

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



Die Vergangenheit
Zukunft du
es stellt si
Der Me
wissen un
Sache

Speicher
Picht. Denn wir
in klar, es wäre nur bei der
Grundlage, und einer
Wir sind das, was wir sind, nur a
gegenseitigen bewussten Verständ
selbst nur als jeder einzelne.

Was ist
Philosophie?
Alles Schöpferische
ist unvorsehbar.

Immer mehr von
über sich selbst
Daß wir miteinander
können, macht uns
Mensche

3
2014
Часть I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 3 (62) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

На обложке изображен Карл Теодор Ясперс (1883–1969) — немецкий философ, психолог и психиатр.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Гасратова Н.А.**
Решение некоторых классических пространственных задач теории упругости в напряжениях.....1
- Колпак Е.П., Горбунова Е.А., Столбовая М.В., Балыкина Ю.Е.**
Математическая модель логистической популяции на линейном ареале..... 6
- Моисеев И.А., Золотых М.С.**
Некоторые свойства точек переключения управления одной нелинейной системы четвертого порядка14
- Шиманчук Д.В., Шмыров В.А.**
Проблемы стабилизации орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации..... 20

ФИЗИКА

- Бородавкин Д.Г., Никулин С.С.**
Моделирование температурных полей при реализации метода неразрушающего теплофизического контроля25
- Емельянов А.А., Кобзев А.В., Козлов А.М., Бесклеткин В.В., Бочкарев Ю.П., Авдеев А.С., Киряков Г.А., Чернов М.В., Габзалилов Э.Ф., Иванин А.Ю.**
Программирование линейного асинхронного двигателя ($Z_1 = 12$) с трехфазной обмоткой индуктора с нулевым проводом.....28
- Ходжаев Т.А., Оймахмадова Ш.Н.**
Влияние нейтронного облучения на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы.....48

Яргин С.В.

On the monitoring of radiation-induced germline mutation in humans: reply to Y. E. Dubrova..... 51

ИНФОРМАТИКА

- Арефьев Б.А.**
Концепция информационного общества.....54
- Ба Зухаир М.А.**
Применение геоинформационной системы для обеспечения виртуального туризма во время полета в рамках системы развлечений56
- Дупленко А.Г.**
Использование возможностей сети Интернет для брендинга территории62
- Оршанский А.Ю., Очаков А.К.**
Анализ востребованности выпускников кафедры ИТ филиала РГЭУ (РИНХ) в г. Кисловодске за 2003–2013 гг.64
- Полевщиков И.С.**
Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Основы программирования на языке Паскаль: типы данных, арифметические выражения, оператор присваивания» для студентов бакалавриата 67
- Полевщиков И.С.**
Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Структура программы на языке Паскаль. Процедуры ввода-вывода» для студентов бакалавриата.....69
- Полевщиков И.С.**
Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Логический и символьный типы данных» для студентов бакалавриата72

Потапов А.Н., Кольчугина Е.А.
Оптимизация алгоритма выравнивания
биологических последовательностей на GPU ...75

Фатьянов М.П.
Применение метода кросс-вейвлетов для анализа
финансовых рядов83

Флоринский О.С.
Информационные технологии в сохранении
и восстановлении экосистем региона КМВ.....88

ПРОЧЕЕ

Ажгихин С.Г., Абрамова В.О.
Роль дизайна рекламного образа (имиджа)
компании в современном обществе92

Богомолов А.В., Климентенок Г.Г.
Наркотизация населения как угроза
национальной безопасности государства94

Жуков А.С.
Пользовательский контент в новых социальных
медиа98

Kashina A.V., Rodionova V.I., Neverova A.V.
Social practices of rehabilitation of disabled
children in the context of social changes 101

Копрова Т.П.
Проблемы дисграфии в психолого-
педагогической литературе 103

Простакишина Н.П., Шпак Е.С.
Вербальная агрессия и основные формы ее
проявления в молодежной среде (на примере
студентов филиала ФГБОУ ВПО «ВГУЭС»
г. Находка)..... 108

Тесля О.В.
Конституционное право граждан
на экологическую информацию 110

МАТЕМАТИКА

Решение некоторых классических пространственных задач теории упругости в напряжениях

Гасратова Наталья Александровна, ассистент
Санкт-Петербургский государственный университет

В данной статье представлено решение в напряжениях некоторых осесимметричных задач для упругого пространства с единственной сферической неоднородностью единичного радиуса (которая может представлять собой полость, упругое или жесткое включение) при одноосном растяжении на бесконечности.

Сферические неоднородности являются концентраторами напряжений (например, включения в композиционных материалах), определение напряженно-деформированного состояния вблизи которых имеет важное практическое значение. Часто такие задачи являются осесимметричными и обычно решаются при помощи уравнений Ламе [6–11]. В отличие от известных подходов к решению подобных задач [1] в данной работе использована постановка и метод решения, предложенный в работах [2–5]. Суть подхода состоит в следующем:

Основными уравнениями являются два уравнения равновесия и два уравнения сплошности, записанные в напряжениях. В напряжениях записываются статические и кинематические граничные величины.

Решение представлено в виде степенных рядов по косинусу угла между осью вращения и радиусом сферы. Коэффициенты этих рядов, зависящие от радиальной координаты сферической системы координат, вычисляются при помощи системы обыкновенных дифференциальных уравнений типа Эйлера.

Преимущество данного подхода заключается в том, что неизвестные данной системы совпадают с кинематическими и статическими краевыми величинами, а это, в свою очередь, упрощает удовлетворение краевых условий на сферической поверхности.

Постановка задачи для трех задач отличается только граничными условиями, для её формулировки воспользуемся соотношениями, приведенными в [2].

Тензор напряжений представлен в виде

$$\Sigma = \sigma_{\rho\rho}(r, \theta)e_\rho e_\rho + \sigma_{zz}(r, \theta)kk + \sigma_{\varphi\varphi}(r, \theta)e_\varphi e_\varphi + \sigma_{r\varphi}(r, \theta)(e_\rho k + k e_\rho), \quad (1)$$

вектор перемещений

$$u = u_\rho(r, \theta)e_\rho + u_z(r, \theta)k.$$

Здесь ρ, φ, z — цилиндрические координаты с ортами e_ρ, e_φ, k ; r, θ, φ — сферические координаты с ортами e_1, e_2, e_φ (см. рисунок 1). Ось z совпадает с осью вращения тела.

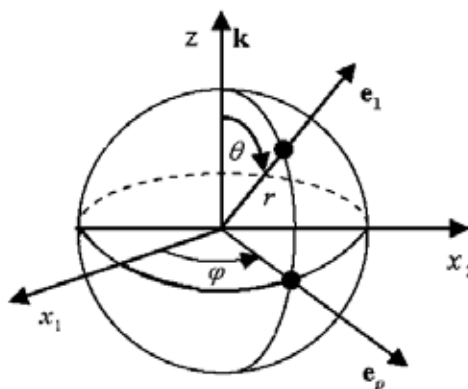


Рис. 1. Система координат

Таким образом, тензор напряжений хоть и записан в цилиндрических координатах, но независимыми аргументами являются координаты (r, θ) . Компоненты тензора напряжений (1) удовлетворяют следующим дифференциальным уравнениям:

$$\frac{\partial \sigma_{\rho\rho}}{\partial r} \sin \theta + \frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial r} \cos \theta + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial \sigma_{\rho\rho}}{\partial \theta} \cos \theta - \frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial \theta} \sin \theta \right) + \frac{\partial \sigma_3}{\partial r} \sin \theta + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_3}{\partial \theta} \cos \theta = 0,$$

$$r \sin \theta \left[\frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial r} \cos \theta + \frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial r} \sin \theta + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial \theta} \cos \theta - \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial \theta} \sin \theta \right) \right] + \sigma_{\rho z} = 0, \tag{2}$$

$$\sigma_{\rho\rho} \frac{2\mu + \lambda}{2(\lambda + \mu)} - \sigma_{zz} \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)} - \sigma_3 \frac{2\mu + 3\lambda}{2(\lambda + \mu)} - r \sin \theta \left(\sin \theta \frac{\partial \sigma_3}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_3}{\partial \theta} \cos \theta \right) = 0,$$

$$r \sin \theta \frac{\partial}{\partial r} (\sigma_{\rho\rho} - \sigma_{zz}) + \cos \theta \frac{\partial}{\partial \theta} (\sigma_{\rho\rho} - \sigma_{zz}) + 2r \cos \theta \frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial r} - 2 \sin \theta \frac{\partial \sigma_{\rho z}}{\partial \theta} - \left[\sin \theta \left(r^2 \frac{\partial^2 \sigma_3}{\partial r^2} + 3r \frac{\partial \sigma_3}{\partial r} + \frac{\partial^2 \sigma_3}{\partial \theta^2} \right) + 2 \cos \theta \frac{\partial \sigma_3}{\partial \theta} \right] = 0.$$

Здесь

$$\sigma_3 = 2\mu \frac{u_\rho}{\rho}, \quad \sigma_{\varphi\varphi} = \frac{3\lambda + 2\mu}{2(\lambda + \mu)} \sigma_3 + \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)} (\sigma_{\rho\rho} + \sigma_{zz}), \tag{3}$$

λ и μ - физические постоянные Ламе.

Осевую составляющую перемещения находим при помощи следующих уравнений [3]:

$$2\mu \frac{\partial u_z}{\partial r} = \cos \theta (\sigma_{zz} - \sigma_{\rho\rho}) + 2 \sin \theta \sigma_{\rho z} + \sin \theta \frac{\partial \sigma_3}{\partial \theta} + \sigma_3 \cos \theta, \tag{4}$$

$$2\mu \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \theta} = -\sin \theta (\sigma_{zz} - \sigma_{\rho\rho}) + 2 \cos \theta \sigma_{\rho z} - r \sin \theta \frac{\partial \sigma_3}{\partial r} - \sigma_3 \sin \theta.$$

Наличие в пространстве:

- полости означает, что на границе $\overline{\sigma}_n = 0$ при $r = R$, где R — радиус полости.
- жесткого включения означает, что на границе $u_\rho = 0, u_z = 0$ при $r = R$, где R — радиус жесткого включения.
- упругого включения означает, что в данном случае на границе упругого включения должны выполняться условия сопряжения: (индекс I соответствует матрице, а II -включению)

$$\overline{\sigma}_n^{II} + \overline{\sigma}_n^{-I} = 0, \quad u^{II} = u^I. \tag{5}$$

Считаем, что на бесконечности задано напряженное состояние

$$\Sigma^\infty = \sigma_o k k.$$

Искомые напряжения представим следующим образом:

$$\Sigma = \Sigma^* + \Sigma^\infty, \tag{6}$$

где

$$\Sigma^* = \sigma_{\rho\rho}^*(r, \theta) e_\rho e_\rho + \sigma_{zz}^*(r, \theta) k k + \sigma_{\varphi\varphi}^*(r, \theta) e_\varphi e_\varphi + \sigma_{\rho z}^*(r, \theta) (e_\rho k + k e_\rho).$$

Тогда компоненты тензора (6) можно представить в виде

$$\sigma_{zz} = \sigma_{zz}^* + \sigma_{zz}^\infty = \sigma_o + \sigma_{zz}^\infty, \quad \sigma_{\rho\rho} = \sigma_{\rho\rho}^*$$

$$\sigma_{\varphi\varphi} = \sigma_{\varphi\varphi}^*, \quad \sigma_{\rho z} = \sigma_{\rho z}^*,$$

а σ_3 в соответствии с (3)

$$\sigma_3 = \sigma_3^* + \sigma_3^\infty = \sigma_3^* - \frac{\lambda}{2\mu + 3\lambda} \sigma_o$$

Компоненты тензора Σ^* удовлетворяют системе (2). Соответствующие граничные условия при $r = a$

$$\sigma_3^* = \sigma_3 + \frac{\lambda \sigma_o}{2\mu + 3\lambda}, \tag{7}$$

$$2\mu \frac{\partial u_z^*}{\partial \theta} = 2\sigma_{\rho z}^* \cos \theta - (\sigma_{zz}^* - \sigma_{\rho\rho}^*) \sin \theta - \sin \theta \left(r \frac{\partial \sigma_3^*}{\partial r} + \sigma_3^* \right) = 2\mu \frac{du_{z1}}{d\theta} + \frac{2(\lambda + \mu)}{2\mu + 3\lambda} \sigma_o a \sin \theta. \tag{8}$$

Рассматриваемая задача симметрична относительно плоскости $z = 0$, и решение будем искать в виде рядов [4]

$$\sigma_{\rho\rho}^*(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} [\sigma_{\rho\rho,n}^*(r)] \cos^{2n} \theta, \quad \sigma_{zz}^*(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} [\sigma_{zz,n}^*(r)] \cos^{2n} \theta,$$

$$\sigma_3^*(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} [\sigma_{3,n}^*(r)] \cos^{2n} \theta, \quad \sigma_{\rho z}^*(r, \theta) = \sin \theta \sum_{n=0}^{\infty} [\sigma_{\rho z,n}^*(r) \cos \theta] \cos^{2n} \theta, \tag{9}$$

Далее систему (2) преобразуем путем введения новых величин по формулам

$$R_n(r) = r^2 (\sigma_{\rho\rho,n}^* + \sigma_{\rho z,n-1}^*), \quad Z_n(r) = r^2 (\sigma_{zz,n}^* + \sigma_{\rho z,n}^* - \sigma_{\rho z,n-1}^*), \quad T_n(r) = r^2 \sigma_{\rho z,n}^*, \tag{10}$$

$$U_n(r) = r^2 \left[2\sigma_{\rho z,n-1}^* - (\sigma_{zz,n}^* - \sigma_{\rho\rho,n}^*) - \left(r \frac{d\sigma_{3,n}^*}{dr} + \sigma_{3,n}^* \right) \right], \quad S_n(r) = r^2 \sigma_{3,n}^*.$$

В итоге основная система уравнений примет вид системы обыкновенных дифференциальных уравнений типа Эйлера:

$$\begin{aligned} r \frac{dR_n}{dr} - 2(n+1)R_n + 2(n+1)T_n &= -\Psi_{n+1} + 2(n+1)S_{n+1} - Rr^3 F_{\rho,n}^I, \\ r \frac{dZ_n}{dr} - 2(n+1)Z_n + 2(n+1)T_n &= 2(n+1)F_{2,n+1} - Rr^3 F_{z,n}^I, \\ r \frac{dU_n}{dr} - 2(n+1)U_n + (2n+1)T_n &= (2n+1)\Psi_{n+1}, \\ r \frac{dS_n}{dr} - 2(n+1)S_n - T_n &= \Psi_{n+1} - 2(n+1)S_{n+1}, \\ r \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT_n}{dr} \right) + 4nr \frac{dT_n}{dr} + (4n^2 - 1)T_n &= \Phi_n(r), \end{aligned} \tag{11}$$

где

$$\mathfrak{a} = \frac{2\mu + \lambda}{2(\lambda + \mu)}, \quad \Psi_{n+1} = \mathfrak{a}(F_{2,n+1} - F_{1,n+1}) + F_{3,n+1}, \quad F_{1,n+1} = R_{n+1} + S_{n+1},$$

$$F_{2,n+1} = T_{n+1} - Z_{n+1}, \quad F_{3,n+1} = F_{1,n+1} - U_{n+1},$$

$$\begin{aligned} \Phi_n(r) &= 3(2n+1)r \frac{dF_{2,n+1}}{dr} - (4n+1)r \frac{F_{1,n+1}}{dr} + (2n-1)[(4n+3)F_{2,n+1} - (2n+1)F_{1,n+1}] + \\ &+ \frac{1}{\mathfrak{a}} \{ (4n+1)r \frac{dF_{3,n+1}}{dr} + (4n^2 - 1)F_{3,n+1} + 4n(n+1) \left(F_{2,n+1} - r \frac{dS_{n+1}}{dr} \right) \} - \\ &- R \left\{ r \frac{d}{dr} [r^3 (F_{\rho,n}^I + F_{z,n}^I)] + (2n-1)r^3 (F_{\rho,n}^I + F_{z,n}^I) \right\} - \frac{1}{\mathfrak{a}} R \{ 4nr^3 F_{z,n}^I - r \frac{d}{dr} (r^3 F_{\rho,n}^I) - \\ &- (2n-1)r^3 F_{\rho,n}^I + r \frac{d}{dr} [r^3 (F_{\rho,n-1}^I - F_{z,n-1}^I)] - 2(n+1)r^3 (F_{\rho,n-1}^I - F_{z,n-1}^I) \}. \end{aligned}$$

Решение системы уравнений (11) при отсутствии массовых сил и конечном числе членов ряда (9) представляют собой конечные ряды по отрицательным и положительным степеням r , неопределенный коэффициенты которых находятся из граничных условий. Кроме того, эти ряды должны тождественно удовлетворять условию

$$-T_n + R_n + Z_n + S_n + \frac{2(\lambda + \mu)}{(2\mu + \lambda)} \{ [U_n - R_n + (2n-1)S_n] + [R_{n-1} - Z_{n-1} - U_{n-1} - (2n-1)S_{n-1}] \} = 0,$$

Краевые условия в терминах системы имеют вид:
для полости

$$R_n(1) = 0; n \geq 0; Z_0(1) = -\sigma_0; Z_n(1) = 0, n \geq 1, \tag{12}$$

для жесткого включения

$$S_0(1) = \left(\frac{1-\alpha}{2-\alpha}\right)\sigma_0, S_n(1) = 0, n \geq 1, \tag{13}$$

$$U_0(1) = \left(\frac{1}{2-\alpha}\right)\sigma_0, U_n(1) = 0, n \geq 1,$$

упругого включения

$$R_0^I(1) - R_0^{II}(1) = 0, \alpha S_0^I(1) - S_0^{II}(1) = \alpha \frac{1-\alpha^I}{1-\alpha^{II}} \sigma_0, \tag{14}$$

$$Z_0^I(1) - Z_0^{II}(1) = -\sigma_0, \alpha U_0^I(1) - U_0^{II}(1) = \alpha \left(\frac{1}{2-\alpha^I}\right) \sigma_0.$$

Во всех трех задачах оказалось, что в рядах (9) можно удерживать не более трех членов ряда. Так как все искомые величины системы (11), как было сказано выше, представляют собой конечные ряды по отрицательным и положительным степеням r , то неопределенные коэффициенты величин T_n, R_n, Z_n, U_n, S_n с учетом вида граничных условий определяются из системы линейных алгебраических уравнений.

