному ущербу от них (экономического и демографического характера), которые перемножаются. Таким образом, качественную шкалу оценки оцениваемой опасности и соответствующего риска можно теоретически построить, оценивая каждую из составляющих по экспертным оценкам, например, по трехбалльной шкале (от максимального 1-го до минимального 3-го, или, наоборот, в зависимости от принятого подхода, традиции в рассматриваемой области природных и техногенных процессов), комбинируя их следующим образом:

Качественные уровни риска (по убывающей):

I - 111

II – 112, 121, 211

III – 122, 212, 221

IV - 222

V-113, 131,311

VI – 123,132, 312

VII – 223,232,322

VIII- 332, 323, 233

IX – 333.

Таким образом, получается 9-балльная оценочная шкала. Здесь следует заметить, что данный подход к оценке опасности и риска разрабатывался нами на основе конкретного случая оценки опасности и риска от снежных лавин [1-15, 24]. Теперь качественную шкалу можно связать с ее количественным содержанием. Для этого в вышеприведенные комбинации вставляем, перемножая, их количественные данные по временной вероятности (когда, в каком интервале времени), пространственной уязвимости (где, на каком участке рассматриваемой площади) и вероятному ущербу от максимально возможных до минимальных значений. Кроме того, в этом отношении важную роль играет моделирование рассматриваемых природных и техногенных систем, в особенности моделирование функций прогноза потенциальных опасностей в рамках анализа этих систем. В случае снежных лавин и селей, например, в качестве количественных характеристик оцениваемой опасности от этих явлений выступали критические диапазоны метеоданных (среднесуточных осадков и температур воздуха и их сумм за 3-6 –суточный период, толщина снежного покрова и т.п.), в пределах значений которых вероятен сход лавин и селей, а также значение соответствующих функций краткосрочного (и долгосрочного) прогноза, полученных на основе моделей прогноза разных генетических типов лавин (сухих, мокрых, перекристаллизации, метелевых и смешанных), в частности, Приэльбрусья и Хибин и высокогорных ливневых селей Приэльбрусья [21-24]. Сюда же добавлялась оценка площадей и объемов отложений, дальностей выноса и силы удара [4,15-20] для оценки уязвимости подвергаемых риску объектов (зданий, транспортных коммуникаций - дорог, линий электропередач и трубопроводов) и временная оценка опасности нахождения людей – местных жителей, работников, групп туристов, горнолыжников на потенциально опасной территории. В этом случае получаем количественные диапазоны оценки риска вышеозначенной качественной шкалы, на основе которых принимается решение об объявлении того или иного уровня текущей опасности в реальном времени, а также составляются долгосрочные карты опасности и риска, в том числе для использования в страховых случаях и разрешении или запрета на строительство тех или иных объектов на оцениваемой территории.

Далее, если теперь учесть вероятные погрешности статистических оценок (как правило, от 20% до 50%) и вытекающие из них перекрытия диапазонов построенной шкалы, то, например, в лавиноведении вполне можно будет ограничиться 5-балльной, а в селеведении даже 3-х балльной шкалами оценки опасности и риска. Тогда качественно называя соответствующие уровни опасности и риска, для 5-уровневой шкалы можно применить следующую терминологию:

- 1 уровень (объединяющий I-II уровни 9-балльной шкалы) как чрезвычайный (высший уровень) опасности,
- 2 уровень (соответственно II - III уровни 9-балльной шкалы) как сильный,
- 3 уровень (IV - V уровни 9-балльной шкалы) как средний,
- 4 уровень (VI- VII уровни 9-балльной шкалы) как умеренный,
- 5 уровень (VIII-IX уровни 9-балльной шкалы) как слабый.

Для 3-балльной шкалы соответственно можно применить, к примеру, следующую терминологию:

- 1 уровень - сильный,
- 2 уровень - умеренный,
- 3 уровень – слабый.

Что касается оценки устойчивости различных анализируемых систем к потенциальным опасностям, то в отличие от фундаментального подхода к этой проблеме [37], степень устойчивости в первом приближении – т.е. при чисто статистическом подходе и, тем более, при экспертных оценках – можно оценивать как вычет (минус) из шкалы оценки опасности (риска), т.е. вести обратный отсчет вышеприведенных оценок. Поскольку, чем меньше устойчивость системы, тем больше риск от потенциальной опасности и наоборот. При этом, конечно, затем можно усложнить рассматриваемые схемы и уточнять оценки устойчивости, конкретизируя ее на основе геофизических, техногенных, организационных и других механизмов и динамики рассматриваемых процессов.

В дополнение ко всему изложенному можно отметить в качестве важного подспорья в получении оценок исследуемых опасностей набор соответствующей статистики на основе физического и математического моделирования самих происходящих процессов. Например, в случае лавин это моделирование на основе геометрически подобных моделях лавиносборов с пусками искусственных лавин из гранулированного материала (мелкозернистого песка, древесной пыли и т.п.) с учетом критериев подобия.

С понятием «устойчивость» тесно связано понятие «устойчивое развитие» (sustainable development) [25,31,32,33,39,47]. Понятие «устойчивое развитие» является очень широким понятием и связано с проблемами экологическими, экономическими, социальными и политическими [26,27,28,29,30].

Построение моделей природных экосистем с использованием дифференциальных уравнений и изучение устойчивости таких модельных систем к разного рода возмущениям [35,43,46] является наиболее распространенным исследованием процесса устойчивого развития. Другой подход связан с нахождением в системе характеристики, которая ответственна за устойчивое развитие. Индексы и индикаторы – представители данного подхода.

Исследование проблемы устойчивого развития на региональном уровне проведено на примере развития Кировско – Апатитского района Мурманской области. Была предложена модель, построены графики, предложен критерий оценки устойчивого развития [34,40,45].

На основе полученного дополнительного статистического материала промоделирована кривая, описывающая изменение во времени численности населения КАР. Сильное уменьшение численности населения за последние годы потребовало введения в модель дополнительных гипотез для объяснения хода кривой. Были проанализированы полученные по модели графики изменения численности населения. Был сделан вывод, что на интервале 1960 – 1987 гг. было устойчивое развитие региона, а на интервале 1987 – 2000 гг. отмечена стойкая тенденция – стремление к состоянию неустойчивого развития региона и достижение состояния неустойчивого развития в 2000 году.

Понятие устойчивого развития тесно связано с порядком и хаосом в природных системах, в основе исследования которых лежит понятие «динамического хаоса» [41,44]. В этой области даже малые возмущения в системе могут привести к большим последствиям.

Режимы, чувствительные к начальным условиям, называют странными аттракторами. Странные аттракторы связаны с понятием «хаос в детерминированных системах». Странные аттракторы были исследованы с использованием уравнения Ферхюльста с постоянными коэффициентами, которое, рассмотренное с точки зрения порядка и хаоса, является репрезентативным представителем порядка в природных системах.

В реальности, экологические параметры, входящие в уравнение Ферхюльста, не являются постоянными величинами, а меняются во времени.

Учет изменения параметров уравнения Ферхюльста приводит к далеко идущим последствиям, более точно отражающим реальную ситуацию. Если в классическом варианте написания уравнения Ферхюльста мы имеем, в

конечном счете, единственно возможный финал – достижение предельного состояния (что характеризует «порядок» в природной системе), то при варьировании параметров уравнения возможны различные варианты, в том числе и вымирание динамической системы, описываемой логистической кривой. Такое поведение системы характеризует «хаос» в природных системах.

Были исследованы два случая логистического уравнения. В работах [36,46,48] показано, что устойчивость состояния системы, описываемой кривой Ферхюльста, к возмущениям типа «белого шума» тем выше, чем

больше значение $\frac{\alpha^3}{\beta^2}$. В этих работах показано, как малые, но постоянно действующие возмущения могут «раскачать» и даже привести к гибели очень устойчивую (когда возмущения отсутствуют) систему.

Выше говорилось о том, что уравнение Ферхюльста, являясь нелинейным дифференциальным уравнением, имеет аналитическое решение. В подавляющем же большинстве решение нелинейных дифференциальных уравнений находят с помощью численных методов. Уравнение Ферхюльста было исследовано с помощью численных методов. Парадокс результата исследования состоит в том, что

аналитическое решение имеет всегда предельное значение, равное $\frac{\alpha}{\beta}$ что соответствует «порядку» в системе, а

при дискретном изменении времени при определенных значениях коэффициентов логистического уравнения возможны различные сценарии развития, в том числе сценарии, при которых происходит превышение

предельного значения, равного $\frac{\alpha}{\beta}$, что соответствует появлению «хаоса» в системе.

Матричный подход исследования динамики природных систем с учетом воздействий был использован в работе [42]. На основе теории матриц рассмотрено распределение природных экосистем по площадям в зависимости от факторов: скорости и степени изменения элементов матрицы, скорости сходимости и длительности процесса.