В случае, упругого включения, когда $n = \overline{0,2}$, решение системы (11) при граничных условиях (14) будет следующим:

$$R_2(r) = Z_2(r) = S_2(r) = U_2(r) = T_2(r) = 0,$$

$$T_1 = \frac{15}{2} \frac{(\alpha-1)\sigma_0(5r^2-7)}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3}, S_1 = -\frac{15}{2} \frac{(\alpha-1)\sigma_0(r^2-1)}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3},$$

$$R_1 = 30 \frac{(\alpha-1)\sigma_0(r^2-1)}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3}, Z_1 = 30 \frac{(\alpha-1)\sigma_0(r^2-1)}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3},$$

$$U_1 = \frac{45}{2} \frac{(\alpha-1)\sigma_0(r^2-1)}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3},$$

$$R_0 = 6 \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3} + \left(2/3C_{2,0} + 5/2 \frac{(2-2\alpha)(\alpha-1)\sigma_0}{10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha}\right)r^{-1},$$

$$Z_0 = 18 \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3} + \left(2/3C_{2,0} - 5 \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha}\right)r^{-1},$$

$$U_0 = 1/3 \left(15 \frac{\alpha(\alpha-1)\sigma_0}{10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha} + C_{2,0}\right)r^{-1} + 9/2 \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3},$$

$$S_0 = 1/2 \left(-2/3C_{2,0} - 10 \frac{(1-\alpha)(\alpha-1)\sigma_0}{10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha}\right)r^{-1} - 3/2 \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3},$$

$$T_0 = \frac{C_{2,0}}{r} + \frac{45}{2} \frac{(\alpha-1)\sigma_0}{(10\alpha\alpha-2\alpha+2+5\alpha)r^3}.$$

Соответственно по обратным формулам к (15), а именно

$$\sigma_{\rho\rho,n} = \frac{1}{r^2} \sum_{n=0}^{\infty} (R_n(r) - T_{n-1}(r)) \cos^{2n} \theta, \quad \sigma_{zz,n} = \sigma^\infty + \frac{1}{r^2} \sum_{n=0}^{\infty} (Z_n(r) - T_n(r) + T_{n-1}(r)) \cos^{2n} \theta,$$

$$\sigma_{\rho z,n} = \frac{1}{r^2} \sin \theta \cos \theta \sum_{n=0}^{\infty} T_n(r) \cos^{2n} \theta, \quad \sigma_3 = \frac{1}{r^2} \sum_{n=0}^{\infty} S_n(r) \cos^{2n} \theta, \tag{15}$$

$$\frac{2\mu_\rho(r,\theta)}{R} = \frac{1}{r} \sin \theta \sum_{n=0}^{\infty} S_n(r) \cos^{2n} \theta, \quad \frac{2\mu_z(r,\theta)}{R} = -\frac{1}{r} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{U_n(r)}{2n+1} \cos^{2n+1} \theta$$

можем записать искомые напряжения и перемещения. Далее для краткости изложения ниже представлены графики напряжения $\sigma_{\theta\theta}/\sigma_0$ на границе упругого включения в зависимости от α . Как видно из рис. 2, график при $\alpha = 0$ совпадает с графиком I, что соответствует случаю, когда шаровидная неоднородность является полостью. Кроме того, график при $\alpha = 10 \cdot 10^6$ совпадает с графиком II, что соответствует случаю, когда шаровидная неоднородность является жестким включением. Точка пересечения графиков $A = 0.6195$, соответствует примерно $35^\circ 29'$, полученные аналитические решения совпали с [1], но различие сред описывается одним параметром $\alpha = \frac{\mu^{II}}{\mu^I}$, что удобнее для численных расчетов. Кроме того, из графика видно, что при $\alpha \leq \frac{1}{35}$ и $\alpha \geq 35$ упругим включением можно пренебречь и рассматривать задачу как частный случай полости или жесткого включения соответственно.

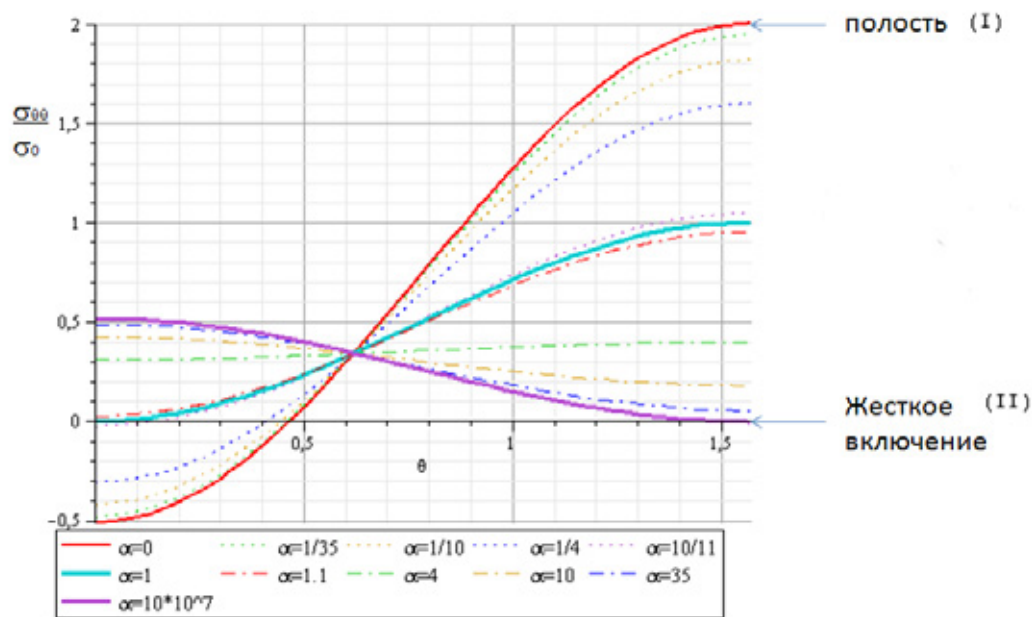


Рис. 2. График напряжения $\sigma_{\theta\theta}/\sigma_0$

Предложенный подход к решению осесимметричных задач для сферы можно использовать и несферических неоднородностей в упругом пространстве.

Литература:

1. Goodier J. N. Concentration of stress around spherical and cylindrical inclusions and flaws. J Appl Mech 1933; APM-55–7:39–44.
2. Гасратова Н. А., Шамина В. А. Решение в напряжениях линейной осесимметричной задачи для сферы и упругого пространства со сферической полостью // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. I: Математика, механика, астрономия. 2008. Вып. 2 С. 122–128.
3. Шамина В. А. Постановка линейной осесимметричной задачи механики деформируемого тела в напряжениях // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. I: Математика, механика, астрономия. 2000. Вып. 1 (№ 1). С. 145–148.
4. Гасратова Н. А., Шамина В. А. Об одном подходе к решению осесимметричных задач линейной теории упругости // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. I: Математика, механика, астрономия. 2007. Вып. 2. С. 101–107.
5. Гасратова Н. А. Напряженно-деформируемое состояние упругого пространства со сферическим жестким включением. // Вестник С.-Петерб. ун-та. Сер. 10, 2009. С. 14–18,
6. Hamid R. Sadraie, Steven L. Crouch, Sofia G. Mogilevskaaya. A boundary spectral method for elastostatic problems with multiple spherical cavities and inclusions // Engineering Analysis with Boundary Elements 31 (2007) p. 425–442.
7. Noda Nao-Aki, Nozomu Ogasawara, Tadatoshi Matsuo. Asymmetric problem of a row of revolutional ellipsoidal cavities using singular integral equations. // International Journal of Solids and Structures 40 (2003) p. 1923–1941.
8. Noda Nao-Aki, Yasuhiro Moriyama. Stress concentration of an ellipsoidal inclusion of revolution in a semi-infinite body under biaxial tension. // Archive of Applied Mechanics 74 (2004) p. 29–44.

9. Edwards R. H. Stress concentrations around spherical inclusions and cavities.// J. Appl. Mech., 1951, 18, p. 19–30.
10. Sadowsky M. A., Sternberg E. Stress concentration around a triaxial ellipsoidal cavity.// J. Appl. Mech., 1949, v. 16, p. 149–157.
11. Олегин И. П. Осесимметричное напряженное состояние в трансверсально-изотропной упругой среде с двумя жесткими эллипсоидальными включениями//Сибирский журнал индустриальной математики. Январь — март, 2002. Том V, № 1 (9).с. 127–132.

Математическая модель логистической популяции на линейном ареале

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор;
Горбунова Екатерина Андреевна, аспирант;
Столбовая Мария Владимировна, аспирант;
Балыкина Юлия Ефимовна, ассистент;
Санкт-Петербургский государственный университет

Формулируется математическая модель одиночной популяции на отрезке, представляющая собой краевую задачу для нелинейного дифференциального уравнения в частных производных. Исследуются на устойчивость стационарные решения, решение стационарного уравнения представлено в квадратурах. Предлагается алгоритм численного решения нелинейной краевой задачи. Проведено исследование влияния различных параметров на поведение решений.

Ключевые слова: популяция, краевые задачи, математическое моделирование

Введение. Теоретические позиции, лежащие в основе большинства современных математических моделей взаимодействующих популяций, закладывались в работах Лотка и Вольтерра [1, 2, 4]. Начиная с 60х годов 20 века, предлагаются и исследуются модели с отличными от вольтерровских кинетическими функциями, описывающими взаимодействие популяций [1, 2, 9, 14, 19, 20, 22, 25]. Большая часть моделей, посвященных динамике взаимодействующих популяций, представлена задачей Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Точечные модели предполагают, что среда обитания является гомогенной и плотность популяции не зависит от пространственных координат. Реальные популяции существуют на ограниченных территориях и в ограниченных пространственных объемах с различными свойствами среды в разных ее частях. Гетерогенные свойства среды, внутренняя социальная организация популяции, сформировавшиеся в эволюционном процессе стратегии выживания, вызывают, по крайней мере, у некоторых особей, необходимость к расселению. Распространение их по территории происходит, как правило, от мест с большей концентрацией особей в места с меньшей их концентрацией [3, 5, 8, 10–13, 15–17, 21, 23, 26, 27]. Математические модели в этом случае разрабатываются на основе аппарата уравнений в частных производных [9, 18, 19, 22, 25, 30, 31].

Механизмы спонтанного распространения животных на территории наиболее хорошо изучены на примере мелких млекопитающих [10, 21, 23]. Выделяют 2 основных типа расселения особей по территории: до насыщения ареала особями и при насыщении. До насыщения происходит расселение особей, чувствительных к росту плотности популяции, стремящихся занимать участки с минимальной плотностью. При насыщении территории начинается вытеснение с территории особей низкого социального ранга, обреченных на гибель при оседлом образе жизни, а также молодых особей из-за нехватки ресурсов [10, 16, 21, 23]. Т. е., процесс распространения популяции на территории, вызванный этими причинами, можно рассматривать как случайное индивидуальное или групповое перемещение особей.

В работе рассматривается модель одиночной обобщенной логистической популяции на неограниченном трофическом ресурсе, находящейся на линейном ареале (на прямой). Для описания динамики численности популяции используется эволюционное уравнение.

Модель обобщенной логистической популяции. Первой математической моделью, описывающей эволюцию изолированной популяции с ограниченным ростом ее численности, была, по-видимому, модель Ферхюльста [1]. Обобщением модели Ферхюльста является модель обобщенной логистической популяция [22], закон роста которой описывается уравнением

$$\frac{du}{dt} = f(u), \quad (1)$$

где непрерывная и дважды дифференцируемая функция $f(u)$ удовлетворяет следующим условиям:

$$\begin{aligned} f(0) = f(K) = 0 \quad (0 < K < +\infty), \\ f'(0) = \mu > 0, \\ f''(0) \leq 0 \text{ для } u > 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Функция $f(u)$ называется локальной скоростью роста популяции, μ — мультизиганским параметром, K — емкостью среды [1, 2, 18, 30].

Условие $f(0) = 0$ естественное, поскольку в отсутствие особей популяция возникнуть не может, условие $0 < f'(0)$ обеспечивает рост возникшей популяции, а условие $f(K) = 0$ — ограниченность численности популяции сверху. Стационарная точка $u = 0$ является неустойчивой, а точка $u = K$ — устойчивой. Поэтому все решения уравнения (1) при выполнении условий (2) будут монотонно возрастающими на промежутке $[0, K]$, выходить из точки $u(t = 0) = u_0$ и стремиться к значению $u = K$ при $t \rightarrow \infty$. В дальнейшем за единицу измерения численности популяции принимается емкость среды, т. е. $K = 1$.

Примерами моделей обобщенной логистической популяции являются логистическая — $f(u) = \mu u(1 - u)$, Розенцвейга — $f(u) = \mu u(1 - u^\gamma)$. Для моделей Свирижева [2, 22] $f(u) = \mu u^2(1 - u)$ и ее обобщения $f(u) = \mu u^\beta(1 - u^\gamma)$ ($0 < \beta, 0 < \gamma$) не выполняется условие $f'(0) > 0$. Но, как и в случае логистической популяции, стационарная точка $u = 0$ будет неустойчивой, а $u = 1$ — устойчивой.

Диффузионная модель. В природе в качестве примеров протяженных в одном направлении ареалов, в которых живут различные виды флоры и фауны, могут служить обочины полей и дорог, трубопроводы, реки и т. п. [13, 15, 17, 23]. В модели этот тип распространения популяции можно рассматривать как распространение популяции вдоль прямой. В этом случае процесс распространения особей можно описать эволюционным уравнением [18, 30]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(d(u) \frac{\partial}{\partial x} \right) + f(u), \tag{3}$$

где x — декартова координата, а функция $f(u)$ соответствует локальной скорости изменения численности популяции. Функция $d = d(u) > 0$ характеризует подвижность особей. В этой модели учитывается эффект вытеснения особей или их уплотнения при изменении численности популяции. Если $d(u) = D = const$, то естественно считать, что перемещение особей на территории происходит случайным образом. В качестве одного из вариантов зависимости $d = d(u)$ в [30] предлагается $d(u) = Du^\alpha$ ($\alpha \geq 0$).

К уравнению (3) для случая отрезка длины l необходимо добавить начальные и граничные условия. В качестве начальных условий задается значение функции $u = u(t, x)$ в начальный момент времени: при $t = 0$ $u(x) = u_0(x)$.

В качестве граничных условий рассматриваются два варианта:

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = 0 \tag{4}$$

и

$$u|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = 0 \tag{5}$$

Условие обращения в ноль функции u на границе отрезка соответствует невозможности существования популяции в этой точке. Условие же обращения в ноль производной $\partial u / \partial x$ на границах отрезка (условие наполнения среды [18, 19, 30]) допускает свободный рост численности популяции.

Если в качестве начальных условий для уравнения (3) взять $u_0(x) = u^*$, где $u = u^*$ корни уравнения $f(u) = 0$, то функция $u(t, x) = u^*$ будет решением этого уравнения при граничных условиях (4). Если уравнение $f(u) = 0$ имеет несколько решений, то и уравнение (3) при граничных условиях (4) может иметь неединственное решение.

Стационарное решение. Уравнение (3) при $f(u) \equiv 0$ и $d(u) = D = const$ переходит в уравнение диффузии и его решение при стационарных граничных условиях со временем стремится к решению статической задачи независимо от значения искомой функции в начальный момент времени [24]. При рассматриваемых вариантах граничных условий (4) и (5) это будет тривиальное решение. Для нелинейного уравнения (3) это свойство может отсутствовать.

Стационарное решение нелинейного уравнения (3) должно удовлетворять дифференциальному уравнению

$$\frac{d}{dx} \left(d(u) \frac{du}{dx} \right) + f(u) = 0 \quad (6)$$

Это уравнение при естественном требовании $f(0) = 0$, накладываемом на функцию $f(u)$, при граничных условиях (4) и (5) будет иметь тривиальное решение.

Если уравнение (6) умножить на $d(u)du/dx$ и проинтегрировать, то можно получить квадратуру [9, 18]

$$\frac{1}{2} \left(d(u) \frac{du}{dx} \right)^2 = \Phi(u_*) - \Phi(u), \quad \Phi(u) = \int_0^u d(u) f(u) du, \quad (7)$$

где $u_* \neq 0$ — значение функции u в точке $x = l$. Такой выбор постоянной интегрирования u_* обеспечивает выполнение граничного условия при $x = l$ в (4) и (5). Если функция $f(u)$ на промежутке $[0, u_*]$ неотрицательна, а для обобщенной логистической популяции это выполняется, то $\Phi(u)$ в силу этого будет монотонно возрастающей функцией с экстремальным значением в точке $u = u_*$ (при $x = l$). Поэтому уравнение $\Phi(u_*) - \Phi(u) = 0$ может иметь только один корень на промежутке $[0, u_*]$ и, соответственно, удовлетворить первому условию в (4), как это следует из (7), можно только в том случае, если решением будет $u(x) \equiv u_*$. В этом случае решениями уравнения (6), при граничных условиях (4), будут являться корни уравнения $f(u) = 0$. Для обобщенной логистической популяции ими являются $u = 0$ и $u = 1$.

Поскольку функция $f(u)$ на промежутке $[0, u_*]$ принимает положительные значения, то решение $u = u(x)$ уравнения (6) с граничными условиями (5) в точке $x = l$ принимает экстремальное значение. При этом на промежутке $[0, l]$ должны выполняться условия $0 \leq u(x) \leq u_*$. С учетом этого из (7) следует зависимость $u = u(x)$, выраженная в виде интеграла

$$\frac{1}{2} \int_0^u \frac{du}{d(u) \sqrt{\Phi(u_*) - \Phi(u)}} = x.$$

Это решение будет удовлетворять граничному условию $u(0) = 0$, если выполняется равенство

$$\frac{1}{2} \int_0^{u_*} \frac{du}{d(u) \sqrt{\Phi(u_*) - \Phi(u)}} = l, \quad (8)$$

в котором неизвестной величиной является u_* и, соответственно, (8) рассматривается как уравнение для нахождения постоянной интегрирования u_* .

Подынтегральное выражение в (8) имеет особенность в точке $u = u_*$, поскольку функция $\Psi(u) = \Phi(u_*) - \Phi(u)$ обращается в ноль. Если и ее производная в этой точке равная $-f(u_*)$ будет обращаться в ноль, то $\Psi(u)$ будет иметь кратный корень и интеграл в левой части уравнения (8) будет расходиться. Поэтому на решениях уравнения (7) u_* не должно совпадать с корнями уравнения $f(u) = 0$. Для обобщенной логистической популяции функция $f(u)$ обращается в ноль при $u = 1$. Поэтому уравнение (8) при $u_* = 1$ решений иметь не будет. А это означает, что на решениях уравнения (6) при граничных условиях (3) выполняются условия $0 \leq u(x) \leq u_* < 1$.

Устойчивость равновесных состояний при $d(u) = D = const$. При исследовании устойчивости решения $u = u_* = 0$, являющегося решением уравнения (3) при граничных условиях (5), и решения $u = u_* = 1$, являющегося решением уравнения (3) при граничных условиях (4), естественно полагать, что в первом приближении отклонения от равновесного состояния малы. Решение уравнения (3) представляется в виде $u = u_* + \delta u$, где δu — малая по сравнению с единицей величина. Тогда из уравнения (3) с точностью до величин второго порядка малости следует уравнение для δu

$$\frac{\partial \delta u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \delta u}{\partial x^2} + f'_u(u_*) \delta u \quad (9)$$

с начальным условием $\delta u(t=0, x) = \delta u_0(x)$, где $\delta u_0(x)$ — малое отклонение от гомогенного положения равновесия такое, что $0 < \delta u_0(x) \ll 1$.

Решение, удовлетворяющее граничным условиям (5), представляется в виде тригонометрического ряда

$$\delta u = \sum_{k=1}^{\infty} C_k(t) \sin \mu_k x \quad (\mu_k = (k-1/2)\pi/l),$$

коэффициенты разложения $C_k = C_k(t)$ которого должны удовлетворять уравнениям ($k = 1, 2, \dots$)

$$\frac{dC_k}{dt} = -(D\mu_k^2 - f'_u(u^*))C_k.$$

Начальные условия для C_k находятся из разложения в ряд Фурье функции $\delta u_0(x)$:

$$\delta u_0(x) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k(0) \sin \mu_k x \quad (\mu_k = (k-1/2)\pi/l).$$

Если $f'_u(u^*) < 0$, все $C_k(t)$ как функции времени будут стремиться к нулю при любых значениях $C_k(0)$. И, соответственно, решение будет устойчивым. Если $0 < f'_u(u^*)$, то решение будет устойчивым только в том случае, если будет выполняться неравенство $D\mu_1^2 > f'_u(0)$. Для обобщенной логистической популяции $f'_u(0) = \mu$ и, соответственно, нулевое положение равновесия будет устойчивым при значениях коэффициента $D > \mu(2l/\pi)^2$.

Для случая граничных условий (4) решение уравнения (9) представляется в виде тригонометрического ряда

$$\delta u = C_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} C_k(t) \cos k\pi x/l.$$

При положительных значениях $f'_u(u^*)$ решение будет неустойчивым, при отрицательных — устойчивым.