Работа выполнена при поддержке РГНФ и БРФФИ (проект № 15-22-01008)

Список литературы

1. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. К оценке точности определения скорости лавины на участке торможения. Материалы гляциологических исследований, № 66. М., 1989. с.185-187
2. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Лавинный риск: классификация и управление. Вестник Моск. Ун-та, сер. География, № 2, М., 1992 С.29-35
3. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Ушакова Л.А. Классификация риска стихийных явлений природы (на примере лавинной опасности). Сб. «Жизнь Земли. Природа и общество», Изд-во МГУ, 1993. С.53-56
4. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., О законах распределения параметров природных процессов в условиях ограниченной информации. Вестник Моск. Ун-та, сер. 5, география, 1993, № 3 С.35-38
5. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Оценка лавинного риска в горах. Вестник Моск. Ун-та, сер. 5, география, 1994, № 2 С.23-26
6. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Risk Evaluation of Natural Hazards (On Examples of Avalanches and Mudflows). Тезисы In: Annales Geophysicae, Part II. Oceans Atmosphere, Hydrology and Nonlinear Geophysics, Supplement II to Vol. 13, 1995. Pp.603
7. Andreev Yu.B., Bozhinsky A.N. Проблемы оценки и картографирования природного риска (на примере лавин и селей). Вестник Моск. Ун-та, сер.5, география, 1996, № 3 С.55-60
8. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н. Методика картографирования вероятного ущерба от лавин и селей. Вестник Моск. Ун-та, сер.5.География,1997 № 5. С. 67-69.
9. Андреев Ю.Б., The general structure analysis of avalanche (mudflow) risk assessment. Proceedings of conference 25 years of Snow Avalanche Research, Voss 12-16 May, 1998. Norwegian Geotechnical Institute Publikation n.203. pp.58-60
10. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Жигульский А.А. Оценка и прогноз лавинного риска для транспортных коммуникаций, производственных и жилых комплексов в горах. Материалы гляциологических исследований, М., 2000, № 88 С.140-144
11. Andreev Yu.B., Bozhinsky A.N., Sidorova T.L. The Methodology of Mapping of Probable Damage due to Avalanche and Mudflow Activity. In: Proceedings of 4th International Symposium on Environmental Geotechnology and Global Sustainable Development/ Boston, 2000, N. 409 pp.1592-1593

12. Andreev Yu.B., Bozhinsky A.N., Sidorova T.L. Avalanche and Mudflow Risk Mapping Methods for Road Traffic and Population. Статья In: Internationales Symposion Interpraevent 2000, Villah/Oesterrich, Tagungspublikation, Band 2, pp.181-188
13. Andreev Yu.B., Трошкина Е.С., Светлосанов В.А. Многолетняя динамика снежности горных районов Евразии. Материалы гляциологических исследований. № 91, 2001, С.75-78 .
14. Андреев Ю.Б., Мамаев Ю.А. Глоссарий . Монография в 6 томах. «Природные опасности России», том 1 «Природные опасности и общество», под ред. В.А. Владимирова и др., Изд-во фирма «Крук», М., 2002. 248 с. с.234-24
15. Andreev Yu.B., A.N.Bozhinskiy, T.L.Sidorova, L.A.Sukhanov. Probabilistic zoning of avalanche paths and risk estimation Материалы гляциологических исследований (МГИ) №93, М., 2002 pp.. 117-121-
16. Андреев Ю.Б., Суханов Л.А. Сравнительный анализ оценок дальности выброса лавин на основе разных статистических моделей. МГИ №96, М., 2004 с.144-146
17. Андреев Ю.Б., Суханов Л.А. Взаимосвязь между площадью, объемом и высотой лавинных отложений на основе статистического моделирования лавин сыпучими материалами МГИ №97, М., 2004..с.205-208
18. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Суханов Л.А. Сравнительная статистика параметров отложений реальных и модельных лавин. МГИ №100, М., 2006. с.172-175
19. Андреев Ю.Б., Суханов Л.А. Сравнительная оценка риска на основе эмпирической модели вероятностного зонирования (Россия) и некоторых статистических моделей западноевропейских исследователей для вероятности поражения лавинами. Abstracts of International Symposium on Snow and Avalanches, 2003, Davos, Switzerland, №37
20. Андреев Ю.Б., А.Н.Божинский Сравнительная статистика натуральных и модельных катастрофических лавин. Материалы гляциологических исследований, №107, 2009. с. 121-123 .
21. Андреев Ю.Б., Сейнова И.Б., Крыленко И., Черноморец С.С. Regional short-term forecast of debris flow initiation for glaciated high mountain zone of the Caucasus. 5-th International Conference on Debris- Flow Hazards. Italy, Padova, 2011, Roma un. "La Sapienza". Pp. 1003-1011
22. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Молоткова Ж.Л., Олейников А.Д., Черноус Р.А. Краткосрочное пространственно-временное прогнозирование сухих и мокрых лавин «Лед и снег», М., Наука. №1 (113).. 2011. с. 64-68
23. Андреев Ю.Б., Божинский А.Н., Черноус П.А. Краткосрочный пространственно-временной прогноз сухих лавин сублимационной перекристаллизации и смешанного типа . «Лед и снег», М., Наука, № 1 (121). 2013. С.69-72 Журнал «Лед и снег», М., Наука, № 2 (118). 2012.
24. Андреев Ю.Б. Сравнительная оценка риска для лавин различного генезиса на основе релевантных функций пространственно- временного прогноза. Материалы Международной научно-практической конференции «Геориск-2012», т.1, 2012. 348 с. С. 7-10.
25. Кирста Ю.Б. Устойчивое развитие этноэкосистемы России - стратегическая задача экологического образования в Сибири. Экологическое образование для устойчивого развития: Сб. науч. тр. ЮНЕСКО. – Барнаул. 1997. с. 57-65.
26. Кирста Ю.Б., Ловцкая О.В. Информационно-иерархическая организация биосферы и проблемы ее устойчивого развития. Известия Алтайского гос. ун-та. – 2001. № 3. с. 56-63.
27. Кирста Ю.Б. Имитационное моделирование динамики и прогноз климата России до 2020 года. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Мат-лы III Всерос. конф. с междунар. участием, Барнаул, 24 – 28 авг. 2010 г. – Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. с. 387-390
28. Кирста Ю.Б., Кирста Б.Ю. Информационно-физический закон построения эволюционных систем. Системно-аналитическое моделирование экосистем: монография. Изд-е второе, испр. и доп. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 2014. – 283 с.
29. Коломыц Э.Г. Локальные механизмы глобальных изменений природных экосистем (монография). Глава 12: Механизмы устойчивости экосистем. М.: Наука, 2008. с. 315 – 329
30. Коломыц Э.Г. Полисистемное экологическое пространство и устойчивость высокогорных лугов. В книге: Залиханов М.Ч., Коломыц Э.Г., Шарая Л.С., Цепкова Н.Л., Сурова Н.А. «Высокогорная геоэкология в моделях». М.: Наука, 2010. с. 161– 190
31. Коломыц Э.Г., Шарая Л.С. Методы исчисления и картографирования устойчивости лесных экосистем // Известия РАН. Сер. географич. 2013, № 6. с. 133 – 143
32. Коломыц Э.Г., Сурова Н.А. Экологическое пространство и устойчивость высокогорных лугов (Опыт эмпирико-статистического моделирования) // География и природные ресурсы. 2014, № 4. с. 120–131

33. Коломыц Э.Г., Шарая Л.С. Устойчивость лесных экосистем, методы ее исчисления и картографирования // Известия СНЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1. с. 93–107
34. Куликов А.Н., Светлосанов В.А. Методика построения математической модели социально-экономического развития Кировско -Апатитского района Мурманской области с учетом экологических последствий. Журнал: Экологические системы и приборы. 2005. №5. с.41-43
35. Светлосанов В.А. О стабильности экосистем. Журнал: Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1976. № 4. с. 83-94
36. Светлосанов В.А. Расчет меры устойчивости систем к случайным возмущениям. Журнал: Известия Российской академии наук. Серия географ. 1977. №5. с. 118-121
37. Светлосанов В.А. Устойчивость и стабильность природных экосистем. ВИНТИ. Итоги науки и техники. Серия «Теоретические и общие вопросы географии». 1990. -200 с.
38. Светлосанов В.А. Основы методологии моделирования природных систем (учебное пособие). Москва. 2010 (Изд.2-е, исп.). Издательство УНЦ ДО. -118 с.
39. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Куликов А.Н. О понятиях «устойчивость» и «устойчивое развитие». Журнал: Экологические системы и приборы, 2006. №7. с.11-15
40. Светлосанов В.А., Кудин В.Н., Куликов А.Н. О критериях оценки устойчивого развития региона. Журнал: Юг России: Экология, развитие. 2008. № 1. с.6-14
41. Светлосанов В.А., Кудин В.Н. Системный анализ, риск, порядок и хаос в стратегии устойчивого развития. Журнал: Экологические системы и приборы. 2012. № 11. с.58-64
42. Светлосанов В.А., Кудин В.Н. Матричный подход при анализе динамики экосистем. Журнал: Экологические системы и приборы, 2012. № 12. с. 30-33
43. Светлосанов В.А., Куликов А.Н. Некоторые количественные подходы к оценке устойчивого развития природных систем. Журнал: проблемы региональной экологии. 2004. № 3. с.13-19
44. Светлосанов В.А., Куликов А.Н., Кудин В.Н. Логистическая кривая — порядок и хаос в природных системах. Журнал: Экологические системы и приборы, 2009, №7. с.42-46
45. Светлосанов В.А., Мыслев И.Б. Математическая модель социально-экономического развития Кировско-Апатитского района (компьютерные эксперименты). Журнал: Вестник МГУ. 1991. № 4. с. 72-76
46. Фрейдлин М.И., Светлосанов В.А. О влиянии малых случайных возмущений на устойчивость состояний экосистем. Журнал: Общая биология. 1976. № 5. с. 715-721
47. Kirta Yu.B. Information-hierarchical organization of biosphere and problems of its sustainable development. Ecological Modelling. – 2001. – v. 145 № 1. p. 49-59.
48. Svetlosanov V.A. The problem of ecosystem stability and some application of one of stochastic methods in investigation of this problem. Ecological Modeling. The Netherlands. 1985. (28). p. 311-322
49. Svetlosanov V.A. The notions of the indexes and criteria for a measurement of ecosystem stability. Ecologia (CSSR). v.4 № 4. p. 427-433

СЕКЦИЯ №72. БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)

СЕКЦИЯ №73. ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)

СЕКЦИЯ №74. ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)

СЕКЦИЯ №75. МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)

**ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

Дитц Л.Ю.

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный университет экономики и управления, г.Новосибирск

Болотные экосистемы имеют важное значение для сохранения экологического равновесия в природе. Это участие в водном балансе территории, обеспечения генофонда флоры и фауны, формирование теплового режима территории, а также участие в круговороте углерода в биосфере [3, с.4].

Болотные экосистемы занимают более 70% территории северной части Новосибирской области, в пределах Барабинской низменности. Барабинская низменность является уникальным природным объектом. Большая часть ее территории лежит в лесостепной зоне, где широко распространены обширные бессточные и слабопроточные заболоченные или озерные понижения.

Барабинская низменность сформировалась на месте тектонической депрессии, возникшей в конце палеозоя и которая на протяжении мезозойской и кайнозойской эпох являлась областью транзита флювиогляциальных вод ледников. Поскольку похолодания периодически сменялись потеплениями, интенсивность флювиогляциальных потоков была различна, что и явилось причиной неоднородности литологического состава отложений.

Континентальный режим установился лишь в конце палеогена. К этому времени основные углубления депрессии были заполнены морскими отложениями, и она приобрела черты низменной равнины, образованной в результате погружения внутренних районов и поднятия краевых областей.

Котловинный характер строения поверхности и слабая дренированность территории являются причиной значительной обводненности почвогрунтов территории и формирования болотных почв [2, с.195].

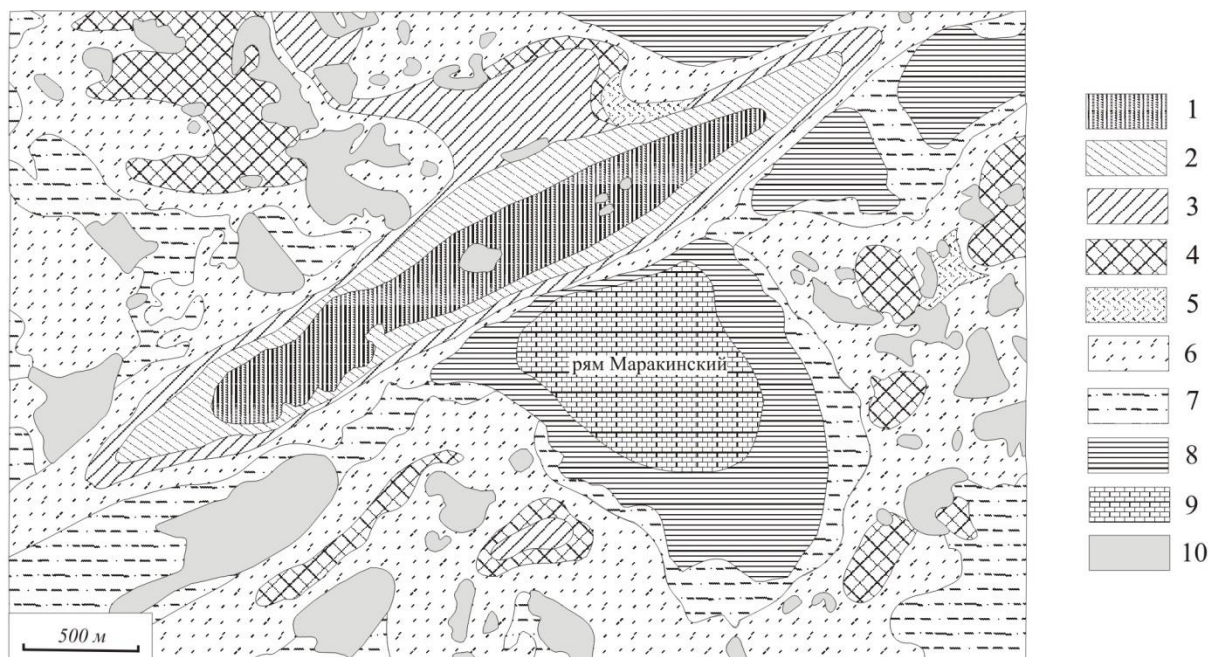
Болота занимают межгрядные ложбины, обширные плоские котловины и западины, а также мелкие впадины и блюдца, которыми изобилуют пологие склоны водоразделов.

Особый интерес представляют выпуклые сфагновые торфяники или рямы, занимающие небольшие площади на стыке южно-таежной лесостепной подзон. В связи с участием в растительном покрове рямов бореальных видов и наличием мощной торфяной залежи они представляют резкий контраст с окружающей лесостепью. По своей растительности рямы похожи на выпуклые сосново-сфагновые болота таежной зоны. Под довольно густым ярусом сосны развиты заросли кустарничков - багульника и кассандры. Характерно присутствие северных видов - морошки, реже карликовой березки, мелкоплодной клюквы и других [1, с.39]. Под растительной дерниной находится мощный, нередко превышающий 3-метровый слой олиготрофного сфагнового торфа. Рямы имеют сравнительно небольшую площадь (в Барабе обычно до 100—300 га) и резко выпуклы в центре (до 3, 5 м). Они разбросаны обычно в виде островков среди тростниковых займищ, от которых нередко отделяются лишь узким поясом мезотрофного или эвтрофного болота. Этот пояс изолирует рям от влияния минерализованной воды займищ.

Особенностью барабинских рямов является формирование торфяной залежи верхового и переходного типа непосредственно на минеральном, большей частью засоленном субстрате. Принимая во внимание то обстоятельство, что сфагновые мхи отрицательно реагируют на засоление, многими исследователями была выдвинута гипотеза о поселении сфагновых мхов в глубоких депрессиях, где достигалась максимальная отмытость от солей верхней части почвенной толщи.

В рямках органогенные профили, относимые к переходному и верховому типу торфяной залежи, сложены от самого основания преимущественно остатками сфагновых мхов, следовательно верхние горизонты заболачивающихся почв характеризовались сильной отмытостью от минеральных веществ.

Почвенные исследования проводились на территории урочища «Маракинское». Основные природные элементы урочища «Маракинское» включают вытянутую четко ориентированную в направлении с северо-восток на юго-запад гряду, озеро округло-вытянутой формы, характерной для ландшафтов Барабинской равнины и болотный массив, в центральной части которого расположен рям. Абсолютные высоты рассматриваемого участка составляют 137- 138 м. Превышение над местным базисом эрозии, в качестве которого выступает водная поверхность озера, достигает 7-8 м. (Рисунок 1)



1 - черноземы обыкновенные осолоделые; 2 - лугово-черноземные осолоделые и солонцеватые почвы; 3 - комплекс черноземно-луговых солонцеватых почв и солонцов глубоких; 4 - черноземно-луговые солончаковые почвы; 5 - пятнистости солонцов средних и мелких; 6 - комплексы луговых солончаковых почв с солонцами солончаковыми и солончаками луговыми; 7 - лугово-болотные солончаковые почвы; 8 - болотные низинные торфяно-глеевые почвы; 9 - болотные верховые мощные; 10 - солоды

Рис.1. Почвенная карта урочища «Маракинское»

В пределах рассматриваемого участка, который характеризует почвенное разнообразие лесостепной части Барабы, был заложен почвенногеоморфологический профиль протяженностью 1200 м (Рисунок 2). На профиле схематично отражено распределение почв по элементам рельефа и изменение уровня залегания грунтовых вод от вершины гривы к межгрядовому понижению и болотному массиву (ряму). Общность геолого-геоморфологической основы позволяет выявить основные закономерности эволюционно генетических рядов почв и сопряженное развитие почв и ландшафтов.

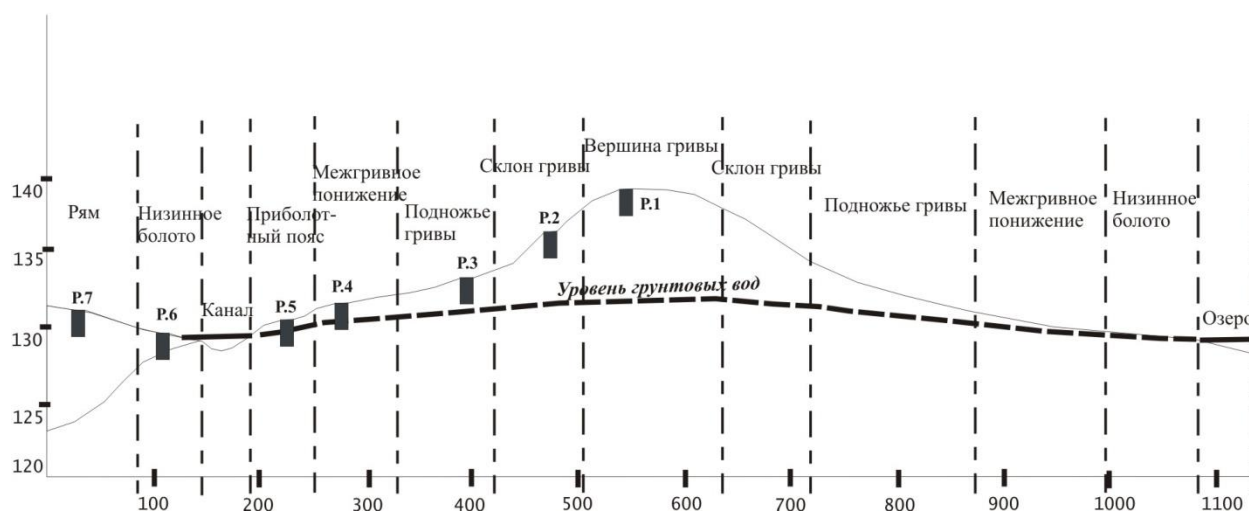


Рис.2. Почвенно-геоморфологический профиль урочища «Маракинское»

В южной части ключевого участка вдоль гривы вытянута заболоченная долина с комплексом болотных почв, к которой примыкает островное верховое болото (Маракинский рям). В понижениях долины, в весенние

периоды скапливаются слабоминерализованные воды поверхностного стока, происходит промывка и опреснение почв, развитие растительных сообществ, способствующих формированию оторфованных горизонтов, мощность которых может достигать более 40 см. Болотные низинные торфяно-глеевые почвы под тростниково-осоковой растительностью представлены округло-вытянутыми контурами, нередко повторяющими формы наиболее пониженных участков межгивных понижений. Болотные почвы являются начальным звеном исследуемых почвенно-генетических рядов в лесостепных ландшафтах.