Численные эксперименты. Построение численного решения уравнения

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(u^\alpha \frac{\partial}{\partial x} \right) + \mu u^\beta (1-u^\gamma) \tag{10}$$

при граничных условиях (5) на отрезке единичной длины ($l = 1$) осуществлялось с применением численных методов. Уравнение аппроксимировалось конечными разностями [7, 9, 24, 28, 29] на равномерной сетке по пространственной переменной с шагом $h = l/n$ и с шагом τ по временной переменной

$$u_i(t) = u_i(t - \tau) + D \frac{\tau}{n^2} (A_i(u_{i-1}(t) - u_i(t)) - A_{i+1}(u_i(t) - u_{i+1}(t))) + f(u_i(t)), \tag{11}$$

$$A_i = (d(u_i) + d(u_{i-1}))/2 \quad (i = 2, 3, \dots, n-1),$$

для граничных условий (4) $u_2 - u_1 = 0, u_n - u_{n-1} = 0$,

а для граничных условий (5) $u_1 = 0, u_n - u_{n-1} = 0$,

где $u_i(t)$ — значение функции в i -ом узле в момент времени t , n — число отрезков, на которые разбивался интервал интегрирования, τ — шаг интегрирования по временной переменной. Система уравнений (11) на каждом временном шаге решалась с применением метода простой итерации [6, 7, 9, 24, 28, 29]. Численная реализация осуществлялась в среде программирования пакета MatLab. Сравнение результатов осуществлялось с решениями, полученными с использованием встроенных в MatLab функций. Результаты на сетках с $n = 500$ и $n = 1000$ с шагом интегрирования $\tau = 0.1h^2/D$ по временной переменной совпали с точностью до 1%. Итерационный процесс сходился за 2–3 итерации при заданной степени точности (0.1%) для максимальных относительных отклонений для всех узлов сетки.

Результаты основных численных экспериментов представлены на рис. 1–6. На рис. 1 отражено изменение функции $u = u(x)$ вдоль координаты для граничных условий (4) в различные моменты времени ($t = 0.04, t = 0.06, t = 0.08, t = 0.10$) для случая $\mu = 1000, \beta = 1, \gamma = 1$. В качестве начального значения функции u бралось $u(t = 0, x) = 0.002 \sin(x\pi/2)$.

Рис. 2 соответствует случаю, когда $u(t = 0, x) = 0.0001\delta(x)$, где $\delta(x)$ — дельта функция Дирака ($t = 0.0010, t = 0.0012, t = 0.0014, t = 0.0020$).

Решение уравнения (10) при граничном условии $u(t, x = 0) = 1$ и начальном условии $u(t = 0, x) = 0$ при $0 < x \leq 1$ в моменты времени $t = 0.001, t = 0.002, t = 0.003, t = 0.004$ представлено на рис. 3 ($\mu = 10000, \alpha = 0, \beta = 1, \gamma = 1$), для $\gamma = 1$ и $\gamma = 4$ ($\mu = 10000, \alpha = 0, \beta = 1$) в момент времени $t = 0.003$ приведено на рис. 4, а для случая $\beta = 1$ в момент времени $t = 0.003$ и $\beta = 2$ в момент времени $t = 0.007$ ($\mu = 10000, \alpha = 0, \gamma = 1$) — на рис. 5. На рис. 6 отражено изменение функции $u = u(x)$ в момент времени $t = 0.003$ при $\alpha = 0$ и в момент времени $t = 0.01$ при $\alpha = 2$ ($\mu = 10000, \gamma = 1, \beta = 1$).

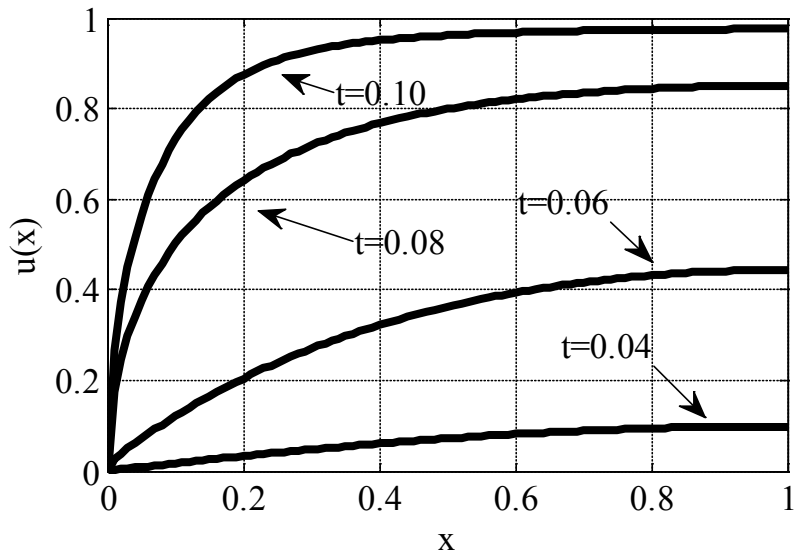


Рис. 1. Решение уравнения (10) в различные моменты времени при граничных условиях (4), $\mu = 1000$, $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 1$

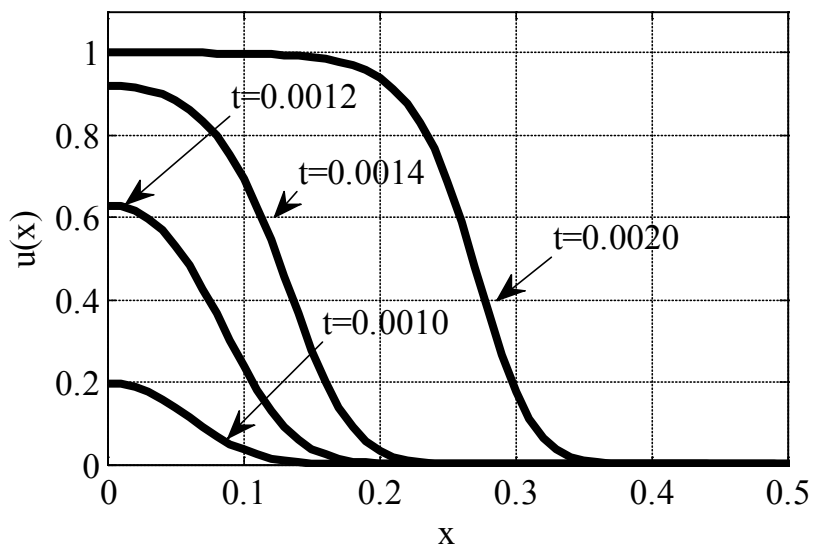


Рис. 2. Решение уравнения (10) в различные моменты времени при граничных условиях (4) и начальном условии $u(t=0,x) = 0.0001\delta(0)$, $\mu = 1000$, $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 1$

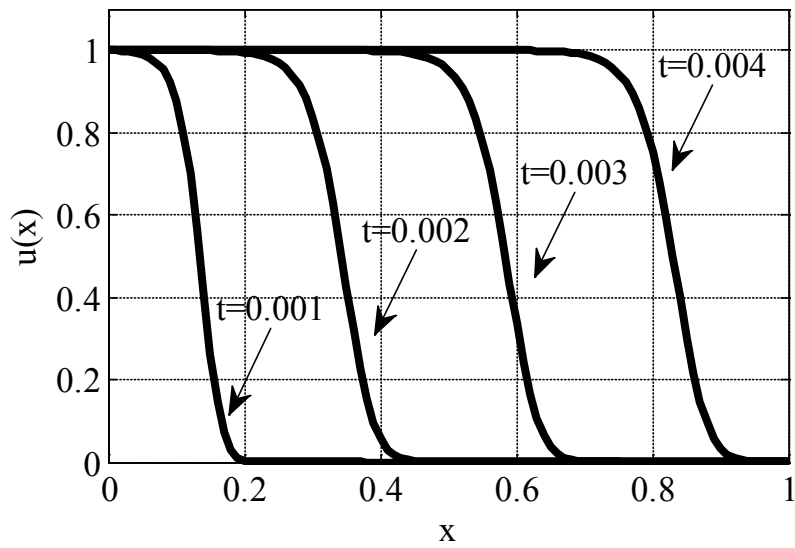


Рис. 3. Решение уравнения (10) в различные моменты времени при граничном условии $u(x=0) = 1$ и начальном условии $u(t=0, x) = 0$ при $0 < x \leq 1$ ($\mu = 100000$, $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 1$)

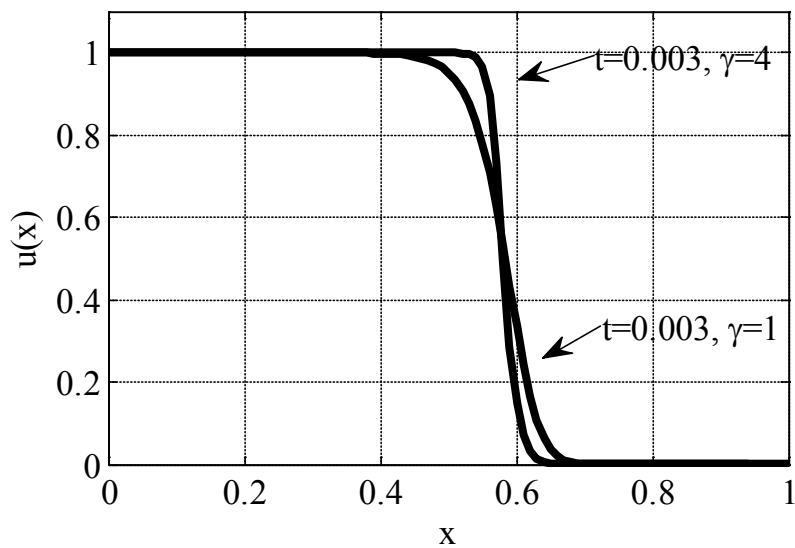


Рис. 4. Решение уравнения (10) в момент времени $t = 0.003$ при граничном условии $u(x=0) = 1$ и начальном условии $u(t=0, x) = 0$ при $0 < x \leq 1$ для значений параметра $\gamma = 1$ и $\gamma = 4$ ($\mu = 100000$, $\alpha = 0$, $\beta = 1$)

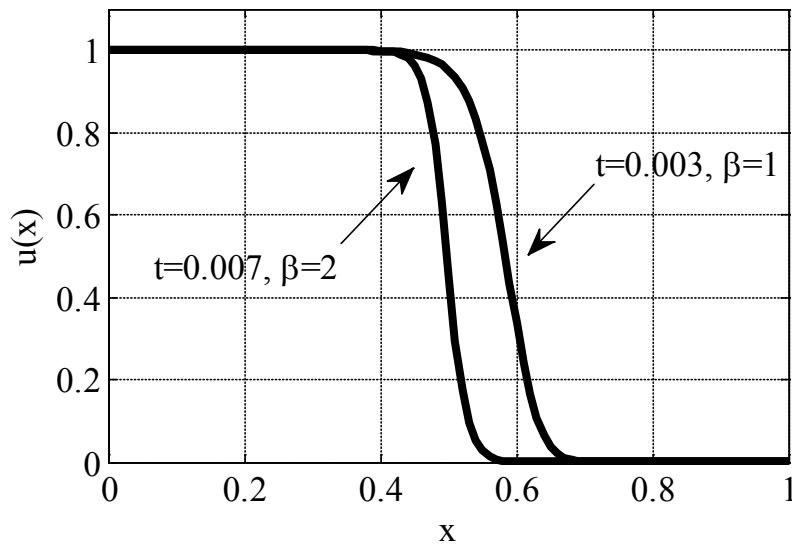


Рис. 5. Решение уравнения (10) при граничном условии $u(x = 0) = 1$ и начальном условии $u(t = 0, x) = 0$ при $0 < x \leq 1$ для значений параметра $\beta = 1$ в момент времени $t = 0.003$ и $\beta = 2$ в момент времени $t = 0.007$ ($\mu = 100000, \alpha = 0, \gamma = 1$)

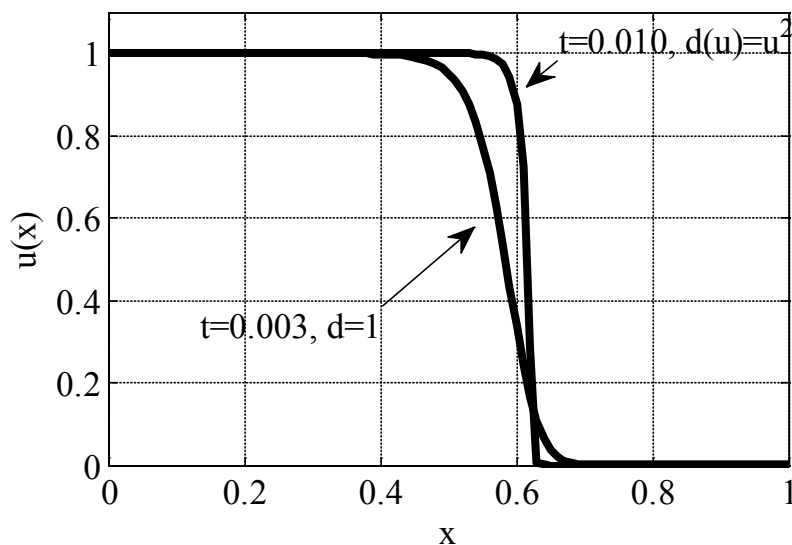


Рис. 6. Решение уравнения (10) при граничном условии $u(x = 0) = 1$ и начальном условии $u(t = 0, x) = 0$ при $0 < x \leq 1$ в момент времени $t = 0.003$ ($\mu = 100000, \gamma = 1, \beta = 1$) для параметра $\alpha = 0$ и в момент времени $t = 0.010$ для параметра $\alpha = 2$

Как следует из анализов численных экспериментов логистическая популяция при малой подвижности по сравнению с высокой рождаемостью ($D \ll \mu$) постепенно распространится на весь отрезок независимо от места ее зарождения будь то весь отрезок (рис. 1) или локальная точка (рис. 2). При этом распространение на территории может происходить в виде «волны» (рис. 3), движущейся со скоростью близкой к теоретическому значению $2\sqrt{\mu/D}$ для $\alpha = 0$ [22, 31]. Параметр γ в (10) несущественно влияет на «фронт» волны (рис. 4). Более существенное влияние оказывает параметр β — с ростом этого параметра скорость распространения волны уменьшается (рис. 5). Увеличение параметра α приводит к уменьшению скорости распространения популяции на отрезке.

Заключение. Как следует из полученных выше результатов из «диффузионной» модели одиночной популяции следуют результаты, не содержащиеся в «точечных» моделях. Для обобщенной логистической популяции на отрезке с ог-

раничениями роста на границах при высокой подвижности особей устойчивым может оказаться только тривиальное решение, если «подвижность» особей станет больше «критической».

Литература:

1. Александров А.Ю., Платонов А.В., Старков В.Н., Степенко Н.А. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ. СПб.: Соло, 2006. 186 с.
2. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2003. 368 с.
3. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в двух томах. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с. Т. 2. 477 с.
4. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2004. 288 с.
5. Гилев А.В. Закономерности пространственного распределения и научные основы охраны рыжих лесных муравьев // Зоологический журнал. 2010. Т. 89. № 12. С. 1413–1420.
6. Глызин С.Д. Разностная аппроксимация уравнения «реакция — диффузия» на отрезке // Моделирование и анализ информационных систем. 2009. Т. 16. № 3. С. 96–116.
7. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы (введение в теорию). М.: Наука, 1973. 400 с.
8. Горбач В.В., Кабанен Д.Н. Пространственная организованность популяции черного аполлона (*parnassius mnemosyne*) в условиях Заонежья // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 12. С. 1493–1505.
9. Горбунова Е.А., Колпак Е.П. Математические модели одиночной популяции // Вест. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 4. С. 18–30.
10. Громов В.С. Пространственно-этологическая структура популяций грызунов. М.: Т-во научн. изданий КМК. 2008. 581 с.
11. Емельченко Н.Н. Обзор миграций белолобого гуся (*anser albifrons*) в Западной Палеарктике // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 9. С. 1090–1108.
12. Загребальный С.В., Фомин В.В., Бурдин А.М. Динамика численности, структуры популяции каланов *Enhydra lutris* на Командорских островах и оценка их миграционной активности между островами архипелага // Экология. 2008. № 1 С. 43–49.
13. Зеленская Л.А. Численность и распределение птиц на острове Матюкиль (Ямские острова, Охотское море) // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 5. С. 546–555
14. Колпак Е.П., Горбунова Е.А., Балыкина Ю.Е., Гасратова Н.А. Математическая модель одиночной популяции на биолокальном ареале // Молодой ученый. 2014. № 1 (6). С. 28–33.
15. Коробченко М.А. Расширение ареала крота европейского (*talpa europaea*) в долине реки Северный Донец // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 4. С. 465–472.
16. Лидерман Г.В., Абатуров Б.Д., Быков А.В., Лопушков В.А. Динамика населения позвоночных животных Заволжской полупустыни. М.: Наука, 2005. 252 с.
17. Мамонтов С.Н. Распределение по стволу дерева кородея-типографа (*ips typographus*, coleoptera, scolynidae) и его энтомогафов // Зоологический журнал. 2009. Т. 88. № 9. С. 1139–1145.
18. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. М.: Издательский центр «Акадкмия», 2009. 320 с.
19. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Биофизическая динамика продукционных процессов. Москва — Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2004. 464 с.
20. Романов М.Ф., Федоров М.П. Математические модели в экологии. СПб.: Иван Федоров, 2003. 240 с.
21. Садыков О.Ф., Бененсон И.Е. Динамика численности мелких млекопитающих: Концепции, гипотезы, модели. М.: Наука, 1992. 191 с.
22. Свиричев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М: Наука, 1987. 368 с.
23. Сейфулина Р.Р. Аранеокомплекс (*arachnida*, *aranei*) в агросистемах кубанской равнины (видовой состав, пространственное размещение и сезонная динамика) // Зоологический журнал. 2010. Т. 89. № 2. С. 151–166.
24. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнение математической физики. М.: Наука, 1972. 735 с.
25. Тютюнов Ю.В. Пространственная модель развития устойчивости насекомых-вредителей к трансгенной инсектицидной сельскохозяйственной культуре // Биофизика. Т. 52. № 1. С. 95–113.
26. Шиятов С.Г., Терентьев М.М., Фомин В.В., Циммерман Н.Е. Вертикальный и горизонтальный сдвиги верхней границы редколесий и сомкнутых лесов в XX столетии на полярном Урале // Экология. 2007. № 4. С 243–248.
27. McLeod P., Martin A.P., Richards K.J. Minimum length scale for growth — limited oceanic plankton distributions // Ecological Modeling. 2002. V. 158. № 1–2. P. 111–120.

28. Mickens R. E. A nonstandard finite difference scheme for a PDE modeling combustion with nonlinear advection and diffusion // Mathematics and computers in simulation. 2005. № 69. P. 439–446.
29. Mickens R. E. A nonstandard finite difference scheme for the diffusionless Burgers equation with logistic reaction // Mathematics and computers in simulation. 2003. № 62. P. 117–124.
30. Murray D. D. Mathematical biology. N. Y. Springer. 2002. 551 p.
31. Schofield P. Spatial explicit models of Turelli-Hoffmann Wolbachia invasive wave fronts // J. Theor. Biol. 2001. Vol. 212. N. 1. P. 121–131.

Некоторые свойства точек переключения управления одной нелинейной системы четвертого порядка

Моисеев Игорь Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
Золотых Марина Сергеевна, аспирант
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье рассматривается нелинейная система обыкновенных дифференциальных уравнений специального вида. Так как число точек переключения оптимального управления для такой системы неизвестно, то исследуются свойства допустимых и удовлетворяющих принципу максимума траекторий движения управляемого объекта. Полученные результаты сформулированы в виде теоремы.

Ключевые слова: принцип максимума; гамильтониан; сопряженная система; оптимальное быстродействие; курсовой угол.