Переходные участки между заболоченными низинами и повышенными элементами рельефа называется приболотным поясом. В почвенном покрове приболотного пояса в основном лугово-болотные и болотные торфяно-глеевые почвы разной степени засоления и мощности перегнойного и торфяного горизонтов. Комплексность почвенного покрова данного участка невелика, что объясняется невысокой степенью различия растительных группировок, лимитирующим экологическим фактором произрастания которых является степень гидроморфизма и засоления почв. На исследуемом участке со сравнительно резкими переходами от повышений к понижениям приболотный пояс занимает неширокую, из нескольких десятков метров полосу. Почвы приболотного пояса являются аккумуляторами солей на протяжении многовековой истории развития территории.

Рям отделен от почв приболотного пояса концентрически расположенными микроландшафтами низинных болот. В приболотном поясе, на границе с рямом, в 40-50-х годах 20 века был проложен осушительный канал. В настоящее время дно канала заилилось, заросло болотной растительностью. Однако поступающие с поверхностным и внутрипочвенным стоком соли аккумулируются в водах зарастающего канала. По данным химического анализа воды канала имеют повышенную минерализацию - 1,26 г/л, pH составляет 8,64, количество двууглекислой соды - 0,42 мг-экв/л.

Растительный покров центральной части рьяма представлен сосной, кустарничками багульника, Кассандры, клюквы; моховой покров, как и сами торфяники, состоит из сфагнового мха (главным образом из *Sphagnum fuscum*), и только в придонных слоях иногда обнаруживается небольшая прослойка низинного осоково-гипнового торфа. Мощность торфяник, как и во многих Барабинских рьямах, составляет 3-5 м.

В верховых торфяниках в сравнении с низинными долевое участие сфагновых мхов в составе фитоценоза увеличивается, что приводит к постепенному росту болота вверх и накоплению большой массы органогенного материала. Слои торфа, залегающие глубже уровня почвенно-грунтовых вод приболотного пояса, находятся в законсервированном, биологически неактивном состоянии. На погребенных торфяных толщах почвой можно считать только самую верхнюю часть, в которой продолжается биологический круговорот веществ. Вся лежащая ниже часть торфяной залежи представляет собой инертный торф, выключенный из современного биологического цикла и её следует рассматривать как торф-органогенную породу.

Трехметровая толща органогенного субстрата верхового торфяника сложена почти по всей глубине слаборазложившимися остатками сфагновых мхов, являющимися, как известно, малотребовательными к условиям минерального питания. Сфагновые мхи верховых болот разлагаются очень медленно и характеризуется относительно светлым коричневым цветом. В сфагновом торфе хорошо сохраняются растения, произрастающие совместно со сфагновыми мхами. Разложению торфа верховых болот препятствует их высокая кислотность (Табл.2).

Химический состав болотных почв рьяма

Место заложения разреза, название почвы	Торфяные горизонты	Мощность торфяных го- ризонтов	рН водной вытяжки	Зольность, %
Центральная часть рьяма Болотная верховая торфяная мощная Мощность торфа 325 см.	Ат	0-15	3,93	9,52
	T1	15-35	3,89	4,36
	T2	35-70	3,87	3,26
	T3	70-100	3,59	2,20
	T4	100-150	3,58	1,37
	T5	150-200	3,79	2,10
	T6	200-230	3,81	2,03
	T7	230-265	4,24	2,29
	T8	265-300	4,08	6,42
	T9	300-325	4,23	7,21
	Погребенная почва	325-340	5,26	Не опр.
Краевая часть рьяма Болотная переходная торфяная среднемощная Мощность торфа 130 см.	Ат	0-10	5,14	8,63
	T1	10-20	4,11	5,91
	T2	20-50	4,33	2,59
	T3	50-70'	3,68	3,53
	T4	70-100	3,68	4,51
	T5	110-130	3,69	7,54
	Погребенная почва	130-140	4,89	Не опр.

Таким образом, следствием полигенезиса исследуемых торфяных почв является высокая степень вертикальной и горизонтальной неоднородности их свойств. Вещественные характеристики почвообразующих лессовидных, озерных и озерно-болотных отложений отражают обусловленность процессов седиментогенеза и педогенеза.

Список литературы

1. Дитц Л.Ю. Использование аэрокосмической информации при изучении структурной организации почвенного покрова экосистем Западной Сибири // Вычислительные технологии. -2007. –Т.12. –с.31-41.
2. Елизарова Т.Н., Дитц Л.Ю., Лопатовская О.Г. Мониторинг динамических почвенных процессов на юге Сибири // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). -2006. №11. С.194-198.
3. Концепция рационального использования торфяных ресурсов России. Томск: ЦНТИ, 2003, с.60.

СЕКЦИЯ №77.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)

СЕКЦИЯ №78.

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АДФ-ИНДУЦИРОВАННАЯ АГРЕГАЦИЯ ТРОМБОЦИТОВ У ОВЕЦ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ

Ошуркова Ю.Л., Кострякова Л.С., Смыслов В.М.

ФГБОУ ВО Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, г.Вологда

Изучение функционального состояния тромбоцитарного звена гемостаза привлекает внимание многих научных групп [2, 3, 4, 5, 7]. Известно, что тромбоциты являются важным элементом поддержания гомеостаза внутренней среды в целом и системы крови в частности. Видную роль в этом играет их агрегационная активность, обеспечивающаяся во многом за счет синтеза в них большого количества биологически активных веществ. При развитии различных отклонений от физиологического состояния в тромбоцитах нередко страдает синтез гемостатически значимых субстанций с усилением выработки проагрегантных факторов, что существенно нарушает реологические свойства крови [6].

Кроме того, изучение расстройств гемокоагуляции у животных полезно и важно не только для изучения патогенеза, лечения (в том числе и хирургического) подобных заболеваний у людей, но и для получения субстратной плазмы для определения факторов коагуляции в плазме человека.

Цель и задачи исследования.

С целью пополнения фундаментальных знаний по функционированию системы гемостаза у овец были поставлены следующие задачи:

- изучить агрегационную активность тромбоцитов у овец при индукции АДФ в условиях фермерского хозяйства;
- изучить агрегационную активность тромбоцитов у суягных овец при индукции АДФ в условиях учебного вивария;
- сравнить агрегационную активность тромбоцитов у овец на разных сроках суягности и в послеродовой период;

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили овцы романовской породы различного возраста и пола. Было создано несколько групп животных.

В первую группу вошли овцы на ранних сроках беременности (n=10), содержащиеся в условиях КФХ Механиковой М. В, Вологодский район.

Во вторую группу вошли овцы на поздних сроках беременности (n=2; 2а – до родов, 2б – после родов), содержащиеся в условиях учебного вивария факультета ветеринарной медицины и биотехнологий ФГБОУ ВО Вологодской ГМХА.

Кровь, взятую из яремной вены у животных, стабилизировали цитратом натрия в соотношении 1:9 в пластиковые пробирки.

Агрегационную активность тромбоцитов определяли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 по Howard M. A. с использованием активатора свёртывания АДФ. Метод основан на фотометрическом определении изменений процента светопропускаемости (оптической плотности), которые происходят в обогащенной тромбоцитами плазме в результате образования агрегатов при агрегации тромбоцитов [1].

У овец определяли суммарный индекс агрегации тромбоцитов (СИАТ), скорость агрегации (СА), индекс дезагрегации тромбоцитов (ИДТ).

Результаты исследования и их обсуждение. Поддержание нормального гемостаза невозможно без участия тромбоцитов, для которых это является одной из основных функций. Для эффективного осуществления гемокоагуляционных процессов имеет значение не только количество кровяных пластинок в циркуляции, но и их функциональная активность [2, 3, 4, 5, 7].

Естественным индуктором агрегации тромбоцитов является АДФ. Действуя через пуриновые рецепторы тромбоцитарной мембраны, АДФ активирует тромбоциты, стимулируя резкое увеличение внутриклеточного

Ca²⁺ [7, 8, 9, 10]. Различия в степенях агрегационной активности тромбоцитов у овец на разных сроках суягности и после окота выявлялись в исследованиях АДФ-зависимой агрегации (Рисунок 1).