Пусть движение управляемого объекта удовлетворяет следующей системе обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \dot{x} &= V \sin \varphi + W_x, \\ \dot{y} &= V \cos \varphi - W_y, \\ \dot{\varphi} &= u_1(t) \omega, \\ \dot{V} &= u_2(t) a. \end{aligned} \tag{1}$$

Данная система обычно может описывать движение самолета при боковом ветре, движение корабля, а так же различные задачи преследования [10, 12]. В этом случае, движение управляемого объекта (преследователя) рассматривается в относительной системе координат [7, 8, 11], получаемой путем стандартных преобразований исходной системы. Требуется перевести исходный объект из заданной начальной точки $(x_0, y_0, \varphi_0, V_0)$ в область $(0, 0, \cos \varphi(T) = 1, V(T) = V_0)$, где T — конечный момент времени. Функционалом качества является конечное время, т. е. требуется решить задачу оптимального быстродействия. Управляющая вектор-функция $(u_1(t), u_2(t))^*$ удовлетворяет ограничениям $|u_1(t)| \leq 1, |u_2(t)| \leq 1$ и выбирается из класса кусочно-непрерывных функций Курсовой угол φ отсчитывается по часовой стрелке от положительного направления оси ОУ, до вектора скорости $(V_x(t), V_y(t))^*$ и удовлетворяет ограничению $|\Delta \varphi| \leq 2\pi$. Модуль скорости объекта $|V| \in [V_0, V_{\max}]$, где $V_{\max} = V_0 + a \frac{2\pi}{\omega}$. Последнее равенство означает, что управляемый объект может совершить полный разворот, если его текущая скорость равна начальной, например, при начале движения. Остальные параметры движения являются положительными постоянными, причем возмущения W_x, W_y не равны нулю одновременно.

Таким образом, исходная математическая модель описывает физическую задачу захода самолета на взлетно-посадочную полосу при наличии бокового ветра на полетную палубу авианесущего корабля, сближение самолетов при дозаправке в воздухе, т. е. любую задачу «мягкой встречи» (стыковки) Следует отметить, что в несколько иной постановке задача оптимального быстродействия для подобной системы рассматривалось неоднократно. В работах [3, 4]

была решена задача вывода объекта в начало координат с произвольным курсовым углом, нулевыми возмущениями и неограниченной скоростью управляемого объекта. В работе [7] для системы с нулевыми возмущениями решается задача разработки алгоритма построения информационного множества. Игровая постановка задачи (игра «шофер-убийца») была предложена и описана Р. Айзексом [1, 12]. Система, наиболее близкая к рассматриваемой в данной работе, решалась в [15]. Различные варианты данной игры, ее модификации, численные методы и алгоритмы ее решения рассматриваются в работах [2, 5, 6, 8, 9, 13, 14]. Отметим, что игра «шофер-убийца» часто рассматривается в качестве модельной задачи в учебных целях [10] и для проверки работы разработанных алгоритмов [5]. Принципиальное отличие рассматриваемой постановки от рассмотренных ранее, заключается в ограничении конечного значения курсового угла и в ограничении скорости объекта.

Итак, гамильтониан исходной системы имеет вид

$$H(x, y, \varphi, V, u_1, u_2) = \psi_1(V \sin \varphi + W_x) + \psi_2(V \cos \varphi - W_y) + u_1 \omega \psi_3 + u_2 a \psi_4, \tag{2}$$

а сопряженная система

$$\begin{aligned} \dot{\psi}_1 &= -\frac{\partial H}{\partial x} = 0, \\ \dot{\psi}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial y} = 0, \\ \dot{\psi}_3 &= -\frac{\partial H}{\partial \varphi} = -(\psi_1 V \cos \varphi - \psi_2 V \sin \varphi), \\ \dot{\psi}_4 &= -\frac{\partial H}{\partial V} = -(\psi_1 \sin \varphi + \psi_2 \cos \varphi). \end{aligned} \tag{3}$$

Согласно принципу максимума [10], оптимальное управление имеет вид:

$$u_1(t) = \begin{cases} +1, \psi_3(t) > 0, \\ -1, \psi_3(t) < 0. \end{cases}$$

$$u_2(t) = \begin{cases} +1, \psi_4(t) > 0, \\ -1, \psi_4(t) < 0. \end{cases}$$

Проинтегрируем первые три уравнения системы (3):

$$\begin{aligned} \psi_1(t) &= C_1, \psi_2(t) = C_2, \\ \psi_3(t) &= \int (C_2 V \sin \varphi - C_1 V \cos \varphi) dt = \int C_2 (\dot{x} - W_x) dt - \int C_1 (\dot{y} + W_y) dt + C_3 = \\ &C_2(x - W_x) - C_1(y + W_y) + C_3. \end{aligned} \tag{4}$$

Далее проинтегрируем первые два из уравнений (1) на интервале $[\tau, t]$ постоянства управлений $u_1(t), u_2(t)$:

$$\begin{aligned} x(t) &= x(\tau) + W_x(t - \tau) + \frac{V(\tau) \cos \varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(t) \cos \varphi(t)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{a u_2(\tau) \sin \varphi(t)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{a u_2(\tau) \sin \varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)}, \\ y(t) &= y(\tau) - W_y(t - \tau) + \frac{V(t) \sin \varphi(t)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(\tau) \sin \varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{a u_2(\tau) \cos \varphi(t)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{a u_2(\tau) \cos \varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)}. \end{aligned} \tag{5}$$

Для упрощения дальнейших вычислений введем следующее обозначение:

$$H_0(t) = C_1 V(t) \sin \varphi(t) + C_1 W_x + C_2 V(t) \cos \varphi(t) - C_2 W_y. \tag{6}$$

Так как количество точек переключения управления $u_1(t)$ на оптимальной траектории для задачи (1) неизвестно, то ниже рассмотрим некоторые свойства допустимых траекторий данной задачи, удовлетворяющих принципу максимума. Пусть момент времени τ является моментом переключения управлений $u_1(t)$ и $u_2(t)$, т.е. $\psi_3(\tau) = 0, \psi_4(\tau) = 0$. Предположим, что момент времени $t_1 > \tau$ является моментом переключения управления $u_2(t)$. Тогда, с учетом (4), (5), (6) получим, что

$$\begin{aligned} \omega u_1(\tau)\psi_3(t_1) &= \omega u_1(\tau) \left(C_2 \left(x(\tau) + W_x(t_1 - \tau) + \frac{V(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(t_1)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \right. \right. \\ &- \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - x(\tau) - W_x(t_1 - \tau) \Big) - C_1 \left(y(\tau) - W_y(t_1 - \tau) + \frac{V(t_1)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} + \right. \\ &+ \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - y(\tau) + W_y(t_1 - \tau) \Big) \Big) = \omega u_1(\tau) \left(C_2 \left(\frac{V(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} - \right. \right. \\ &- \frac{V(t_1)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} \Big) - C_1 \left(\frac{V(t_1)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} + \right. \\ &\text{и} \\ &+ \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} \Big) \Big) = C_2 \left(V(\tau)\cos\varphi(\tau) - V(t_1)\cos\varphi(t_1) + \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \right. \\ &- \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} \Big) - C_1 \left(V(t_1)\sin\varphi(t_1) - V(\tau)\sin\varphi(\tau) + \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} \right) = \\ &\text{окончательно} \\ &= H_0(\tau) - C_1 W_x + C_2 W_y - H_0(t_1) + C_1 W_x - C_2 W_y + C_2 \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \\ &- C_2 \frac{au_2(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} - C_1 \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} + C_1 \frac{au_2(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(\tau)} = \\ &= H_0(\tau) - H_0(t_1) + \frac{au_2(\tau)}{\omega u_1(\tau)} (\sin(\varphi(t_1) - \alpha) - \sin(\varphi(\tau) - \alpha)). \end{aligned}$$

Из условия постоянства гамильтониана (2) по времени [10] следует, что $H(\tau) = H(t_1)$, а т. к. $\psi_3(\tau) = 0, \psi_4(\tau) = 0$, то $H(\tau) = H_0(\tau)$. Тогда с учетом того, что $\psi_4(t_1) = 0$, имеем

$$H_0(\tau) = H_0(t_1) + H_0(\tau) - H_0(t_1) + \frac{au_2(\tau)}{\omega u_1(\tau)} (\sin(\varphi(t_1) - \alpha) - \sin(\varphi(\tau) - \alpha))$$

и

$$\frac{au_2(\tau)}{\omega u_1(\tau)} (\sin(\varphi(t_1) - \alpha) - \sin(\varphi(\tau) - \alpha)) = 0.$$

Отсюда следует, что

$$2 \sin \frac{\varphi(t_1) - \varphi(\tau)}{2} \cos \frac{\sin(\varphi(t_1) + \varphi(\tau) - 2\alpha)}{2} = 0.$$

Если первый сомножитель равен нулю, тогда $\varphi(t_1) = \varphi(\tau) + 2\pi k$, где k -целое, т. е. в этом случае момент t_1 является и моментом переключения управления $u_1(t)$. Если равен нулю второй сомножитель, то $\varphi(t_1) = 2\alpha - \varphi(\tau) + \pi + 2\pi k$, k -целое.

Предположим, что t_2 — второй момент переключения управления $u_2(t)$. Тогда $H(t_2) = H_0(t_2) + u_1(\tau)\omega\psi_3(t_2)$ и $H(t_1) = H(t_2)$. Рассмотрим последнее равенство подробнее:

$$H_0(t_1) + u_1(\tau)\omega\psi_3(t_1) = H_0(t_2) + u_1(\tau)\omega\psi_3(t_2),$$

и, с учетом равенства (4)

$$H_0(t_2) - H_0(t_1) + u_1(\tau)\omega(\psi_3(t_2) - \psi_3(t_1)) = H_0(t_2) - H_0(t_1) + u_1(\tau)\omega(C_2(x(t_2) - W_x t_2) - C_1(y(t_2) + W_y t_2) + C_3 - C_2(x(t_1) - W_x t_1) + C_1(y(t_1) + W_y t_1) - C_3) = H_0(t_2) - H_0(t_1) +$$

с учетом равенств (5)

$$+ u_1(\tau)\omega\left(C_2\left(x(t_1) + W_x(t_2 - t_1) + \frac{V(t_1)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(t_2)\cos\varphi(t_2)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{au_2(t_1)\sin\varphi(t_2)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{au_2(t_1)\sin\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - x(t_1) - W_x(t_2 - t_1)\right) - C_1\left(y(t_1) - W_y(t_2 - t_1) + \frac{V(t_2)\sin\varphi(t_2)}{\omega u_1(\tau)} - \frac{V(t_1)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} + \frac{au_2(t_1)\cos\varphi(t_2)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - \frac{au_2(t_1)\cos\varphi(t_1)}{\omega^2 u_1^2(\tau)} - y(t_1) + W_y(t_2 - t_1)\right)\right) =$$

и

$$= H_0(t_2) - H_0(t_1) + C_2 V(t_1) \cos \varphi(t_1) - C_2 V(t_2) \cos \varphi(t_2) + C_2 \frac{au_2(t_1)\sin\varphi(t_2)}{\omega u_1(\tau)} - C_2 \frac{au_2(t_1)\sin\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} - C_1 V(t_2) \sin \varphi(t_2) + C_1 V(t_1) \sin \varphi(t_1) - C_1 \frac{au_2(t_1)\cos\varphi(t_2)}{\omega u_1(\tau)} + C_1 \frac{au_2(t_1)\cos\varphi(t_1)}{\omega u_1(\tau)} =$$

окончательно

$$= H_0(t_2) - H_0(t_1) + H_0(t_1) - C_1 W_x + C_2 W_y - H_0(t_2) + C_1 W_x - C_2 W_y + \frac{au_2(t_1)}{\omega u_1(\tau)} (\sin(\varphi(t_2) - \alpha) - \sin(\varphi(t_1) - \alpha)) = 0.$$

Отсюда следует, что

$$2 \sin \frac{\varphi(t_2) - \varphi(t_1)}{2} \cos \frac{\varphi(t_2) + \varphi(t_1) - 2\alpha}{2} = 0.$$

Первый сомножитель не может быть равен нулю, иначе нарушается ограничение, наложенное на угол $\varphi(t)$. При равенстве нулю второго сомножителя, получим, что $\varphi(t_2) = 2\alpha - \varphi(t_1) + \pi + 2\pi n$, где n — целое. Подставляя в последнее равенство значение $\varphi(t_1)$, получим, что

$$\varphi(t_2) = 2\alpha - 2\alpha + \varphi(\tau) - \pi - 2\pi k + \pi + 2\pi n = \varphi(\tau) + 2\pi(n - k),$$

т. е. угол $\varphi(t_2)$ отличается от угла $\varphi(\tau)$ на величину $\pm 2\pi$, в зависимости от знака управления $u_1(\tau)$, откуда следует, что момент времени t_2 является также и моментом переключения управления $u_1(t)$.

Пусть t_{-1} — момент переключения управления $u_2(t)$, предшествующий моменту переключения τ . Тогда $H(t_{-1}) = H(\tau)$, т. е. $H_0(t_{-1}) + u_1(t_{-1})\omega\psi_3(t_{-1}) = H_0(\tau)$ и

$$\psi_3(t_{-1}) = C_2\left(x(\tau) - W_x(\tau - t_{-1}) - \frac{V(t_{-1})\cos\varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + \frac{V(\tau)\cos\varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} - \frac{au_2(t_{-1})\sin\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} + \frac{au_2(t_{-1})\sin\varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - x(\tau) + W_x(\tau - t_{-1})\right) - C_1\left(y(\tau) + W_y(\tau - t_{-1}) - \frac{V(\tau)\sin\varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} + \frac{V(t_{-1})\sin\varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} - \frac{au_2(t_{-1})\cos\varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} + \frac{au_2(t_{-1})\cos\varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - y(\tau) + W_y(\tau - t_{-1})\right) =$$

после раскрытия скобок

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\omega u_1(t_{-1})} \left(C_2 V(\tau) \cos \varphi(\tau) + C_1 V(\tau) \sin \varphi(\tau) - C_2 V(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1}) - C_1 V(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1}) - \right. \\
&- C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} + C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} + C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(\tau)}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} \left. \right) = \\
&\frac{1}{\omega u_1(t_{-1})} \left(H_0(\tau) - W_x + W_y - H_0(t_{-1}) + W_x - W_y - C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} + C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + \right. \\
&\left. + C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} - C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} \right).
\end{aligned}$$

Отсюда следует, что

$$\begin{aligned}
&H_0(t_{-1}) + H_0(\tau) - H_0(t_{-1}) - C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} + C_2 \frac{a u_2(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + \\
&+ C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(\tau)}{\omega u_1(t_{-1})} - C_1 \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} = H_0(\tau)
\end{aligned}$$

и

$$\sin(\varphi(\tau) - \alpha) - \sin(\varphi(t_{-1}) - \alpha) = 0,$$

т. е.

$$2 \sin \frac{\varphi(\tau) - \varphi(t_{-1})}{2} \cos \frac{\varphi(\tau) + \varphi(t_{-1}) - 2\alpha}{2} = 0,$$

откуда следует, что или $\varphi(\tau) = \varphi(t_{-1}) + 2\pi m$, т. е. t_{-1} — также и момент переключения управления курсовым углом, или же $\varphi(\tau) = 2\alpha - \varphi(t_{-1}) + \pi + 2\pi l$. Пусть имеет место второй случай. Предположим, что t_{-2} — момент переключения скорости, предшествующий моменту t_{-1} . Тогда

$$H(t_{-2}) = H_0(t_{-2}) + u_1(t_{-1}) \omega \psi_3(t_{-2}) = H_0(t_{-1}) + u_1(t_{-1}) \omega \psi_3(t_{-1}),$$

т. к. $u_1(t_{-2}) = u_1(t_{-1})$. Проведя необходимые преобразования, получим:

$$\begin{aligned}
&u_1(t_{-1}) \omega (\psi_3(t_{-1}) - \psi_3(t_{-2})) = u_1(t_{-1}) \omega (C_2 (x(t_{-1}) - x(t_{-2}) - W_x(t_{-1} - t_{-2})) - \\
&- C_1 (y(t_{-1}) - y(t_{-2}) + W_y(t_{-1} - t_{-2}))) = u_1(t_{-1}) \omega (C_2 (x(t_{-2}) + W_x(t_{-1} - t_{-2})) + \\
&+ \frac{V(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} - \frac{V(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-2})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - \\
&- x(t_{-2}) - W_x(t_{-1} - t_{-2})) - C_1 \left(y(t_{-2}) - W_y(t_{-1} - t_{-2}) + \frac{V(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} - \right. \\
&\left. - \frac{V(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} + \frac{a u_2(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} - \frac{a u_2(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-2})}{\omega^2 u_1^2(t_{-1})} \right) - \\
&- y(t_{-2}) + W_y(t_{-1} - t_{-2})) = C_2 V(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-2}) - C_2 V(t_{-1}) \cos \varphi(t_{-1}) +
\end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}
&+ C_2 \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} - C_2 \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} - C_1 V(t_{-1}) \sin \varphi(t_{-1}) + C_1 V(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-2}) - \\
&- C_1 \frac{a u_2(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + C_1 \frac{a u_2(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} = H_0(t_{-2}) - H_0(t_{-1}) + C_2 \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} - \\
&- C_2 \frac{a u_2(t_{-2}) \sin \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} - C_1 \frac{a u_2(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + C_1 \frac{a u_2(t_{-2}) \cos \varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})},
\end{aligned}$$

тогда

$$H(t_{-1}) - H(t_{-2}) = H_0(t_{-1}) + u_1(t_{-1})\omega(\psi_3(t_{-1}) - \psi_3(t_{-2})) - H_0(t_{-2}) = \\ = C_2 \frac{au_2(t_{-2})\sin\varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} - C_2 \frac{au_2(t_{-2})\sin\varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})} - C_1 \frac{au_2(t_{-2})\cos\varphi(t_{-1})}{\omega u_1(t_{-1})} + C_1 \frac{au_2(t_{-2})\cos\varphi(t_{-2})}{\omega u_1(t_{-1})}.$$

Полученное выражение равно нулю, тогда

$$\sin(\varphi(t_{-1}) - \alpha) - \sin(\varphi(t_{-2}) - \alpha) = 0.$$

Отсюда следует, что $\varphi(t_{-1}) = 2\alpha - \varphi(t_{-2}) + \pi + 2\pi m$, т. е.

$$\varphi(\tau) = 2\alpha - \varphi(t_{-1}) + \pi + 2\pi l = 2\alpha - 2\alpha + \varphi(t_{-2}) - \pi - 2\pi m + \pi + 2\pi l = \varphi(t_{-2}) + 2\pi(l - m).$$

Таким образом, и в данном случае, момент времени t_{-2} является так же моментом переключения и управления $u_1(t)$. Проведя аналогичные рассуждения, приходим к выводу, что и все остальные точки переключения управления $u_1(t_i), i = -2, -3, \dots$, вплоть до первого переключения, будут являться и моментами переключения управления $u_2(t)$. Аналогично и в другую сторону: каждый момент времени $t_i, i = 2, 3, 4, \dots, n$, где n — последний момент переключения управления $u_1(t)$, является моментом переключения управления $u_2(t)$. Таким образом, справедлива следующая теорема:

Теорема. Пусть для управляемого объекта, движение которого описывается системой (1), существует допустимая и удовлетворяющая принципу максимуму траектория такая, что моменты времени $t_i, i \in [1, n], n > 1$ являются моментами переключения управления $u_1(t)$. Тогда, если хотя бы один из моментов времени t_i , является так же и точкой переключения управления $u_2(t)$, то и любой другой момент времени t_i является моментом переключения управления $u_2(t)$.

В заключение отметим, что мы предполагали, что рассматриваемая траектория существует. Проверка условий существования и, тем более, ее оптимальности требует дальнейших исследований.

Литература:

1. Айзекс Р. Дифференциальные игры. М.: Мир, 1967. — 384 с.
2. Андреева Е. А., Цирулева В. М. Вариационное исчисление и методы оптимизации. Тверь: Тверской гос. университет, 2004. 575 с.
3. Бердышев Ю. И. Синтез оптимального по быстродействию управления для одной нелинейной системы четвертого порядка // Прикладная математика и механика. 1975. Т. 39, Вып. 6. С. 985–994.
4. Бердышев Ю. И. Синтез оптимального по быстродействию управления движением материальной точки в среде с сопротивлением. Автореферат кандидатской диссертации, Свердловск 1978 (УНЦ АН СССР). — 18 с.
5. Двуреченский П. Е. Алгоритмы построения эpsilon-оптимальных стратегий в нелинейных дифференциальных играх на плоскости. Автореферат кандидатской диссертации, МФТИ (государственный университет), Долгопрудный 2013, 24 с.
6. Кулешов А. В. Некоторые способы численного решения дифференциальной игры «шофер-убийца». Известия Института математики и информатики УдГУ. 2012. Вып. 1 (39). С. 73.
7. Пацко В. С., Пятко С. Г., Кумков С. И., Федотов А. А.. Оценивание движения воздушного судна на основе информационных множеств при неполных замерах координат.: Научные доклады. Академия ГА. С.-Петербург, 1999; ИММ УрО РАН, Екатеринбург. 1999. — 70 с.
8. Пацко В. С., Турова В. Л.. Игра «шофер-убийца» и ее модификации.: Вестник Удмуртского университета. Вып. 2. Ижевск 2008. С. 105–110.
9. Пацко В. С., Турова В. Л. Игра шофер-убийца: история и современные исследования. Научные доклады/Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т математики и механики. УрО РАН, Екатеринбург. 2009. 43 с.
10. Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Шевкопляс Е. В. Теория Игр. Изд-во «БХВ-Петербург», 2012. — 424 с.
11. Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. — М.: Наука, 1969, — 384 с.
12. Isaacs R. Games of pursuit. Scientific report of the RAND Corporation. Santa Monica. 1951.
13. Patsko V. S., Turova V. L. Numerical study of the homicidal chauffeur differential game with the reinforced pursuer // Game Theory and Applications. Vol. 12. N. Y.: Nova Science Publishers. 2007. P. 123152.

14. Patsko V. S., Turova V. L. Level sets of the value function in differential games with the homicidal chauffeur dynamics// Game Theory and Applications. Vol. N. Y.: Nova Science Publishers. 2007. P. 123–152.
15. Reeds J. A., Shepp L. A. Optimal paths for a car that goes both forwards and backwards// Pacific J. Math. 1990. Vol. 145, № 2. P. 367–393.

Проблемы стабилизации орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации

Шиманчук Дмитрий Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент;
Шмыров Василий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный университет

Рассматриваются проблемы стабилизации орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации системы Солнце — Земля. Для управляемой системы уравнений движения космического аппарата анализируется связь между поведением специальной функции фазовых переменных, называемой в работе «функцией опасности», и областью управляемости. Проводится численный анализ управляемых траекторий с законами управления, которые демпфируют «функцию опасности» и обеспечивают пребывание космического аппарата в окрестности точек либрации L_1, L_2 системы Солнце — Земля в течение длительного времени. Результаты численного моделирования проиллюстрированы графически.

Ключевые слова: круговая ограниченная задача трех тел, задача Хилла, коллинеарная точка либрации, управляемое орбитальное движение, область управляемости.

Введение. Известно, что некоторые математические модели, такие как задача двух тел и задача трех тел, являются полезными для разработки проектов, связанных с исследованием космического пространства. Одной из наиболее известных моделей движения является модель ограниченной круговой задачи трех тел [1].

Уравнения движения космического аппарата (КА), получаемые в рамках ограниченной задачи трех тел Солнце — Земля — КА, как показали Эйлер и Лагранж [2], имеют частные решения, сохраняющие положение в пространстве конфигураций, они и получили название либрационных.

С использованием теоретических свойств точек либрации связаны многие проекты, как освоения космического пространства, мониторинга околоземного космического пространства, так и защиты Земли от потенциально опасных космических объектов.

Уравнения движения и их характеристика. Пусть КА движется в окрестности коллинеарных точек либрации L_1 или L_2 . Тогда в рамках хилловского приближения круговой ограниченной задачи трех тел Солнце — Земля — КА уравнения управляемого движения КА во вращающейся системе координат имеют вид [3–6]:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + y_1, \\ \dot{x}_2 = -x_1 + y_2, \\ \dot{x}_3 = y_3, \\ \dot{y}_1 = -\frac{x_1}{\|\mathbf{x}\|^3} + 2x_1 + y_2 + u_1, \\ \dot{y}_2 = -\frac{x_2}{\|\mathbf{x}\|^3} - x_2 - y_1 + u_2, \\ \dot{y}_3 = -\frac{x_3}{\|\mathbf{x}\|^3} + u_3, \end{cases} \quad (1)$$

где центр инерции Земли совпадает с началом системы координат, а ось Ox_1 направлена вдоль оси, соединяющей центры масс Земли и Солнца. Здесь $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3)$ — вектор координат КА, $\mathbf{y} = (y_1, y_2, y_3)$ — вектор импульсов, $\|\cdot\|$ — евклидова норма. Точки либрации L_1 и L_2 во вращающейся системе неподвижны и имеют координаты $\mathbf{x}^* = (1, 0, 0)$, $\mathbf{y}^* = (0, 1, 0)$ и $\mathbf{x}^{**} = (-1, 0, 0)$, $\mathbf{y}^{**} = (0, -1, 0)$, соответственно. За единицу расстояния принята величина, равная 10^{-2} а. е., за единицу времени — 58,0916 суток (год, деленный на 2π).

На значение управляющих воздействий u_1, u_2, u_3 имеются ограничения

$$|u_1| \leq u_1^0, |u_2| \leq u_2^0, |u_3| \leq u_3^0.$$

Неуправляемая система (1) является гамильтоновой, где функция Гамильтона H представляется в виде

$$H = \frac{\|y\|^2}{2} - \frac{3}{\|x\|} - \frac{3x_1^2}{2} + \frac{\|x\|^2}{2} + x_2y_1 - x_1y_2.$$

Система линеаризованных уравнений в окрестности коллинеарных точек либрации L_1 или L_2 имеет вид

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + y_1, \\ \dot{x}_2 = -x_1 + y_2, \\ \dot{x}_3 = y_3, \\ \dot{y}_1 = 8(x_1 \mp 1) + (y_2 \mp 1), \\ \dot{y}_2 = -4x_2 - y_1, \\ \dot{y}_3 = -4x_3. \end{cases} \quad (2)$$

Замечание. Выбор знака в выражении для \dot{y}_1 соответственно зависит от рассматриваемой окрестности коллинеарной точки либрации L_1 или L_2 .

Матрица линеаризованной системы (2) имеет набор собственных значений [4]

$$\lambda_{1,2} = \pm\sqrt{1 + 2\sqrt{7}}, \lambda_{3,4} = \pm i\sqrt{2\sqrt{7} - 1}, \lambda_{5,6} = \pm 2i.$$

Замечание. Из положительности собственного значения $\lambda_1 = \sqrt{1 + 2\sqrt{7}}$ следует неустойчивость точки либрации L_1 и L_2 .

Так как последние два уравнения, соответствующие пространственным переменным (x_3, y_3) , отделяются от остальных, удобно рассмотреть задачу нахождения законов управления отдельно для системы плоского движения:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + y_1, \\ \dot{x}_2 = -x_1 + y_2, \\ \dot{y}_1 = 8(x_1 \mp 1) + (y_2 \mp 1) \\ \dot{y}_2 = -4x_2 - y_1, \end{cases} \quad (3)$$

и системы пространственных переменных:

$$\begin{cases} \dot{x}_3 = y_3, \\ \dot{y}_3 = -4x_3. \end{cases} \quad (4)$$

Замечание. Для неуправляемой системы (4) ($u_3 = 0$) в силу интеграла энергии имеет место устойчивость по Ляпунову стационарного решения.

Из проведенного анализа системы уравнений орбитального движения КА можно сделать вывод, что неустойчивость коллинеарной точки либрации, с одной стороны, требует стабилизирующего управления, а с другой стороны, может быть использована как положительный фактор в задачах маневрирования [7, 8].

Функция опасности, область управляемости. Выше было показано, что стационарное решение уравнений неуправляемого движения, соответствующее коллинеарной точке либрации, является неустойчивым положением равновесия. Поэтому весьма актуальной будет задача стабилизации КА в окрестности точки либрации.

В связи с этим возникает вопрос: поскольку на практике управляющее воздействие ограничено, то какова будет область управляемости, т. е. область, в которой возможно удержание КА при ограничениях на управления.

Пусть $\mathbf{b}_i = (b_i^1, b_i^2, b_i^3, b_i^4)$ — собственный вектор, соответствующий собственному значению λ_i линеаризованной управляемой системы (3), а $\mathbf{z} = (x_1 \mp 1, x_2, y_1, y_2 \mp 1)$.

Определим линейные формы $d_i \triangleq \mathbf{b}_i \mathbf{z}, i = 1, \dots, 4$, тогда в силу неуправляемой системы (3) справедливы равенства

$$\dot{d}_i = \lambda_i d_i. \quad (5)$$

Если в (5) положить $i = 1, i = 1$, то

$$\dot{d}_1 = \lambda_1 d_1. \quad (6)$$

Дифференциальное уравнение (6) имеет решение

$$d_1 = c_1 \exp(\lambda_1 t), \quad (7)$$

где c_1 — некоторая постоянная интегрирования.

Легко видеть, что решение $|d_1| \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \infty$, когда $c_1 \neq 0$.

Отсюда следует, что определенная функция d_1 экспоненциально возрастает (когда $c_1 \neq 0$) и ее рост определяется равенством (7).

Если же $i = 2, 3, 4$, то

$$\begin{cases} \dot{d}_2 = \lambda_2 d_2, & d_2 = c_2 \exp(\lambda_2 t), \\ \dot{d}_3 = \lambda_3 d_3, & d_3 = c_3 \exp(\lambda_3 t), \\ \dot{d}_4 = \lambda_4 d_4, & d_4 = c_4 \exp(\lambda_4 t), \end{cases}$$

где c_2, c_3, c_4 — некоторые постоянные интегрирования.

Функция d_2 экспоненциально стремится к нулю, когда $c_2 \neq 0$. Функции d_3 и d_4 описывают колебательный процесс.

Линейная форма $d_1 = \mathbf{b}_1 \mathbf{z}$ играет важную роль в задаче стабилизации и называется функцией опасности [9, 10].

Тогда, если нам удастся некоторым образом обеспечить выполнение условия ограниченности функции d_1 в окрестности коллинеарной точки либрации, т. е. выполнение неравенства

$$|d_1| \leq \delta, \quad (8)$$

где δ — достаточно малая величина, то КА будет находиться в некоторой окрестности коллинеарной точки либрации достаточно длительное время (быстрого ухода по экспоненте, по крайней мере, в линейном приближении не будет).

В случае управляемого движения КА для производной функции d_1 можем записать (в силу линеаризованной системы уравнений движения (3))

$$\dot{d}_1 = \lambda_1 d_1 + u,$$

$$\text{где } u = b_1^3 u_1 + b_1^4 u_2.$$

Откуда для обеспечения ограничения функции опасности в линейном приближении необходимо и достаточно, чтобы

$$\lambda_1 |d_1| < u_0, \quad (9)$$

$$\text{где } u_0 = |b_1^3| u_1^0 + |b_1^4| u_2^0.$$

Смысл данного неравенства заключается в том, что по значению величины d_1 можно судить о возможности стабилизации КА в окрестности коллинеарной точки либрации, поскольку при нарушении неравенства (9) (слишком большое значение функции опасности) стабилизация станет невозможной.

Проведенное исследование дает математическую базу для построения (с помощью функции опасности) не только алгоритмов стабилизации движения КА, но, например, и поиска траекторий возвращения КА в окрестность точки либрации [7].

Управления, стабилизирующие орбитальное движение КА. Предположим, что с помощью управляющего воздействия удалось добиться ограничения по модулю функции опасности (8).

Возникает вопрос: достаточно ли выполнения условия (8) для того, чтобы КА оставался в окрестности коллинеарной точки либрации. Этот вопрос в теоретическом плане представляет собой качественное исследование нелинейной системы (1) с соответствующими управлениями.

В этой работе представим результаты численного исследования, поведения траекторий движения КА с управлениями, обеспечивающими ограничение (8).

Примером таких управлений могут быть управления с компонентами [10]:

$$\begin{cases} u_1 = k_1 d_1, \\ u_2 = k_2 d_1, \end{cases}$$

при $b_1^3 k_1 + b_1^4 k_2 < -\lambda_1$, (10)

$$\begin{cases} u_1 = k \left(\frac{b_1^1}{b_1^3} (x_1 \mp 1) + y_1 \right), \\ u_2 = k \left(\frac{b_1^2}{b_1^4} x_2 + (y_2 \mp 1) \right), \end{cases}$$

при $k < -\lambda_1$, (11)

где k_1, k_2 и k — вещественные константы, удовлетворяющие неравенствам в (10) и (11).

Численные эксперименты. Приведем несколько примеров с предложенными законами управления. Проинтегрируем нелинейную систему (1) на промежутке времени, соответствующему 50 единицам (около 8 лет), с начальными данными:

$$\begin{aligned} x_1 &= 1, & y_1 &= 0,01, \\ x_2 &= 0, & y_2 &= 1, \\ x_3 &= 0, & y_3 &= 0,05. \end{aligned}$$

Выбор таких начальных данных связан с предположением, что КА, находясь в фазовом пространстве с координатами точки L_1 , получил дополнительный импульс вдоль составляющих y_1 и y_3 вектора y . На рис. 1 представлена траектория неуправляемого движения КА на промежутке времени $t \in [0,3]$, за которое наблюдается уход на расстояние порядка 2 млн. км.

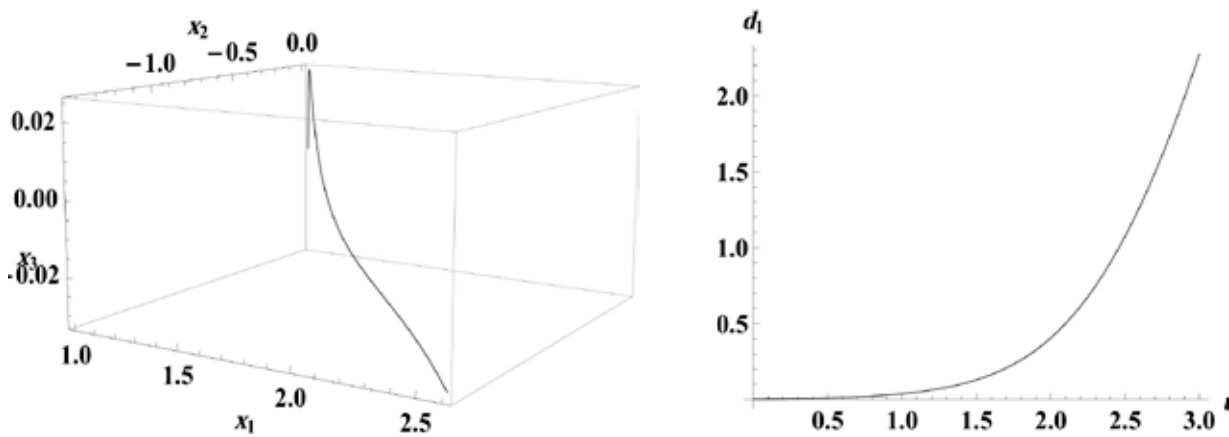


Рис 1. Траектория КА без управления (слева) и соответствующий ей график значения функции опасности (справа)

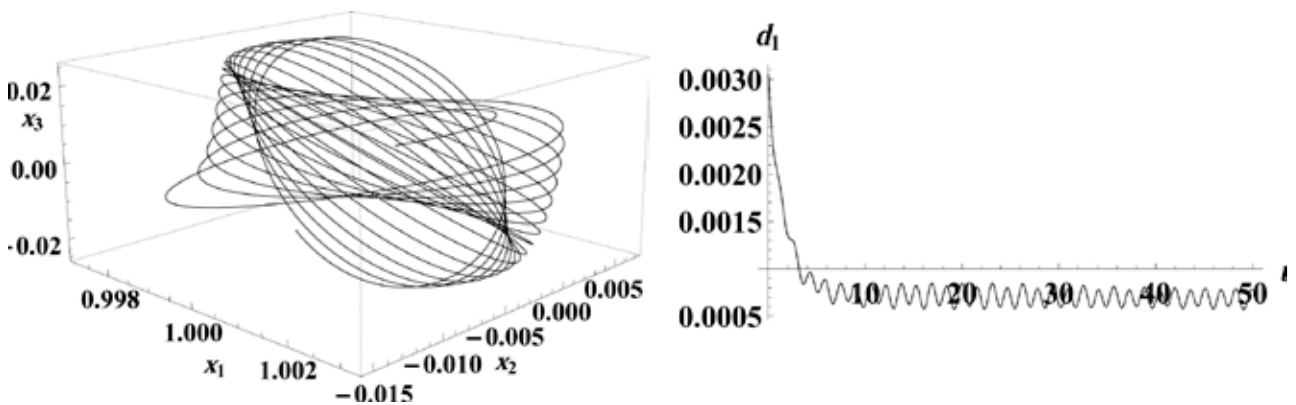


Рис 2. Траектория движения КА с управлением (10) при $k_1 = -5, k_2 = -10$ (слева) и соответствующий ей график значения функции опасности (справа)

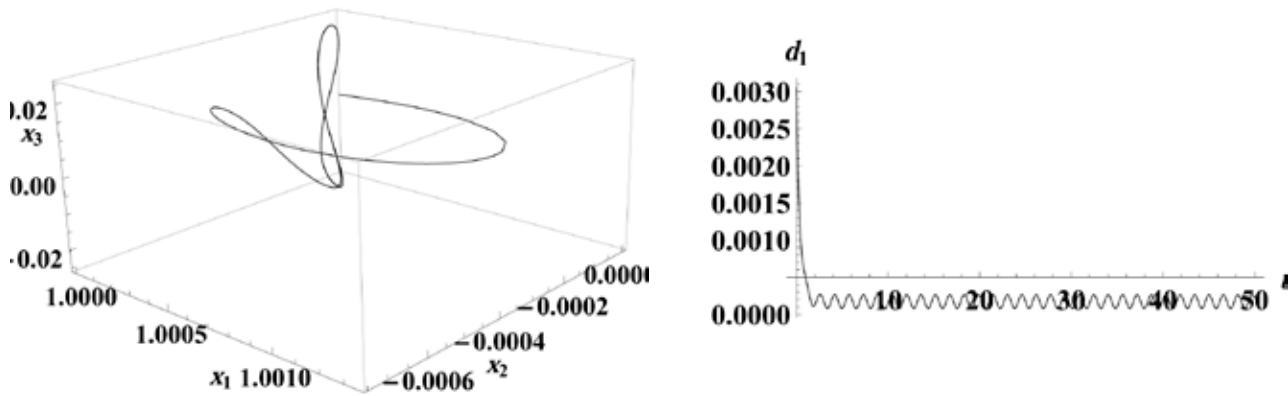


Рис 3. Траектория движения КА с управлением (11) при $k = -5$ (слева) и соответствующий ей график значения функции опасности (справа)

Заключение. Таким образом, была показана возможность стабилизации КА в окрестности коллинеарной точки либрации с помощью управляющего воздействия, которое демпфирует функцию опасности.

Необходимо отметить возможность осуществления такого рода управлений на практике, например, в случае использования таких технических систем управления как солнечный парус. Его применение становится возможным в силу того, что управляющие ускорения оказываются достаточно малыми по величине (порядка 10^{-6} м/с²).