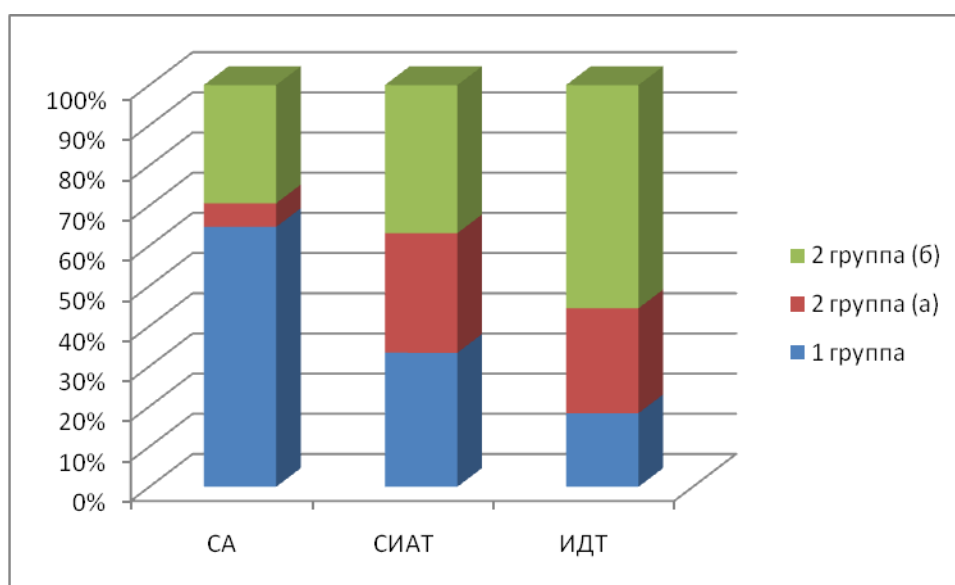


Рис.1. функциональная активность тромбоцитов

Анализируя полученные результаты мы можем видеть, что на ранних сроках беременности у овец имеет место увеличение скорости агрегации тромбоцитов под влиянием АДФ. Это совпадает с медицинскими исследованиями: повышенная агрегация тромбоцитов на АДФ и другие индукторы может иметь место на ранних сроках беременности.

На поздних сроках суягности мы получили значительное снижение скорости агрегации тромбоцитов. Это может являться как видовой особенностью, так и адаптивной реакцией тромбоцитов, позволяющей повысить реологические свойства крови, для улучшения питания плода.

После окота скорость агрегации тромбоцитов увеличилась, однако была ниже, чем на ранних сроках беременности.

При этом, несмотря на существенные колебания скорости агрегации тромбоцитов суммирующий индекс их агрегации не имел значительных различий, как на протяжении всего периода суягности, так и после родов.

Индекс дезагрегации возрастал с увеличением сроков беременности овец и максимальных значений достигал после родов.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно заключить, что на ранних сроках суягности особенностью реакции тромбоцитов является АДФ-индуцированная гиперагрегация, на поздних сроках суягности – гипоагрегация и после родов – нормализация агрегационных свойств тромбоцитов.

Список литературы

1. Берковский А.Л. и др. Пособие по изучению адгезивно-агрегационной активности тромбоцитов. - М: НПО «Ренам», 2003. - 29с.
2. Мазуров, А.В. Мембранные гликопротеиды в реакциях адгезии и агрегации тромбоцитов: Дис.... докт. мед. наук. М. - 1998. - 216 с.
3. Медведев И.Н. Физиологическое становление тромбоцитарного гемостаза у продуктивных животных в постнатальном онтогенезе: Диссертация ... доктора биологических наук : 03.00.13 - Курск, 2008.- 402 с.
4. Ошуркова Ю.Л. Состояние тромбоцитарного звена системы гемостаза у лактирующих коров / Ошуркова Ю.Л., Фомина Л.Л., Соболева Е.Н. // Молочнохозяйственный вестник. 2011. № 1. С. 20-22.
5. Ошуркова Ю.Л. Агрегационная активность тромбоцитов у здоровых собак в условиях севера Европейской части России / Ошуркова Ю.Л., Баруздина Е.С., Горева И.А. // Наука и Мир. 2014. № 7 (11). С. 20-22.
6. Рубцова Е.А. Роль тромбоцитов в гемостазе / Рубцова Е.А., Ошуркова Ю.Л., Фомина Л.Л. // В сборнике: Научное обеспечение - сельскохозяйственному производству. Биологические науки. Международная научно-практическая конференция, посвященная 99-летию академии. 2010. - С. 129-132.
7. Ardlie, N. G. Adenosine diphosphate-induced platelet aggregation in suspensions of washed rabbit platelets / N. G. Ardlie, M. A. Packham, J. F. Mustard // Br. J. Haematol. 1970. - Vol. 19. - № 1. - P. 7 - 17.

8. Born, G. V. Aggregation of blood platelets by adenosine diphosphate and its reversal / G. V. Born // Nature. 1962. - Vol. 194. - P. 927 - 929.
9. Gachet, C. Platelet activation by ADP: the role of ADP antagonists / C. Gachet//Ann. Med. 2000. - Vol. 32 (Suppl 1). - P. 15 - 20.
10. Jarvis, G. E. ADP can induce aggregation of human platelets via both P2Y(1) and P(2T) receptors / G. E. Jarvis, R. G. Humphries, M. J. Robertson, P. Leff// Br. J. Pharmacol. 2000. - Vol. 129. - № 2. - P. 275 - 282.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТОК У МУЖЧИН С ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА СЕВЕРЕ

¹Морозова О.С., ²Каббани С.М., ¹Щеголева Л.С.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, г.Архангельск

²ФГАОУ ВПО Северный арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г.Архангельск

Ключевые слова: фенотипы лимфоцитов, гипертензия, Север.

Key words: lymphocyte phenotypes, hypertension, North.

Актуальность работы.

На Севере выше уровень общей заболеваемости, хронической патологии, инвалидизации, меньше продолжительность жизни. Состояние здоровья человека во многом определяется уровнем иммунологической реактивности. К настоящему времени уже окончательно сформировалось представление, что среди значительного числа жизнеобеспечивающих систем иммунная система выполняет защитную, регуляторную и стимулирующую процессы регенерации функции [12, 13, 14]. Некомпенсируемые изменения в иммунной системе – количественные, качественные, нарушения баланса и взаимодействия – приводят к истощению резервных возможностей и развитию патологии. Иммунологическая реактивность жителей Европейского Севера отличается высокой степенью распространенности экологически зависимых вторичных иммунодефицитов. Имеется достаточно данных, позволяющих говорить о формировании региональных особенностей иммунного статуса с широким распространением северного варианта иммунного дисбаланса [2, 7, 10, 11, 14].

Гипертоническая болезнь (ГБ) является одним из самых распространенных заболеваний в экономически развитых странах, где ею страдают до 20-25% населения. В Российской Федерации около 39,2-41,1% населения имеют повышенное артериальное давление (АД). Артериальная гипертензия является самым серьезным фактором риска развития ишемической болезни сердца (ИБС), включая инфаркт миокарда, стенокардию и другие ее формы и является основной причиной сосудистых заболеваний мозга, в том числе инсульта [1, 4, 5, 9].

В современных условиях артериальная гипертония (АГ) является величайшей в истории человечества неинфекционной пандемией, определяющей структуру сердечно - сосудистой заболеваемости и смертности. АГ по распространенности, тяжести осложнений, моральному и материальному ущербу, причиняемому обществу, является в настоящее время одной из главных медико-социальных проблем. Особую тревогу вызывают широкое распространение АГ среди трудоспособного населения, ранняя инвалидизация таких больных и снижение продолжительности их жизни [1, 3, 6, 8].

В современных литературных источниках освещены основные вопросы эпидемиологии, патогенеза, клиники, диагностики гипертонической болезни, уделено внимание основам терапии артериальной гипертензии, немедикаментозным методам лечения и вторичной профилактике [3, 4, 5].

Цель работы: выявить особенности иммунного статуса у мужчин г. Архангельска с гипертензией в возрасте 27 - 51 года на Севере.

Материалы и методы.

В работе проведен анализ иммунологических данных 35 мужчин, в возрасте от 27 до 51 года, страдающих артериальной гипертензией, жителей г.Архангельска, в лаборатории физиологии иммунокомпетентных клеток ФГБУН Института физиологии природных адаптаций УрОРАН, г. Архангельск.

В периферической крови определяли: концентрацию фенотипов лимфоцитов CD3+, CD4+, CD5+, CD8+, CD10+, CD16+, CD22+, CD71+, CDHLADR+, CD95+; процент активных фагоцитов в нейтрофилах крови, фагоцитарное число. Содержание фенотипов лимфоцитов определяли с помощью непрямой иммунопероксидазной реакции с использованием моноклональных антител (НПЦ «МедБиоспектр», Россия) на препаратах лимфоцитов типа «высушенной капли». Фагоцитарную активность нейтрофилов определяли с

частицами латекса, активность нейтрофилов определяли в процентах, интенсивность фагоцитоза - по фагоцитарному числу. Использован пакет прикладных программ математической статистики «Statistica 6.0».

Основные результаты.

У обследованных мужчин с гипертензией г. Архангельска выявлено низкое содержание Т - лимфоцитов с рецепторами CD3+ и CD5+ ($0,47 \pm 0,05 \times 10^9$ кл/л. и $0,49 \pm 0,06 \times 10^9$ кл/л.), значения находятся ниже общепринятых физиологических норм. Дефицит содержания Т - клеток установлен у 96,15 $\pm$ 2,78% и 92,30 $\pm$ 2,73% людей.

Среднее содержание Т - хелперов (CD4+) в среднем составляет $0,67 \pm 0,15 \times 10^9$ кл/л., у 48,14 $\pm$ 1,97% обследованных отмечено снижение показателя ниже границы общепринятых физиологических норм.

У обследованных лиц содержание лимфоцитов с рецепторами CD8+ находится выше общепринятых границ и составляет $0,68 \pm 0,12 \times 10^9$ кл/л., повышенные уровни CD8+ установлены у 57,69 $\pm$ 2,15% обследованных лиц. Концентрации (CD16+) в среднем составляют $0,47 \pm 0,05 \times 10^9$ кл/л., при этом повышенные концентрации CD16+ отмечены у 28,00 $\pm$ 1,50% людей.

Концентрации В - лимфоцитов (CD22+) в среднем составляют $0,49 \pm 0,04 \times 10^9$ кл/л., при этом пониженные концентрации CD22+ выявлены в 47,61 $\pm$ 1,96 % случаев.

Пролиферативная активность CD10+ в среднем равна $0,60 \pm 0,10 \times 10^9$ кл/л., при этом установлено, что повышенные значения данного показателя наблюдали у 42,30 $\pm$ 1,84% людей в группе обследованных. Выявлена статистически достоверная прямая зависимость между CD4+ и CD8+ ($r=0,94$; $p<0,05$); CD4+ и CD10+ ($r=0,92$; $p<0,05$); CD16+ и CD4+ ($r=0,74$; $p<0,05$).

Изучали содержание фенотипов с рецепторами к трансферрину (CD71+) и антигенам гистосовместимости класса II (CDHLADR+). Содержание указанных клеток в среднем составляло $0,45 \pm 0,04 \times 10^9$ кл/л. и $0,49 \pm 0,05 \times 10^9$ кл/л.

В данном исследовании уровень среднего содержания клеток с рецепторами к апоптозу (CD95+) находится в пределах общепринятых физиологических норм $0,47 \pm 0,05 \times 10^9$ кл/л., при этом у 29,16 $\pm$ 1,53% обследуемых регистрируются повышенные средние значения показателя. Отмечены прямые корреляционные взаимосвязи между CD3+ и CD16+ ($r=0,80$; $p<0,05$); CD16+ и CD71+ ($r=0,90$; $p<0,05$); CD71+ и CD95+ ($r=0,94$; $p<0,05$); CD71+ и CD22+ ($r=0,91$; $p<0,05$).

Анализ данных показал, что дефицит фагоцитарной защиты характерен для 38,23 $\pm$ 1,75% мужчин, показатель в среднем составил 51,00 $\pm$ 1,36%, что находится на нижней границе общепринятых физиологических норм. Фагоцитарное число составляет в среднем $4,72 \pm 0,32$ (микроорг./кл.).

Таким образом, у мужчин с гипертензией выявлены вторичные экологически зависимые иммунодефициты, проявляющиеся в недостаточности Т-клеточного звена иммунитета (CD3+) у 96,15 $\pm$ 2,78%; (CD5+) у 92,30 $\pm$ 2,73%; снижением фагоцитарной активности у 38,23 $\pm$ 1,75% мужчин, на фоне выраженной лимфопролиферации (CD10+) у 42,30 $\pm$ 1,84% людей в группе обследованных.

Список литературы

1. Биверс Д.Г. Артериальная гипертония/ Д.Г. Биверс, Г.Лип, Э.О.Брайен.- 2-е изд. исправл. и дополн. Перевод с англ. - М.: Изд. БИНОМ, 2011. - 136с.
2. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации/ В.П.Казначеев.- Новосибирск: Наука, 1980. - 191с.
3. Кобалава Ж.Д. Артериальная гипертония. Ключи к диагностике и лечению. Серия «Библиотека врача-специалиста» / Ж.Д. Кобалава, Ю.В. Котовская, В.С. Моисеев. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2009. - 864с.
4. Коломоец Н.М. Гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца: руководство для врачей, обучающихся пациентов в школе больных гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца/ Н.М. Коломоец, Бакшеев В.И. - М.: Медицина, 2003. - 336с.
5. Маколкин В. И. Гипертоническая болезнь. Приложение к журналу «Врач»/ В.И. Маколкин, В.И. Подзолков. - М. Изд. Дом «Русский врач», 2000. - 96с.
6. Морозова О.С. Иммунологическая реактивность у мужчин с гипертензией в условиях Арктики /О.С. Морозова, Е.В. Поповская // Вестник Уральской медицинской академической науки. - 2014. - №2(48). - С. 86-87.
7. Московская Н.Б. Иммунологическая реактивность здоровых жителей г. Архангельска в зависимости от генетических маркеров крови / Н.Б. Московская, И.В. Евсеева// Иммунологическая реактивность человека на Севере: Сб. науч. тр. - Архангельск. - 1993. - С.25.
8. Парыгин А.А. Артериальная гипертония (классификация, профилактика, лечение и экспертиза). Методическое пособие/ А.А. Парыгин, А.А. Коробицин. - Архангельск: Издательский центр СГМУ, 2001. - 57с.

9. Попова Е.В. Цитокиновая активность у лиц с черепно-мозговыми травмами (ЧМТ), жителей Арктической зоны/ Е.В. Попова, В.Г. Порохин, Л.С. Щёголева //Альманах мировой науки. Москва, №2-1 (2), часть 1. – 2015. – С. 55-57.
10. Сергеева Т.Б. Цитотоксическая активность у северян в физиологическом иммунном ответе / Т.Б. Сергеева, Л.С. Щёголева // Аллергология и иммунология. Сочи, 2014.- Т.15, №3.– С.234.
11. Филиппова О.Е. Соотношение лимфоидных субпопуляций в иммунном ответе / О.Е. Филиппова // Вестник Уральской медицинской академической науки, №2(48), 2014 – С. 102-104.
12. Хаитов Р.М. Физиология иммунной системы/ Р.М. Хаитов. - М., 2001. - 223с.
13. Черешнев В.А. Физиология иммунной системы и экология/В.А. Черешнев, Н.Н.Кеворков, Б.А.Бахметьев// Иммунология. - 2001. - №3. - С.12-16.
14. Щеголева Л.С. Резервные возможности иммунного гомеостаза у человека на Севере/ Л.С. Щеголева. - Екатеринбург: УрОРАН, 2007. - 207с.

**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)**

**СЕКЦИЯ №83.
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

ГЕОГРАФИЯ

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

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

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ЭЛЕКТОРАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Приходько Д.А.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический
университет имени А.И. Герцена», г.Санкт-Петербург

В последние годы в современной российской политике особенно проявляется динамизм. Высокая динамика политических, экономических, социально-культурных и международных изменений в России и мире, накладывают свое влияние на общественные процессы. В 2016 году российское политическое поле вступает в новый электоральный цикл. В сентябре на территории страны состоятся выборы в государственную Думу Российской Федерации. Данный электоральный цикл обусловлен тем, что впервые за долгие годы, российское общество сталкивается со множеством политических и социально-экономических вызовов. Каждый электоральный цикл, или выборы в отдельности активизируют исследования по выявлению и определению факторов, влияющих на электоральное поведение. В контексте, продолжающей бурной российской трансформации, с каждым разом, с новыми силами, разворачиваются баталии о роли и значении социально-экономических факторов в поведение электората. Характерной чертой как электоральных, так и социально-экономических процессов является их непостоянство, изменчивость. Социально-экономический подход к выявлению генезиса электорального поведения имеет высокую научную и прикладную ценность. Недостаточное освещение в научной литературе динамики влияния социально-экономических факторов на электоральное поведение подтверждает сохраняющуюся актуальность данной темы.

Политика, как и другие сферы общества и человеческой деятельности, обладает пространственными свойствами, то есть связана с определенными физическим, географическим пространством. [3] Как пишет А.С. Ахременко, который анализируя выборы отмечает, что «наличие четкой преемственности во времени между характером голосований в конкретных субъектах Федерации» с одной стороны, и «существование определенных (и тоже воспроизводящихся в каждом электоральном цикле) различий между характером голосований в субъектах Федерации, с другой». По его мнению, «изучая эти сходства и отличия..., мы выходим на уровень выявления ряда фундаментальных констант электорального процесса, в научном плане имеющих то несомненное достоинство, что они действуют в долгосрочной перспективе и мало подвержены текущим конъюнктурным колебаниям». [1]

В данной статье автором рассмотрены федеральные выборы 2011 года, которые, на сегодняшний день, проанализированы в меньшей степени и в преддверии новых являются самыми актуальными. Выбор социально-экономических индикаторов определялся, во-первых, принципиальной возможностью их влияния на электоральное поведение (исходя из результатов уже проведенных рядов специалистов исследований, а также простых логических соображений) и, во-вторых, наличием статистического материала. Было выделено 6 социально-экономических индикаторов по Новгородской области: величина прожиточного минимума, среднедушевой денежный доход населения, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в процентах от общей численности населения субъекта), уровень безработицы в процентах, ВРП на душу населения и уровень преступности.

Такой подход позволил исключить влияние краткосрочных и случайных факторов, а также учесть характерный для социально-экономических переменных «лаговый эффект» воздействия на электоральное поведение. Общественные настроения, ожидания и политические симпатии электората словно в зеркале отражают основной социальный раскол в современной России - раскол между бедными и богатыми.