Литература:

1. Брюно А.Д. Ограниченная задача трех тел. М.: Наука, 1990. 295 с.
2. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Наука, 1978. 312 с.
3. Hill G.W. Researches in the lunar theory // Amer. Journal of Mathematics, 1878. Vol. 1. P. 5–26, 129–147, 245–260.
4. Шмыров В.А. Стабилизация управляемого орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации L1 // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2005. Вып. 2. С. 193–199.
5. Shmyrov A., Shmyrov V. Controllable orbital motion in a neighborhood of collinear libration point // Applied Mathematical Sciences, 2014. Vol. 8, № 10. P. 487–492.
6. Шмыров А.С., Шмыров В.А. Синтез оптимального управления орбитальным движением в окрестности коллинеарной точки либрации // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 1: Математика, механика, астрономия, 2012. Вып. 4. С. 139–146.
7. Шиманчук Д.В., Шмыров А.С., Построение траектории возвращения в окрестность коллинеарной точки либрации системы Солнце — Земля // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2013. Вып. 2. С. 76–85.
8. Kulakov F., Shmyrov A., Shymanchuk D. Supervisory Remote Control of Space Robot in an Unstable Libration Point // Proceedings — 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing System: Technology and Applications 12–14 September 2013, Berlin, Germany. Berlin, 2013. Vol. 2. P. 925–928.
9. Шмыров А.С., Шмыров В.А. Об асимптотической устойчивости по отношению к части переменных орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2009. Вып. 4. 250–257.
10. Шиманчук Д.В. Моделирование орбитального управляемого движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации L1 // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2010. Вып. 3. С. 86–92.

ФИЗИКА

Моделирование температурных полей при реализации метода неразрушающего теплофизического контроля

Бородавкин Дмитрий Георгиевич, кандидат технических наук, ассистент;
 Никулин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель
 Тамбовский государственный технический университет

В случае неразрушающего контроля активными тепловыми методами, искомые теплофизические свойства (ТФС) проявляются через температурный отклик (термограмму) исследуемого объекта на тепловое воздействие, которому подвергается образец (или изделие) в специально организованном эксперименте. Реализация тепловых методов НК ТФС усложняется еще и тем, что тепловое воздействие и получение измерительной информации в ходе эксперимента возможно осуществлять только на ограниченном участке поверхности исследуемого объекта.

В методе неразрушающего контроля (НК) теплофизических свойств (ТФС) твердых материалов, измерительная схема которого представлена на рис. 1, тепловое воздействие на исследуемое тело с равномерным начальным распределением температуры осуществляется с помощью нагревателя постоянной мощности, встроенного в подложку измерительного зонда (ИЗ). В эксперименте фиксируется избыточная температура T исследуемого тела в центре нагревателя и на расстояниях r_1 и r_2 от центра [1–3].

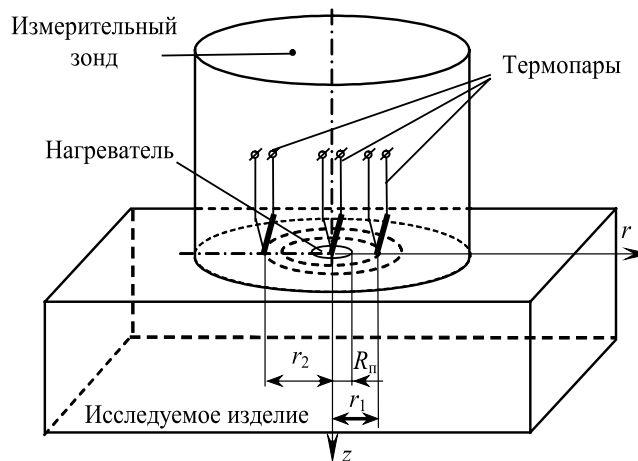


Рис. 1. Измерительная схема

Известно, что распределение температуры в исследуемом теле от плоского круглого источника тепла постоянной мощности радиусом $R_п$ при $\tau \gg 0$ близко к распределению температуры в сферическом полупространстве со сферической полостью радиусом R , через которую осуществляется заданное тепловое воздействие с тем же удельным тепловым потоком q [4, 5].

Расчетное уравнение, описывающее распределение температуры в плоскости контакта двух полуограниченных тел от сферического источника тепла, получено решением соответствующей краевой задачи и имеет вид [6]:

$$T(r, \tau) = - \left(\frac{qR^2(r-R)}{\sqrt{\pi}\sqrt{a_1}r(\lambda_1 + \lambda_2)} + \frac{qR^3(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\sqrt{\pi}r(\lambda_1 + \lambda_2)^2} \right) \frac{1}{\sqrt{\tau}} + \frac{qR^2}{(\lambda_1 + \lambda_2)r}, \quad r > R, \quad \tau > 0, \quad (1)$$

где $a_1, \lambda_1, \varepsilon_1, a_2, \lambda_2, \varepsilon_2$ — соответственно температуропроводности, теплопроводности и тепловые активности материалов исследуемого тела и подложки ИЗ; r — координата;
 τ — время.

При определении условий адекватности модели сферического полупространства реальному тепловому процессу найдено, что соотношение радиусов R и $R_{\text{пл}}$, при котором температурные поля, создаваемые сферическим поверхностным и круглым плоским нагревателями, будут идентичными, имеет вид [6]:

$$R = \frac{R_{\text{пл}}}{2}. \quad (2)$$

Решение уравнения (1), полученное для сферического источника тепла, при $r = R$ имеет вид:

$$T(R, \tau) = \frac{qR}{(\lambda_1 + \lambda_2)} - \frac{qR^2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\sqrt{\pi}(\lambda_1 + \lambda_2)^2} \frac{1}{\sqrt{\tau}}. \quad (3)$$

При исследовании температурных полей в системе измерительный зонд — изделие авторы воспользовались численным моделированием двумерных полей методом конечных элементов с помощью пакета ELCUT [7].

В качестве материала исследуемого изделия был выбран политетрафторэтилен (ПТФЭ) со следующими ТФС: теплопроводность $\lambda_1 = 0,25$ Вт/м×К; удельная теплоемкость $c_1 = 1005$ Дж/кг×К; плотность $\rho_1 = 2200$ м³/кг. Материалом подложки измерительного зонда является пенополиуретан типа Рипор: $\lambda_2 = 0,028$ Вт/м×К; $c_2 = 1270$ Дж/кг×К; $\rho_2 = 50$ кг/м³.

Моделирование проводилось при следующих условиях: время нагрева $\tau = 500$ с; удельный тепловой поток $q = 5000$ Вт/м²; радиус поверхностного сферического нагревателя $R = 0,002$ м; радиус плоского нагревателя $R_{\text{пл}} = 0,004$ м. Между телами задавался идеальный тепловой контакт. Размеры тел подбирались так, чтобы внешние границы не влияли на формирование температурного поля и соблюдались условия полуограниченности.

Температурные поля в системе двух тел с одинаковыми ТФС (ПТФЭ — ПТФЭ) при нагреве от поверхностного сферического и плоского круглого нагревателя представлены на рис. 2 и 3, соответственно.

Из рис. 2 и 3 видно, что при больших значениях времени и $r > R_{\text{пл}}$ распределение температуры от плоского круглого источника тепла постоянной мощности идентично распределению температуры от поверхностного сферического нагревателя с тем же удельным тепловым потоком.

Авторами также проведено численное моделирование тепловых систем с плоским круглым нагревателем постоянной мощности, находящимся между двух полуограниченных тел с различными ТФС (Рипор и ПТФЭ) в следующих случаях: идеальный тепловой контакт тел; идеальная теплоизоляция между телами.

На рис. 4 представлено температурное поле, полученное при следующих условиях: идеальный тепловой контакт между телами из Рипора и ПТФЭ; $\tau = 500$ с; $q = 5000$ Вт/м²; $R_{\text{пл}} = 0,004$ м.

На рис. 5 представлено температурное поле, полученное при следующих условиях: идеальная теплоизоляция между телами из Рипора и ПТФЭ; $\tau = 100$ с; $q = 5000$ Вт/м²; $R_{\text{пл}} = 0,004$ м.

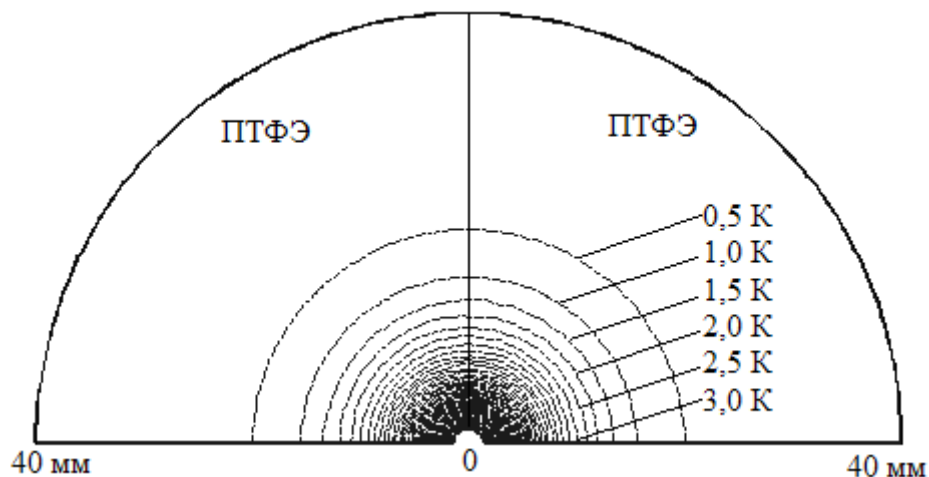


Рис. 2. Температурное поле от поверхностного сферического нагревателя постоянной мощности в системе двух тел с одинаковыми ТФС

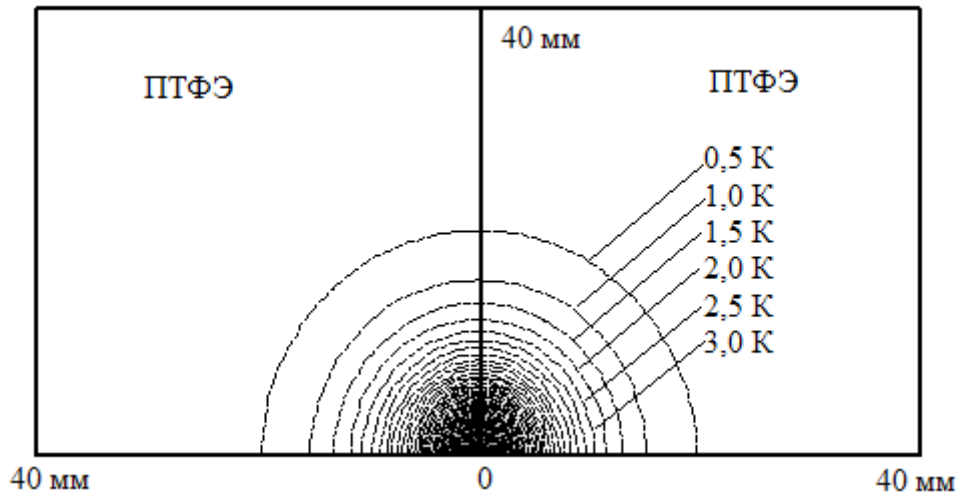


Рис. 3. Температурное поле от плоского круглого нагревателя постоянной мощности в системе двух тел с одинаковыми ТФС

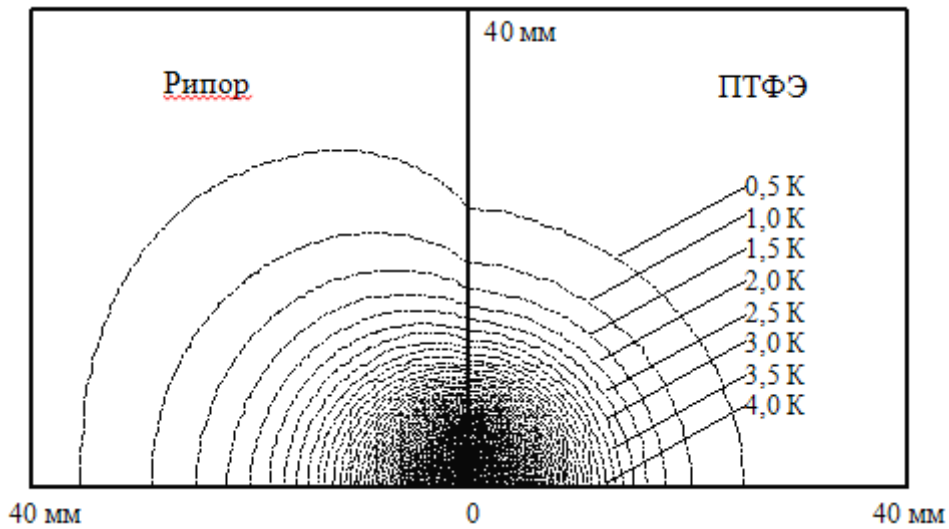


Рис. 4. Температурное поле от плоского круглого нагревателя постоянной мощности при идеальном тепловом контакте между телами с разными ТФС и $\tau = 500\text{с}$.

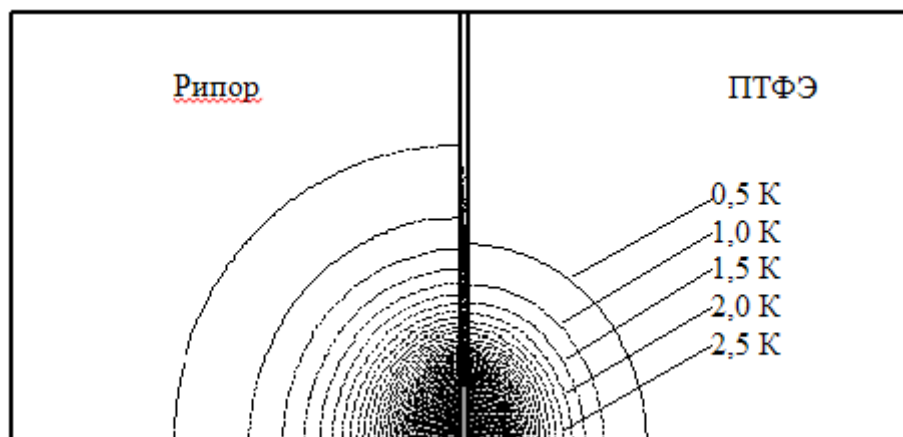


Рис. 5. Температурное поле от плоского круглого нагревателя постоянной мощности при идеальной тепловой изоляции между телами с разными ТФС и $\tau = 100\text{с}$.

Определение условий адекватности математической модели сферического полупространства реальному тепловому процессу от плоского круглого источника тепла [1], визуализация температурных полей в системе зонд — изделие позволили применить расчетные зависимости (1), (3) на рабочих участках термограмм в зондовом контактном методе неразрушающего контроля ТФС [1–3].

Реализация разработанного метода НК ТФС экспериментально осуществлялась с применением измерительной системы, схема и описание принципа работы которой детально представлены в работах [6, 8].

Литература:

1. Жуков Н. П., Майникова Н. Ф., Муромцев Ю. Л., Рогов И. В., Орлов В. В. Способ комплексного определения теплофизических свойств материалов // Патент на изобретение RUS № 216741222.02.1999.
2. Жуков Н. П., Рогов И. В., Чех А. С., Никулин С. С., Майникова Н. Ф. Способ неразрушающего определения теплофизических свойств твердых материалов // Патент на изобретение RUS № 232872517.11.2006.
3. Майникова Н. Ф. Об одном методе термического анализа для неразрушающего контроля теплофизических свойств полимеров/Н. Ф. Майникова, Ю. Л. Муромцев, И. В. Рогов, А. А. Балашов // Пластические массы. — 2001. — № 1. — С. 30–33.
4. Жуков Н. П. Моделирование процесса теплопереноса от плоского источника тепла постоянной мощности при теплофизических измерениях/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова // Инженерно-физический журнал. — 2005. — Т. 78, № 6. — С. 56–63.
5. Жуков Н. П. Многомодельный метод неразрушающего определения теплофизических свойств материалов/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, Е. В. Пудовкина // Инженерно-физический журнал. — 2012. — Т. 85, № 1. — С. 188–194.
6. Жуков Н. П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. — М.: Машиностроение-1, 2004. — 288 с.
7. ELCUT/Руководство пользователя. СПб, 2003. 231 с.
8. Жуков Н. П. Измерительно-вычислительная система неразрушающего контроля теплофизических свойств/Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова // Приборы и техника эксперимента. — 2005. — № 4. — С. 164–166.

Программирование линейного асинхронного двигателя ($Z_1 = 12$) с трехфазной обмоткой индуктора с нулевым проводом

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Кобзев Антон Валерьевич, студент;

Козлов Алексей Максимович, студент;

Бесклеткин Виктор Викторович, студент;

Бочкарев Юрий Павлович, студент;

Авдеев Александр Сергеевич, студент;

Кирыков Георгий Анатольевич, студент;

Чернов Михаил Владимирович, студент;

Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;

Иванин Александр Юрьевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является модификацией статей [1] и [2]. Магнитопроводы индуктора и подвижного элемента принимаются такими же, как и в указанных работах. Важным отличием является использование нулевого провода в обмотке индуктора, питаемого от синусоидального трехфазного напряжения. Наличие нулевого провода позволит построить корректную математическую модель системы «АИН ШИМ — ЛАД», которую представим в одной из следующих статей. Несимметрия магнитопровода вызовет несимметрию индуктивных сопротивлений фаз обмоток, индуктора и, следовательно, несимметрию токов по фазам и появлению тока в нулевом проводе. В структуре матриц произойдут существенные изменения в сравнении с [1], что будет полезным при подготовке студентов к исследовательской работе. Данная работа адресована студентам, поэтому дана без сокращений.

Запишем основные уравнения для « n »-ого участка схемы замещения.

Баланс магнитных напряжений магнитной цепи

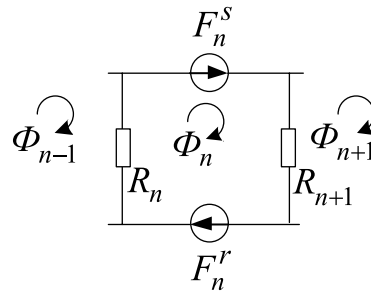


Рис. 2. Магнитная схема замещения

$\Phi_{n-1}, \Phi_n, \Phi_{n+1}$ – контурные магнитные потоки;

R_n, R_{n+1} – магнитные сопротивления воздушных участков;

$F_n^S = \omega_n^S \cdot i_n^S$ – магнитодвижущая сила, созданная статорным током i_n^S , протекающим по всем проводникам паза (ω_n^S);

$F_n^r = \omega_n^r \cdot i_n^r$ – М.Д.С. тока ротора в стержне ($\omega_n^r = 1$);

$F_n^S = 0$ – в шунтирующих зонах.

Баланс М.Д.С. для « n »-го участка имеет следующий вид:

$$F_n^S + F_n^r = \Phi_n \cdot (R_{n+1} + R_n) - \Phi_{n+1} \cdot R_{n+1} - \Phi_{n-1} \cdot R_n.$$

Отсюда ток в стержне ротора определится по следующему выражению:

$$i_n^r = -\omega_n^S \cdot i_n^S - \Phi_{n-1} \cdot R_n + \Phi_n \cdot (R_{n+1} + R_n) - \Phi_{n+1} \cdot R_{n+1}. \tag{1}$$

Уравнение баланса напряжений электрической цепи ротора

$$r^r \cdot i_n^r + L^r \cdot \frac{\partial i_n^r}{\partial t} + L^r \cdot v \cdot \frac{\partial i_n^r}{\partial x} = -\frac{\partial \Phi_n}{\partial t} - v \cdot \frac{\partial \Phi_n}{\partial x}. \tag{2}$$

Выразим производные во времени через конечные разности:

$$\frac{\partial i_n^r}{\partial t} = \frac{i_{n,k}^r - i_{n,k-1}^r}{\Delta t}; \quad \frac{\partial \Phi_n}{\partial t} = \frac{\Phi_{n,k} - \Phi_{n,k-1}}{\Delta t},$$

где n – номер зубцового деления;
 k – номер шага разбиения по времени.

В формуле (2) скорость подвижного элемента принимаем равным $v = v_{k-1}$ и в пределах « k » интервала считается постоянным.

Производные по пространственной координате « x » выразим через центральные конечные разности:

$$\frac{\partial i_{n,k}^r}{\partial x} = \frac{i_{n+1,k}^r - i_{n-1,k}^r}{2 \cdot t_z}; \quad \frac{\partial \Phi_{n,k}}{\partial x} = \frac{\Phi_{n+1,k} - \Phi_{n-1,k}}{2 \cdot t_z}.$$

С учетом вышеприведенных замечаний уравнение (2) примет следующий вид:

$$r^r \cdot i_{n,k}^r + L^r \cdot \frac{i_{n,k}^r - i_{n,k-1}^r}{\Delta t} + L^r \cdot v_{k-1} \cdot \frac{i_{n+1,k}^r - i_{n-1,k}^r}{2 \cdot t_z} = -\frac{\Phi_{n,k} - \Phi_{n,k-1}}{\Delta t} - v \cdot \frac{\Phi_{n+1,k} - \Phi_n}{2 \cdot t_z}. \tag{3}$$

Исключим из уравнения (3) токи в роторе. Для этого подставим выражение (1) в уравнение (3) и получим:

$$\underbrace{\left[\frac{\omega_n^S \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right]}_{-T} \cdot i_{n-1,k}^S + \underbrace{\left[-\omega_n^S \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) \right]}_Y \cdot i_{n,k}^S + \underbrace{\left[-\omega_n^S \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right]}_T \cdot i_{n+1,k}^S + \underbrace{\left[\frac{R_{n-1} \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right]}_{-(D, \dots, D_3)} \cdot \Phi_{n-2,k} +$$

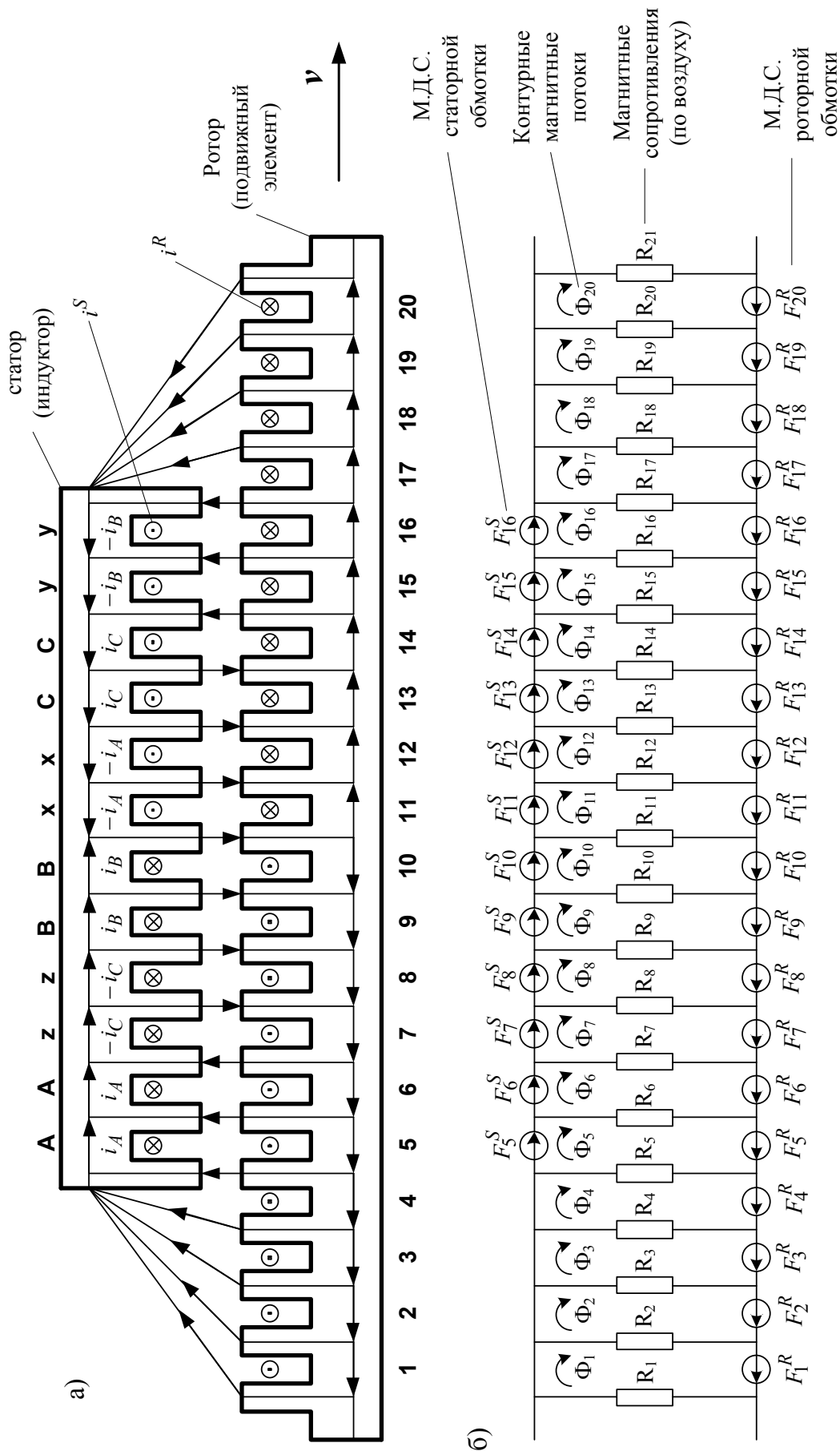


Рис. 1. а) Линейный асинхронный двигатель ($2p = 2, q = 2$), б) Магнитная схема замещения

$$\begin{aligned}
 & + \underbrace{\left[-R_n \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) - ((R_n + R_{n-1}) \cdot L^r + 1) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right]}_{E, \dots, E_7} \cdot \Phi_{n-1,k} + \\
 & + \underbrace{\left[(R_{n+1} + R_n) \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + (R_n - R_{n+1}) \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} + \frac{1}{\Delta t} \right]}_{B, \dots, B_7} \cdot \Phi_{n,k} + \\
 & + \underbrace{\left[-R_{n+1} \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + ((R_{n+2} + R_{n+1}) \cdot L^r + 1) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right]}_{C, \dots, C_7} \cdot \Phi_{n+1,k} + \underbrace{\left[-R_{n+2} \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right]}_{D, \dots, D_3} \cdot \Phi_{n+2,k} = \\
 & = \underbrace{\left(-\omega_n^s \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right)}_{W1} \cdot i_{n,k-1}^s + \underbrace{\left(-R_n \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right)}_P \cdot \Phi_{n-1,k-1} + \underbrace{\left(\frac{(R_{n+1} + R_n) \cdot L^r + 1}{\Delta t} \right)}_Q \cdot \Phi_{n,k-1} + \underbrace{\left(-R_{n+1} \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right)}_P \cdot \Phi_{n+1,k-1}. \tag{4}
 \end{aligned}$$

Это уравнение может быть реализовано при произведении матрицы **A**, элементы которой записаны в квадратных скобках, на матрицу-столбец **X**, состоящей из потоков (Φ) и токов статорной обмотки. Правая часть уравнения (4) формирует первые двадцать элементов матрицы-столбца свободных членов **S** в $(k-1)$ момент времени. Элементы 21, 22 и 23 строк матрицы **A** и соответствующие элементы s_{21} , s_{22} и s_{23} будут сформированы из баланса напряжений статорной обмотки.

Наконец, последние элементы матриц **A** и **S** определяются из баланса токов в трехфазной обмотке соединенной в звезду с нулевым проводом. Матрица-столбец **X** сформирована из первых двадцати элементов, соответствующих потокам Φ_1, \dots, Φ_{20} , а остальные – токам статорной обмотки i_A^s, i_C^s, i_B^s и i_0^s .

Общий вид матриц при числе полюсов $2p = 2$ и общем числе пазов индуктора (статора) $Z_1 = 12$ приведен на рис.3.

Введем следующие обозначения:

– Магнитные сопротивления в шунтирующих зонах:

$$R_1 = R_2 = R_{20} = R_{21} = 500 \cdot R_\delta;$$

$$R_3 = R_{19} = 50 \cdot R_\delta;$$

$$R_4 = R_{18} = 5 \cdot R_\delta.$$

– Магнитные сопротивления в индукторной зоне:

$$R_5 = R_6 = \dots = R_{17} = R_\delta.$$

– Элементы матрицы **A**, перемножаемые на потоки матрицы-столбца **X**:

$$B = 2R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + 1 / \Delta t;$$

$$B_1 = (5R_\delta + R_\delta) \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (R_\delta - 5R_\delta) \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t =$$

$$= 6R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (-4R_\delta) \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$B_2 = 55R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (-45R_\delta) \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$B_3 = 550R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (-450R_\delta) \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$B_4 = 1000R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + 1 / \Delta t;$$

$$B_5 = 550R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + 450R_\delta \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$B_6 = 55R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + 45R_\delta \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$B_7 = 6R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + 4R_\delta \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z + 1 / \Delta t;$$

$$C = -R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (2R_\delta \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_1 = -R_\delta \cdot \left(r^r + L^r / \Delta t \right) + (6R_\delta \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

Матрица А																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$																					
$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$																				
$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$	$a_{3,5}$																			
$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	$a_{4,5}$	$a_{4,6}$																			
$a_{5,3}$	$a_{5,4}$	$a_{5,5}$	$a_{5,6}$	$a_{5,7}$	$a_{5,8}$																		
$a_{6,4}$	$a_{6,5}$	$a_{6,6}$	$a_{6,7}$	$a_{6,8}$	$a_{6,9}$	$a_{6,10}$																	
$a_{7,5}$	$a_{7,6}$	$a_{7,7}$	$a_{7,8}$	$a_{7,9}$	$a_{7,10}$	$a_{7,11}$	$a_{7,12}$																
$a_{8,6}$	$a_{8,7}$	$a_{8,8}$	$a_{8,9}$	$a_{8,10}$	$a_{8,11}$	$a_{8,12}$	$a_{8,13}$	$a_{8,14}$															
$a_{9,7}$	$a_{9,8}$	$a_{9,9}$	$a_{9,10}$	$a_{9,11}$	$a_{9,12}$	$a_{9,13}$	$a_{9,14}$	$a_{9,15}$	$a_{9,16}$														
$a_{10,8}$	$a_{10,9}$	$a_{10,10}$	$a_{10,11}$	$a_{10,12}$	$a_{10,13}$	$a_{10,14}$	$a_{10,15}$	$a_{10,16}$	$a_{10,17}$	$a_{10,18}$													
$a_{11,9}$	$a_{11,10}$	$a_{11,11}$	$a_{11,12}$	$a_{11,13}$	$a_{11,14}$	$a_{11,15}$	$a_{11,16}$	$a_{11,17}$	$a_{11,18}$	$a_{11,19}$	$a_{11,20}$												
$a_{12,10}$	$a_{12,11}$	$a_{12,12}$	$a_{12,13}$	$a_{12,14}$	$a_{12,15}$	$a_{12,16}$	$a_{12,17}$	$a_{12,18}$	$a_{12,19}$	$a_{12,20}$	$a_{12,21}$	$a_{12,22}$											
$a_{13,11}$	$a_{13,12}$	$a_{13,13}$	$a_{13,14}$	$a_{13,15}$	$a_{13,16}$	$a_{13,17}$	$a_{13,18}$	$a_{13,19}$	$a_{13,20}$	$a_{13,21}$	$a_{13,22}$	$a_{13,23}$	$a_{13,24}$										
$a_{14,12}$	$a_{14,13}$	$a_{14,14}$	$a_{14,15}$	$a_{14,16}$	$a_{14,17}$	$a_{14,18}$	$a_{14,19}$	$a_{14,20}$	$a_{14,21}$	$a_{14,22}$	$a_{14,23}$	$a_{14,24}$	$a_{14,25}$	$a_{14,26}$									
$a_{15,13}$	$a_{15,14}$	$a_{15,15}$	$a_{15,16}$	$a_{15,17}$	$a_{15,18}$	$a_{15,19}$	$a_{15,20}$	$a_{15,21}$	$a_{15,22}$	$a_{15,23}$	$a_{15,24}$	$a_{15,25}$	$a_{15,26}$	$a_{15,27}$	$a_{15,28}$								
$a_{16,14}$	$a_{16,15}$	$a_{16,16}$	$a_{16,17}$	$a_{16,18}$	$a_{16,19}$	$a_{16,20}$	$a_{16,21}$	$a_{16,22}$	$a_{16,23}$	$a_{16,24}$	$a_{16,25}$	$a_{16,26}$	$a_{16,27}$	$a_{16,28}$	$a_{16,29}$	$a_{16,30}$							
$a_{17,15}$	$a_{17,16}$	$a_{17,17}$	$a_{17,18}$	$a_{17,19}$	$a_{17,20}$	$a_{17,21}$	$a_{17,22}$	$a_{17,23}$	$a_{17,24}$	$a_{17,25}$	$a_{17,26}$	$a_{17,27}$	$a_{17,28}$	$a_{17,29}$	$a_{17,30}$	$a_{17,31}$	$a_{17,32}$						
$a_{18,16}$	$a_{18,17}$	$a_{18,18}$	$a_{18,19}$	$a_{18,20}$	$a_{18,21}$	$a_{18,22}$	$a_{18,23}$	$a_{18,24}$	$a_{18,25}$	$a_{18,26}$	$a_{18,27}$	$a_{18,28}$	$a_{18,29}$	$a_{18,30}$	$a_{18,31}$	$a_{18,32}$	$a_{18,33}$	$a_{18,34}$					
$a_{19,17}$	$a_{19,18}$	$a_{19,19}$	$a_{19,20}$	$a_{19,21}$	$a_{19,22}$	$a_{19,23}$	$a_{19,24}$	$a_{19,25}$	$a_{19,26}$	$a_{19,27}$	$a_{19,28}$	$a_{19,29}$	$a_{19,30}$	$a_{19,31}$	$a_{19,32}$	$a_{19,33}$	$a_{19,34}$	$a_{19,35}$	$a_{19,36}$				
$a_{20,18}$	$a_{20,19}$	$a_{20,20}$	$a_{20,21}$	$a_{20,22}$	$a_{20,23}$	$a_{20,24}$	$a_{20,25}$	$a_{20,26}$	$a_{20,27}$	$a_{20,28}$	$a_{20,29}$	$a_{20,30}$	$a_{20,31}$	$a_{20,32}$	$a_{20,33}$	$a_{20,34}$	$a_{20,35}$	$a_{20,36}$	$a_{20,37}$	$a_{20,38}$			
$a_{21,19}$	$a_{21,20}$	$a_{21,21}$	$a_{21,22}$	$a_{21,23}$	$a_{21,24}$	$a_{21,25}$	$a_{21,26}$	$a_{21,27}$	$a_{21,28}$	$a_{21,29}$	$a_{21,30}$	$a_{21,31}$	$a_{21,32}$	$a_{21,33}$	$a_{21,34}$	$a_{21,35}$	$a_{21,36}$	$a_{21,37}$	$a_{21,38}$	$a_{21,39}$	$a_{21,40}$		
$a_{22,20}$	$a_{22,21}$	$a_{22,22}$	$a_{22,23}$	$a_{22,24}$	$a_{22,25}$	$a_{22,26}$	$a_{22,27}$	$a_{22,28}$	$a_{22,29}$	$a_{22,30}$	$a_{22,31}$	$a_{22,32}$	$a_{22,33}$	$a_{22,34}$	$a_{22,35}$	$a_{22,36}$	$a_{22,37}$	$a_{22,38}$	$a_{22,39}$	$a_{22,40}$	$a_{22,41}$	$a_{22,42}$	
$a_{23,21}$	$a_{23,22}$	$a_{23,23}$	$a_{23,24}$	$a_{23,25}$	$a_{23,26}$	$a_{23,27}$	$a_{23,28}$	$a_{23,29}$	$a_{23,30}$	$a_{23,31}$	$a_{23,32}$	$a_{23,33}$	$a_{23,34}$	$a_{23,35}$	$a_{23,36}$	$a_{23,37}$	$a_{23,38}$	$a_{23,39}$	$a_{23,40}$	$a_{23,41}$	$a_{23,42}$	$a_{23,43}$	
$a_{24,22}$	$a_{24,23}$	$a_{24,24}$	$a_{24,25}$	$a_{24,26}$	$a_{24,27}$	$a_{24,28}$	$a_{24,29}$	$a_{24,30}$	$a_{24,31}$	$a_{24,32}$	$a_{24,33}$	$a_{24,34}$	$a_{24,35}$	$a_{24,36}$	$a_{24,37}$	$a_{24,38}$	$a_{24,39}$	$a_{24,40}$	$a_{24,41}$	$a_{24,42}$	$a_{24,43}$	$a_{24,44}$	

Рис. 3. Общий вид матриц А, Х и S

$$C_2 = -5R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (55R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_3 = -50R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (550R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_4 = -500R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (1000R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_5 = -500R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (550R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_6 = -50R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (55R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$C_7 = -5R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) + (6R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E = -R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (2R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_1 = -5R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (6R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_2 = -50R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (55R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_3 = -500R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (550R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_4 = -500R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (1000R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_5 = -50R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (550R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_6 = -5R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (55R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$E_7 = -R_{\sigma} \cdot (r^r + L^r / \Delta t) - (6R_{\sigma} \cdot L^r + 1) \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$D = -R_{\sigma} \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z; \quad D_1 = 5 \cdot D; \quad D_2 = 50 \cdot D; \quad D_3 = 500 \cdot D.$$

– Элементы матрицы **A**, перемножаемые на токи матрицы **X**:

$$T = -\omega_n^s \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

$$Y = -\omega_n^s \cdot (r^r + L^r / \Delta t);$$

$$M = Y + T;$$

$$N = Y - T.$$

– Элементы матрицы-столбца свободных членов **S**:

$$W1 = -\omega_n^s \cdot L^r / \Delta t;$$

$$P = -R_{\sigma} \cdot L^r / \Delta t;$$

$$Q = (2R_{\sigma} \cdot L^r + 1) / \Delta t;$$

$$Q_1 = \frac{6R_{\sigma} \cdot L^r + 1}{\Delta t}; \quad Q_2 = \frac{55 \cdot R_{\sigma} \cdot L^r + 1}{\Delta t}; \quad Q_3 = \frac{550 \cdot R_{\sigma} \cdot L^r + 1}{\Delta t}; \quad Q_4 = \frac{1000 \cdot R_{\sigma} \cdot L^r + 1}{\Delta t}.$$

Уравнение (4) позволит определить для первых двадцати строк элементы матрицы **A** и с первый по двадцатый элементы матрицы-столбца **S**, для этого последовательно зададимся n :

$$n = 1.$$

$$\underbrace{[B_4] \cdot \Phi_{1,k}}_{a_{1,1} \cdot x_1} + \underbrace{[C_5] \cdot \Phi_{2,k}}_{a_{1,2} \cdot x_2} + \underbrace{[D_2] \cdot \Phi_{3,k}}_{a_{1,3} \cdot x_3} = \underbrace{Q_4 \cdot \Phi_{1,k-1} + P \cdot 500 \cdot \Phi_{2,k-1}}_{S_1}.$$

Запишем элементы матрицы **A**:

$$a_{1,1} = B_4; \quad a_{1,2} = C_5; \quad a_{1,3} = D_2.$$

В правой части сформирован элемент S_1 матрицы-столбца **S**:

$$S_1 = Q_4 \cdot x_{1,k-1} + P \cdot 500 \cdot x_{2,k-1}.$$

Примечание: вначале матрица **A** предстанет «пустой» и после каждой операции $n = \dots$ определятся постепенно элементы для каждой строки и только в конце всех операций матрица **A** предстанет перед читателем в том виде как она дана на рис. 3. Но эта «пустая» матрица **A** уже должна быть подготовлена. Эта «пустая» форма направляет, выступает «организующим началом» по поиску элементов в каждой строке.

При $n = 1$, как было показано выше, определились элементы первой строки. Найденные коэффициенты вписываем в матрицу **A**. В дальнейшем становится понятным алгоритм заполнения матрицы.