Исследование подтвердило ряд хорошо известных политическим географам закономерностей. Во-первых, это прямая зависимость между покупательной способностью населения и уровнем поддержки партий демократической ориентации, которая довольно велика и характерно выражена на территории Новгородской области.

Во-вторых, противоположным оказывается действие фактора «бедности». Населению области с повышенным уровнем бедности свойственно недоверчивое отношение к идеям невмешательства государства в

экономическое развитие и капиталистическим ценностям. В районах с преобладанием низких доходов на душу населения, с большим процентом людей с доходами ниже прожиточного минимума уровень поддержки демократических сил, на выборах в 2011 году, на территории области был наименьший.

В-третьих, подтверждена «размытость» социально-экономического «портрета» электората партии «Единая Россия», голосование за которую слабо взаимосвязано со всеми выбранными индикаторами.

Проведенное исследование также преподнесло некоторые «сюрпризы», опровергающие ряд представлений о социально-экономических факторах электорального поведения. Дело здесь не столько в снижении влияния социально-экономических факторов, сколько в сокращении дифференциации электоральных показателей.

На парламентских выборах 2011 года значимая взаимосвязь факторов покупательной способности и «бедности» с голосованием за партии «Единая Россия» и за КПРФ действительно отсутствуют на территории Новгородской области. Политическая борьба между двумя конкурирующими за основной российский электорат практически потеряла свое социально-экономическое измерение. Основной водораздел между лояльным власти и левым, коммунистическим электоратом проходит не по линии «богатые – бедные», а определяется различиями в «качестве» населения (возрастном составе, социальном статусе) и особенностях менталитета людей.

Анализ исследования парламентских выборов 2011 года показывает, что электоральные предпочтения по районам Новгородской области за партию «Единая Россия» распределены практически крайне равномерно, что не дает возможности выделить наиболее характерные социально-экономические признаки. Для территории Новгородской области в большей степени характерно определение электоральных предпочтений для «старых» по возрастному составу и для более «бедных» в экономическом аспекте районов.

Тенденцией и новшеством последних выборов является появление в российском электоральном пространстве важного индикатора - коэффициент накопления денежных активов у населения. Однако, в связи с тем, что не хватает более протяженной во времени статистической базы, то данный показатель не является показательным, его можно отнести больше к корректирующим показателям. Доля расходов на накопление в структуре денежных доходов населения Новгородской области находится в обратной связи с уровнем поддержки «Единой России» и в прямой - с голосованием за КПРФ, «Справедливая Россия» и ЛДПР. Факт весьма примечательный, особенно учитывая то обстоятельство, что средний класс прочно и заслуженно ассоциируется с поддержкой демократических партий и кандидатов, действующей власти, но никак не коммунистов.

Таким образом, вышесказанное можно толковать, как высокий кредит доверия бедных слоев российского общества к действующей власти, характерный для последних лет. Или как процесс эволюции российской партийной системы «вспять», когда правые и левые в сознании электората в очередной раз меняются позициями. Следует отметить, что положительная связь с долей расходов на накопление в значительно большей мере относится к голосованию за «Правое дело», нежели к голосованию за «Яблоко», что соответствует представлениям о соответствующих электоральных ядрах. «Правое дело» по сути своей более либеральное объединение, «Яблоко» - демократическое. Для «Правого дела» на выборах в 2011 году были приоритетными позиции право собственности и свобода предпринимательства; для «яблочников» - свобода слова. Таким образом вполне можно предположить, что в большей степени электорат партии «Правое дело» формировался на выборах из представителей среднего класса и бизнес-элиты, а устойчивая группа поддержки «Яблока» вызревает в среде интеллигенции.

Как казалось, областные различия в уровне безработицы населения не могут служить показателем дифференциации электорального поведения в Новгородской области. Однако, как показало исследование парламентских выборов 2011 года, создался целый ряд неплохих взаимосвязей безработицы с поддержкой избирательных объединений самой разной политической окраски. Традиционно безработица является характерным показателем для ЛДПР - чем ниже напряженность на рынке труда, тем выше популярность партии либерал-демократической направленности.

Интересные результаты получились по второму важнейшему индикатору социальной напряженности - преступность. В целях придания большей объективности данные брались лишь по особо тяжким преступлениям. Весьма распространенный в электоральных исследованиях вывод об уровне преступности на поддержку политических партий ЛДПР и «Единой России», особым образом не проявляется на территории Новгородской области и должны быть подвергнуты более тщательной проверке.

ВРП на душу населения - ключевой индикатор экономического развития на региональном уровне - плохо «работает» для объяснения территориальных различий в электоральном поведении. Это неудивительно, в силу малой актуальности данного показателя в жизни среднестатистического избирателя.

Подводя итоги исследования, необходимо, отметить, что преобладающая часть электорально-географических исследований проводится на уровне субъектов Российской Федерации. Региональный уровень в электоральной географии является наиболее удобным и в то же время он обладает массой недостатков. Очевидно,

что он не позволяет адекватно отразить территориальные различия в электоральных предпочтениях населения. Границы между электорально-географическими районами, политическими культурами редко совпадают с административным делением. В некоторых случаях территориальные пертурбации социально-экономических, демографических и электоральных показателей сопоставимы с различиями внутри страны. С другой стороны, к субъектам России «привязана» большая часть доступной социально-экономической статистики, и поэтому региональный подход оказывается достаточно эффективным для всестороннего изучения связей между электоральными предпочтениями населения и определяющими их факторами.

Итоги избирательных кампаний (выборов) является едва ли не единственным количественным индикатором краткосрочной политической динамики. Изменения в политических предпочтениях населения проявляются посредством голосования на выборах. Анализ динамики изменения электоральных предпочтений во времени сокращает сферу неопределенности при предсказании итогов выборов. Возникает определенная база для прогнозирования избирательных кампаний, текущая политическая ситуация подсказывает дальнейшее развитие.

Список литературы

1. Ахременко А.С., Структуры электорального пространства Текст. / М.: Издательство Московского университета, 2008.
2. Белов А.А., Факторы территориальной дифференциации электоральных поведения жителей России, МГУ, 2005
3. Исаев Б., Баранов Н. Современная российская политика: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2013. – 448 с., ил.
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Новгородской области // URL: <http://novgorodstat.gks.ru/> (дата обращения: 15.01.2016)

СЕКЦИЯ №86.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ №87.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ПРОФЕССИИ В IT СФЕРЕ

Гончаров Р.Д.

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г.Саратов

В настоящее время на рынке услуг очень востребованы профессии, связанные с IT технологиями. В наш 21 век мы не можем обойтись без компьютеров и тем более без интернета. Итак, что всё-таки понимается под наше восприятие информационные технологии. Информационные технологии – это широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям сохранения, управления, создания и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии.

Какие же всё-таки существуют профессии в этой отрасли? Например, ERP-консультант занимается внедрением и наладки систем планирования предприятия. Руководителям различного бизнеса приходится искать постоянно верные решения по адаптации их производства, а также чтобы увеличивалась производительность и для этого используется оптимизация всех бизнес – процессов. В нашей стране используются 3 вида таких систем, как Microsoft, SAP, Oracle. ERP система – единое хранилище данных всей компании. Обязанности этого человека

включают в себя, как внесение предложений по устранению недостатков, так и формирование уже придуманных решений и поддержании их после осуществления. [1]

Следующая профессия, которая заслуживает внимания – это web дизайнер. Человек, который этим занимается может создать web страницы и объединить их в web сайты. Главная задача web дизайнера заключается в оформлении web проекта, чтобы он стал интересен пользователям интернет ресурсов. В данной профессии присутствует определённая специфика. Web дизайнеру нужно разработать стиль проекта так, чтобы он подходил специфике интернета, а точнее определённым стандартам. Для того, чтобы воплотить идеи web - дизайнера нужен тот, кто сможет это сделать. Web программист – это специалист в области web программирования. Он должен знать HTML, PHP, Java, Perl, GGI, а также уметь работать в таких программах, как ColdFusion, Dreamweaver, Flash. Работа web программиста напрямую связана с глобальной сетью интернет. [2]

Есть профессия, которая напрямую связана с обслуживанием компьютеров и их составляющих и этим занимается системный администратор. Системные администратор – это специалист по обслуживанию компьютеров и локальных компьютерных сетей. В крупных компаниях, где бесперебойное функционирование информационных систем является важным, существуют даже специальные IT-отделы, в которых системные администраторы работают на постоянной основе. В первую очередь обязанность его заключается для настройки и обслуживания программного обеспечения. Также системный администратор отвечает за оборудование. Он должен не только принимать участие в заказе комплектующих для компьютера, а также потом собирать компьютеры. Профессиональный системный администратор должен досконально разбираться в компьютерной технике, вопросах программного обеспечения и сетевом оборудовании. Системный администратор – это гарант информационной и экономической безопасности компании.

Следующую профессию очень сложно назвать специальностью и скорее всего многие люди отнесут это к хобби. Киберспортсмен – участник компьютерных видеоигр. Киберспорт стал одним из популярных видов спорта в мире. На первый взгляд, кибернетика и спорт – вещи совершенно несочетаемые. Но человек так устроен, что ему тесно в утилитарных рамках – помимо пользы всегда хочется ещё чего-то, необязательного и легкомысленного. Вычислительная техника – стала основой для компьютерных игр. Киберспортсменов не готовят в специальных учебных заведениях. Свои профессиональные навыки они получают в виртуальном мире, а лучшие из них зарабатывают деньги. Киберспортсмены участвуют в турнирах, которые проводятся через интернет или в компьютерных клубах. [3]

Итак, вы могли увидеть, что есть достаточно интересные и весьма перспективные профессии, которые помогут вас реализовать в той или определённой отрасли информационно-компьютерной индустрии.

Список литературы

1. ПрофГид <http://www.profguide.ru/professions/erp-konsultant.html>
2. ПрофГид http://www.profguide.ru/professions/web_designer.html
3. ПрофГид <http://www.profguide.ru/professions/Kibersportsmen.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ВРЕДНЫХ КОМПОНЕНТОВ, НАКОПЛЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Липина А.В., Мельниченко И.А.

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г.Москва

Одной из важнейших задач в области экологического развития РФ является ликвидация накопленного экологического ущерба в результате технологических промышленных процессов в черной и цветной металлургии и горнодобывающих предприятий. Анализ данных показывает, что только на горнорудных предприятиях ежегодно извлекается 1,2 млрд м³ вскрышных пород и складировается в хвостохранилищах, из них 0,3 млрд м³ отходов сухого и мокрого обогащения [1]. Только в Свердловской области в условиях высокой концентрации промышленных производств, использования устаревших технологий и оборудования за 300 лет накопилось более 8,5 млрд тонн отходов горнодобывающего, обогатительного, металлургического, энергетического и др. производств, которые образовали около 200 самостоятельных техногенно-минеральных объектов различных типов с объемом накопленных отходов в каждом из них свыше 2000 тонн, где по самым скромным подсчетам в них содержится: 4814 тысяч тонн меди, 3213 тысяч тонн цинка, 8874 тысячи тонн серы, 1074 тонн золота, 4600 тонн серебра. Значительную часть из общего объема отходов составляют отвалы вскрышных и вмещающих пород – 74%, а отвалы отходов обогащения – 20% [1].

Следует также учитывать тот факт, что процесс стабилизации накопления промышленных отходов и их преобразования с внедрением малоотходных технологий не только значим экологически, но и экономически эффективен, так как отходы в большинстве своем проэкологичны и обладают определенным экономическим потенциалом [6]. Принятая Правительством РФ Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014 – 2025 годы [3] ставит довольно широкие задачи для оценки хода реализации прогнозирования развития секторов «зеленой» экономики [5] от накопленного экологического ущерба. Определенный интерес представляют для нашего исследования разработанные в Программе целевые показатели и индикаторы [6] эко-эффективности потребления природных ресурсов и образования отходов производства и потребления. Наиболее важным показателем прогресса в этой области является доля использования и обезвреживания в общем объеме образования отходов, особенно экологически опасных.

Антропогенная составляющая поступления серы в гидросферу все возрастает и стала соизмеримой с природной (порядка 100 млн т/год). Такое же количество серы выбрасывается в атмосферу различными промышленными предприятиями горно-металлургического производства. Технология промышленных процессов в горной металлургии [7], особенно медно-никелевое производство, характеризуется выбросами больших количеств в атмосферу диоксида серы (SO₂) – сернистого газа и частиц тяжелых металлов, образующие в совокупности техногенные серосодержащие отходы (ССО) в процессах добычи и обогащения руд и выплавки из них металлов. Таким образом, есть основания полагать: в ближайшие десятилетия запасы серы возрастут в несколько раз и локализируются в техногенных грунтах. Проблема утилизации ССО и излишков технической серы решается методом использования технической серы в качестве сырья в строительстве для производства изделий и конструкций из серосодержащих строительных материалов (ССМ), гидрофобизирующих составов изделий из материалов на основе минеральных вяжущих, древесины, а также искусственного заполнителя.

Данное исследование направлено на анализ существующих технологий переработки серосодержащих горно-металлургических шлаков с получением безклинкерных вяжущих веществ для изготовления серных бетонов и растворов после дополнительного обогащения серой или отходами с более высоким её содержанием.

Актуальность разработки новых дорожных вяжущих обеспечивается наличием очевидных объективных и субъективных причин. Серное вяжущее может быть использовано в различных технологиях, в частности, как

теплоизолятор (пеносера), для изготовления серных гидрофобных растворов, для пропитки древесных и других материалов и так далее. Однако, в основном, серный цемент используется для изготовления серобетона и самым привлекательным для него представляются сегменты фундаментных работ, специальных бетонов, бетонов для транспортного строительства.

Опыт использования серы в строительстве стран Европы и Северной Америки насчитывает около 45 лет. Серобитумное вяжущее применяют как при новом строительстве, так и при реконструкции дорог и ремонте дорожных покрытий. Одним из ведущих в мире разработчиков, поставщиков и пользователей серополимерасфальтов является компания «Shell». Вполне вероятно, что эта величина превысит 500 тыс. т. В 2010 году компания «Shell» была привлечена к строительству дорог в провинции Liaoning и готовится к работам в провинции Sichuan КНР, а также в некоторых районах Индии[8].

На современном этапе проводимые в России работы по производству и применению ССМ можно охарактеризовать как тестовые и опытно-промышленные. В связи с этим считаем актуальным изучение технологий и технических возможностей использования термопластического серного вяжущего вещества для производства серобетона и сероасфальтобетона (САБ), которое является технологически инновационным продуктом для нейтрализации (стабилизации и капсулирования) вредных и опасных отходов[9]. В основу исследования заложено изучение методов модификации технической серы при применении в производстве строительных материалов и изделий, в том числе высоко- и нанодисперсные порошковые серные наполнители для гидроизолирующих материалов[10] и изготавливается из технической серы или серосодержащего отхода, как модификатора и минерального мелкодисперсного наполнителя. Это касается использования серобетона как основного материала для хранилищ отходов, коллекторов сточных вод, очистительных установок, труб, канализационных лотков, различных сборных конструкций, словом, подземных инженерных коммуникаций, а также морских сооружений и плотин.

Анализ научно-технической, патентной и другой информации позволяет сделать заключение о перспективности и актуальности, потенциально высокой экономической, социальной и экологической эффективности и народно-хозяйственной значимости применения ССМ. Серные композиции нашли широкое применение за рубежом, прежде всего в тех странах, где производство технической серы значительно опережает спрос и наблюдается стабильная тенденция к ее перепроизводству.

Поэтому вопросы комплексного крупномасштабного освоения технологий по переработке техногенных отходов и получению долговечных, химически стойких ССМ будут все более востребованными в ближайшей и долгосрочной перспективе при решении как экономических, так и технических и экологических задач.

Список литературы

1. Borisovich V.T. Geologo-jekonomicheskaja ocenka tehnogennyh mestorozhdenij / V.T. Borisovich, V.V. Chajnikov // Itogi nauki i tehniki. Ser. «Tehnika geologo-razvedochnyh rabot» / VINITI. M., 2001. T.15.
2. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy v Rossii v 2012 godu. <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=132221>
3. Ivashov I. V., Pan L. N. Znachenie utilizacii othodov promyshlennogo proizvodstva v optimizacii jekologicheskogo sostojanija okruzhajushhej sredy // Geografija i prirodnye resursy.1992. № 4. S. 42-49.
4. Lipina S.A. Recenzija na monografiju «Geojekonomicheskie aspekty ispol'zovanija potencijal regionov Krajnego Severa (na primere Arkticheskoy Zony Rossii)» Mikrojekonomika. 2015. № 4. S. 96-99.
5. Lipina S.A. «Zelenyj» jekonomicheskij rost - innovacionnyj vektor razvitija Gosudarstva». Sovremennye proizvoditel'nye sily. 2015. № 2. S. 138-144.
6. Lipina S.A. Zeljonaja jekonomika i zeljonye tehnologii v Rossii: vozmozhnosti i perspektivy» V sbornike: Aktual'nye problemy jekologii i prirodopol'zovanija Sbornik nauchnyh trudov. 2014. S. 516-519.
7. Lipina S.A. Green economy and green technologies in Russia: opportunities and prospects: social medicine in the regions that have experienced poor socio-political situation and ways to resolve some of these difficulties. Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2014. № 3. S. 46-55.
8. Popov V.M., Burochkin K.V., «Ochistka metallurgicheskikh gazov ot dioksida sery aljumo-sul'fatnym sposobom», <http://a-kranm.com/perspektivny-jekologicheskoy-bezopasnosti-v-metallurgicheskoy-otrasli.html>
9. Popova I. A. Betony s povyshennymi fiziko-tehnicheskimi svojstvami na osnove serosoderzhashhih vtorichnyh othodov.: Dis. ... kand. tehn. nauk : 05.23.05 Moskva, 2004 180 s. RGB OD, 61:05-5/2789 <http://www.dslib.net/stroj-materialy/betony-s-povyshennymi-fiziko-tehnicheskimi-svojstvami-na-osnove-serosoderzhawih.html>

10. Volgushev A.N. Monolitnye konstrukcii iz betonov na osnove termoplastichnogo sernogo vjazhushhego// Stroitel'naja orbita. 2008, № 9, s. 50-52.

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.

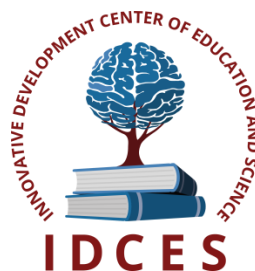
III Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития современных математических и естественных наук**», г.**Воронеж**

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.izron.ru (раздел «Естественные и математические науки»).

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



**Актуальные проблемы естественных и математических наук в
России и за рубежом**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 февраля 2016г.)**

**г. Новосибирск
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 09.02.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,9.
Тираж 250 экз. Заказ № 22.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58