$n = 2$.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix} E_4 \\ a_{2,1} \end{matrix} \right]}_{a_{2,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{\left[\begin{matrix} B_5 \\ a_{2,2} \end{matrix} \right]}_{a_{2,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{\left[\begin{matrix} C_6 \\ a_{2,3} \end{matrix} \right]}_{a_{2,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{\left[\begin{matrix} D_1 \\ a_{2,4} \end{matrix} \right]}_{a_{2,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} = \underbrace{Q_3 \cdot \Phi_{2,k-1} + P \cdot (50 \cdot \Phi_{3,k-1} + 500 \cdot \Phi_{1,k-1})}_{s_2} \cdot a_{2,1} = E_4;$$

$$a_{2,2} = B_5; a_{2,3} = C_6; a_{2,4} = D_1.$$

$$s_2 = Q_3 \cdot x_{2,k-1} + P \cdot (50 \cdot x_{3,k-1} + 500 \cdot x_{1,k-1}).$$

$n = 3$.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix} -D_3 \\ a_{3,1} \end{matrix} \right]}_{a_{3,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{\left[\begin{matrix} E_5 \\ a_{3,2} \end{matrix} \right]}_{a_{3,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{\left[\begin{matrix} B_6 \\ a_{3,3} \end{matrix} \right]}_{a_{3,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{\left[\begin{matrix} C_7 \\ a_{3,4} \end{matrix} \right]}_{a_{3,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{\left[\begin{matrix} D \\ a_{3,5} \end{matrix} \right]}_{a_{3,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} =$$

$$= \underbrace{Q_2 \cdot \Phi_{3,k-1} + P \cdot (50 \cdot \Phi_{2,k-1} + 5 \cdot \Phi_{4,k-1})}_{s_3}.$$

$$a_{3,1} = -D_3; a_{3,2} = E_5; a_{3,3} = B_6; a_{3,4} = C_7; a_{3,5} = D.$$

$$s_3 = Q_2 \cdot x_{3,k-1} + P \cdot (50 \cdot x_{2,k-1} + 5 \cdot x_{4,k-1}).$$

$n = 4$.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix} T \\ a_{4,21} \end{matrix} \right]}_{a_{4,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{\left[\begin{matrix} -D_2 \\ a_{4,2} \end{matrix} \right]}_{a_{4,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{\left[\begin{matrix} E_6 \\ a_{4,3} \end{matrix} \right]}_{a_{4,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{\left[\begin{matrix} B_7 \\ a_{4,4} \end{matrix} \right]}_{a_{4,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{\left[\begin{matrix} C \\ a_{4,5} \end{matrix} \right]}_{a_{4,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{\left[\begin{matrix} D \\ a_{4,6} \end{matrix} \right]}_{a_{4,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} =$$

$$= \underbrace{Q_1 \cdot \Phi_{4,k-1} + P \cdot (5 \cdot \Phi_{3,k-1} + \Phi_{5,k-1})}_{s_4}.$$

$$a_{4,2} = -D_2; a_{4,3} = E_6; a_{4,4} = B_7; a_{4,5} = C; a_{4,6} = D; a_{4,21} = T.$$

$$s_4 = Q_1 \cdot x_{4,k-1} + P \cdot (5 \cdot x_{3,k-1} + x_{5,k-1}).$$

Примечание: при подстановке в уравнение (4) $n = 5$, мы увидим в соответствии с рис. 1, что войдет ток i_C^S с отрицательным знаком, в то же время в матрице-столбце **X** нет знака «-», поэтому его необходимо учесть в соответствующем элементе матрицы **A**.

Аналогично для других фаз, в концах обмоток x, y, z условно принимаем знак «-» и этот знак вводим в соответствующие элементы матрицы **A**.

$n = 5$.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix} Y + T \\ a_{5,21} \end{matrix} \right]}_{a_{5,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{\left[\begin{matrix} -D_1 \\ a_{5,3} \end{matrix} \right]}_{a_{5,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{\left[\begin{matrix} E_7 \\ a_{5,4} \end{matrix} \right]}_{a_{5,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{\left[\begin{matrix} B \\ a_{5,5} \end{matrix} \right]}_{a_{5,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{\left[\begin{matrix} C \\ a_{5,6} \end{matrix} \right]}_{a_{5,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{\left[\begin{matrix} D \\ a_{5,7} \end{matrix} \right]}_{a_{5,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} =$$

$$= \underbrace{W1 \cdot i_{A,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{5,k-1} + P \cdot (\Phi_{4,k-1} + \Phi_{6,k-1})}_{s_5}.$$

$$a_{5,3} = -D_1; a_{5,4} = E_7; a_{5,5} = B; a_{5,6} = C; a_{5,7} = D; a_{5,21} = Y + T.$$

$$s_5 = W1 \cdot x_{21,k-1} + Q \cdot x_{5,k-1} + P \cdot (x_{4,k-1} + x_{6,k-1}).$$

$n = 6$.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix} -T + Y \\ a_{6,21} \end{matrix} \right]}_{a_{6,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{\left[\begin{matrix} T \cdot (-1) \\ a_{6,22} \end{matrix} \right]}_{a_{6,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{\left[\begin{matrix} -D \\ a_{6,4} \end{matrix} \right]}_{a_{6,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{\left[\begin{matrix} E \\ a_{6,5} \end{matrix} \right]}_{a_{6,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{\left[\begin{matrix} B \\ a_{6,6} \end{matrix} \right]}_{a_{6,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} +$$

$$+ \underbrace{\left[\underbrace{[C]}_{a_{6,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[D]}_{a_{6,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} \right]}_{S_6} = W1 \cdot i_{A,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{6,k-1} + P \cdot (\Phi_{5,k-1} + \Phi_{7,k-1}).$$

$$a_{6,4} = -D; a_{6,5} = E; a_{6,6} = B; a_{6,7} = C; a_{6,8} = D; a_{6,21} = -T + Y = Y - T;$$

$$a_{6,22} = T \cdot (-1) = -T.$$

$$s_6 = W1 \cdot x_{21,k-1} + Q \cdot x_{6,k-1} + P \cdot (x_{5,k-1} + x_{7,k-1}).$$

$n = 7.$

$$\underbrace{[-T]}_{a_{7,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[(Y+T) \cdot (-1)]}_{a_{7,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[-D]}_{a_{7,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[E]}_{a_{7,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[B]}_{a_{7,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[C]}_{a_{7,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[D]}_{a_{7,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{C,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{7,k-1} + P \cdot (\Phi_{6,k-1} + \Phi_{8,k-1})}_{S_7}.$$

$$a_{7,5} = -D; a_{7,6} = E; a_{7,7} = B; a_{7,8} = C; a_{7,9} = D; a_{7,21} = -T;$$

$$a_{7,22} = (Y+T) \cdot (-1) = -(Y+T).$$

$$s_7 = W1 \cdot (-1) \cdot x_{22,k-1} + Q \cdot x_{7,k-1} + P \cdot (x_{6,k-1} + x_{8,k-1}).$$

$n = 8.$

$$\underbrace{[(-T+Y) \cdot (-1)]}_{a_{8,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[T]}_{a_{8,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{8,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[E]}_{a_{8,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[B]}_{a_{8,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[C]}_{a_{8,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[D]}_{a_{8,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{C,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{8,k-1} + P \cdot (\Phi_{7,k-1} + \Phi_{9,k-1})}_{S_8}.$$

$$a_{8,6} = -D; a_{8,7} = E; a_{8,8} = B; a_{8,9} = C; a_{8,10} = D;$$

$$a_{8,22} = (-T+Y) \cdot (-1) = -(Y-T); a_{8,23} = T.$$

$$s_8 = W1 \cdot (-1) \cdot x_{22,k-1} + Q \cdot x_{8,k-1} + P \cdot (x_{7,k-1} + x_{9,k-1}).$$

$n = 9.$

$$\underbrace{[-T \cdot (-1)]}_{a_{9,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[Y+T]}_{a_{9,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{9,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[E]}_{a_{9,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[B]}_{a_{9,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[C]}_{a_{9,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[D]}_{a_{9,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} = \underbrace{W1 \cdot i_{B,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{9,k-1} + P \cdot (\Phi_{8,k-1} + \Phi_{10,k-1})}_{S_9}.$$

$$a_{9,7} = -D; a_{9,8} = E; a_{9,9} = B; a_{9,10} = C; a_{9,11} = D; a_{9,22} = -T \cdot (-1) = T;$$

$$a_{9,23} = Y+T.$$

$$s_9 = W1 \cdot x_{23,k-1} + Q \cdot x_{9,k-1} + P \cdot (x_{8,k-1} + x_{10,k-1}).$$

$n = 10.$

$$\underbrace{[-T+Y]}_{a_{10,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[T \cdot (-1)]}_{a_{10,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[-D]}_{a_{10,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[E]}_{a_{10,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[B]}_{a_{10,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[C]}_{a_{10,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[D]}_{a_{10,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} = \underbrace{W1 \cdot i_{B,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{10,k-1} + P \cdot (\Phi_{9,k-1} + \Phi_{11,k-1})}_{S_{10}}.$$

$$a_{10,8} = -D; a_{10,9} = E; a_{10,10} = B; a_{10,11} = C; a_{10,12} = D; a_{10,23} = -T+Y = Y-T;$$

$$a_{10,21} = T \cdot (-1) = -T.$$

$$s_{10} = W1 \cdot x_{23,k-1} + Q \cdot x_{10,k-1} + P \cdot (x_{9,k-1} + x_{11,k-1}).$$

$$n = 11.$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T]}_{a_{11,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[(Y+T) \cdot (-1)]}_{a_{11,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[-D]}_{a_{11,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[E]}_{a_{11,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[B]}_{a_{11,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[C]}_{a_{11,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \\ & + \underbrace{[D]}_{a_{11,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{A,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{11,k-1} + P \cdot (\Phi_{10,k-1} + \Phi_{12,k-1})}_{s_{11}}. \end{aligned}$$

$$a_{11,9} = -D; a_{11,10} = E; a_{11,11} = B; a_{11,12} = C; a_{11,13} = D; a_{11,23} = -T;$$

$$a_{11,21} = (Y+T) \cdot (-1) = -(Y+T).$$

$$s_{11} = W1 \cdot (-1) \cdot x_{21,k-1} + Q \cdot x_{11,k-1} + P \cdot (x_{10,k-1} + x_{12,k-1}).$$

$$n = 12.$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[(-T+Y) \cdot (-1)]}_{a_{12,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[T]}_{a_{12,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[-D]}_{a_{12,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[E]}_{a_{12,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[B]}_{a_{12,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[C]}_{a_{12,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} + \\ & + \underbrace{[D]}_{a_{12,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{A,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{12,k-1} + P \cdot (\Phi_{11,k-1} + \Phi_{13,k-1})}_{s_{12}}. \end{aligned}$$

$$a_{12,10} = -D; a_{12,11} = E; a_{12,12} = B; a_{12,13} = C; a_{12,14} = D; a_{12,21} = (-T+Y) \cdot (-1) = -(Y-T);$$

$$a_{12,22} = T.$$

$$s_{12} = W1 \cdot (-1) \cdot x_{21,k-1} + Q \cdot x_{12,k-1} + P \cdot (x_{11,k-1} + x_{13,k-1}).$$

$$n = 13.$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T \cdot (-1)]}_{a_{13,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[Y+T]}_{a_{13,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[-D]}_{a_{13,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[E]}_{a_{13,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[B]}_{a_{13,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} + \underbrace{[C]}_{a_{13,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} + \\ & + \underbrace{[D]}_{a_{13,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} = \underbrace{W1 \cdot i_{C,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{13,k-1} + P \cdot (\Phi_{12,k-1} + \Phi_{14,k-1})}_{s_{13}}. \end{aligned}$$

$$a_{13,11} = -D; a_{13,12} = E; a_{13,13} = B; a_{13,14} = C; a_{13,15} = D; a_{13,21} = -T \cdot (-1) = T;$$

$$a_{13,22} = Y+T.$$

$$s_{13} = W1 \cdot x_{22,k-1} + Q \cdot x_{13,k-1} + P \cdot (x_{12,k-1} + x_{14,k-1}).$$

$$n = 14.$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T+Y]}_{a_{14,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[T \cdot (-1)]}_{a_{14,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{14,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[E]}_{a_{14,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} + \underbrace{[B]}_{a_{14,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} + \underbrace{[C]}_{a_{14,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} + \\ & + \underbrace{[D]}_{a_{14,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} = \underbrace{W1 \cdot i_{C,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{14,k-1} + P \cdot (\Phi_{13,k-1} + \Phi_{15,k-1})}_{s_{14}}. \end{aligned}$$

$$a_{14,12} = -D; a_{14,13} = E; a_{14,14} = B; a_{14,15} = C; a_{14,16} = D; a_{14,22} = -T+Y = Y-T;$$

$$a_{14,23} = T \cdot (-1) = -T.$$

$$s_{14} = W1 \cdot x_{22,k-1} + Q \cdot x_{14,k-1} + P \cdot (x_{13,k-1} + x_{15,k-1}).$$

$n = 15.$

$$\underbrace{[-T]}_{a_{15,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[(Y+T) \cdot (-1)]}_{a_{15,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{15,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} + \underbrace{[E]}_{a_{15,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} + \underbrace{[B]}_{a_{15,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} + \underbrace{[C]}_{a_{15,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} + \underbrace{[D]}_{a_{15,17}} \cdot \underbrace{\Phi_{17,k}}_{x_{17}} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{B,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{15,k-1} + P \cdot (\Phi_{14,k-1} + \Phi_{16,k-1})}_{S_{15}}.$$

$$a_{15,13} = -D; a_{15,14} = E; a_{15,15} = B; a_{15,16} = C; a_{15,17} = D; a_{15,22} = -T;$$

$$a_{15,23} = (Y+T) \cdot (-1) = -(Y+T).$$

$$s_{15} = W1 \cdot (-1) \cdot x_{23,k-1} + Q \cdot x_{15,k-1} + P \cdot (x_{14,k-1} + x_{16,k-1}).$$

$n = 16.$

$$\underbrace{[(-T+Y) \cdot (-1)]}_{a_{16,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{16,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} + \underbrace{[E]}_{a_{16,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} + \underbrace{[B]}_{a_{16,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} + \underbrace{[C_1]}_{a_{16,17}} \cdot \underbrace{\Phi_{17,k}}_{x_{17}} + \underbrace{[D_1]}_{a_{16,18}} \cdot \underbrace{\Phi_{18,k}}_{x_{18}} = \underbrace{W1 \cdot (-1) \cdot i_{B,k-1}^s + Q \cdot \Phi_{16,k-1} + P \cdot (\Phi_{15,k-1} + \Phi_{17,k-1})}_{S_{16}}.$$

$$a_{16,14} = -D; a_{16,15} = E; a_{16,16} = B; a_{16,17} = C_1; a_{16,18} = D_1;$$

$$a_{16,23} = (-T+Y) \cdot (-1) = -(Y-T).$$

$$s_{16} = W1 \cdot (-1) \cdot x_{23,k-1} + Q \cdot x_{16,k-1} + P \cdot (x_{15,k-1} + x_{17,k-1}).$$

$n = 17.$

$$\underbrace{[-T \cdot (-1)]}_{a_{17,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[-D]}_{a_{17,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} + \underbrace{[E]}_{a_{17,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} + \underbrace{[B_1]}_{a_{17,17}} \cdot \underbrace{\Phi_{17,k}}_{x_{17}} + \underbrace{[C_2]}_{a_{17,18}} \cdot \underbrace{\Phi_{18,k}}_{x_{18}} + \underbrace{[D_2]}_{a_{17,19}} \cdot \underbrace{\Phi_{19,k}}_{x_{19}} = \underbrace{Q_1 \cdot \Phi_{17,k-1} + P \cdot (\Phi_{16,k-1} + 5 \cdot \Phi_{18,k-1})}_{S_{17}}.$$

$$a_{17,15} = -D; a_{17,16} = E; a_{17,17} = B_1; a_{17,18} = C_2; a_{17,19} = D_2; a_{17,23} = -T \cdot (-1) = T.$$

$$s_{17} = Q_1 \cdot x_{17,k-1} + P \cdot (x_{16,k-1} + 5 \cdot x_{18,k-1}).$$

$n = 18.$

$$\underbrace{[-D]}_{a_{18,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} + \underbrace{[E_1]}_{a_{18,17}} \cdot \underbrace{\Phi_{17,k}}_{x_{17}} + \underbrace{[B_2]}_{a_{18,18}} \cdot \underbrace{\Phi_{18,k}}_{x_{18}} + \underbrace{[C_3]}_{a_{18,19}} \cdot \underbrace{\Phi_{19,k}}_{x_{19}} + \underbrace{[D_3]}_{a_{18,20}} \cdot \underbrace{\Phi_{20,k}}_{x_{20}} = \underbrace{Q_2 \cdot \Phi_{18,k-1} + P \cdot (5 \cdot \Phi_{17,k-1} + 50 \cdot \Phi_{19,k-1})}_{S_{18}}.$$

$$a_{18,16} = -D; a_{18,17} = E_1; a_{18,18} = B_2; a_{18,19} = C_3; a_{18,20} = D_3.$$

$$s_{18} = Q_2 \cdot x_{18,k-1} + P \cdot (5 \cdot x_{17,k-1} + 50 \cdot x_{19,k-1}).$$

$n = 19.$

$$\underbrace{[-D_1]}_{a_{19,17}} \cdot \underbrace{\Phi_{17,k}}_{x_{17}} + \underbrace{[E_2]}_{a_{19,18}} \cdot \underbrace{\Phi_{18,k}}_{x_{18}} + \underbrace{[B_3]}_{a_{19,19}} \cdot \underbrace{\Phi_{19,k}}_{x_{19}} + \underbrace{[C_4]}_{a_{19,20}} \cdot \underbrace{\Phi_{20,k}}_{x_{20}} = \underbrace{Q_3 \cdot \Phi_{19,k-1} + P \cdot (50 \cdot \Phi_{18,k-1} + 500 \cdot \Phi_{20,k-1})}_{S_{19}}.$$

$$a_{19,17} = -D_1; a_{19,18} = E_2; a_{19,19} = B_3; a_{19,20} = C_4.$$

$$s_{19} = Q_3 \cdot x_{19,k-1} + P \cdot (50 \cdot x_{18,k-1} + 500 \cdot x_{20,k-1}).$$

$n = 20$.

$$\underbrace{\left[\frac{-D_2}{a_{20,18}} \cdot \Phi_{18,k} \right]}_{x_{18}} + \underbrace{\left[\frac{E_3}{a_{20,19}} \cdot \Phi_{19,k} \right]}_{x_{19}} + \underbrace{\left[\frac{B_4}{a_{20,20}} \cdot \Phi_{20,k} \right]}_{x_{20}} = \underbrace{Q_4 \cdot \Phi_{20,k-1} + P \cdot 500 \cdot \Phi_{19,k-1}}_{S_{20}}$$

$$a_{20,18} = -D_2; a_{20,19} = E_3; a_{20,20} = B_4.$$

$$s_{20} = Q_4 \cdot x_{20,k-1} + P \cdot 500 \cdot x_{19,k-1}.$$

Элементы строк 21 и 22 и 23 матрицы **A** и соответствующие элементы матрицы-столбца **S** определяются из баланса электрических напряжений обмоток статора.

$$\begin{cases} U_A = \omega_n^s \cdot \frac{d}{dt} \cdot (\Phi_5 + \Phi_6 - \Phi_{11} - \Phi_{12}) + r^s \cdot i_A^s + L_A^s \cdot \frac{di_A^s}{dt}; \\ U_B = \omega_n^s \cdot \frac{d}{dt} \cdot (\Phi_9 + \Phi_{10} - \Phi_{15} - \Phi_{16}) + r^s \cdot i_B^s + L_B^s \cdot \frac{di_B^s}{dt}; \\ U_C = \omega_n^s \cdot \frac{d}{dt} \cdot (\Phi_{13} + \Phi_{14} - \Phi_7 - \Phi_8) + r^s \cdot i_C^s + L_C^s \cdot \frac{di_C^s}{dt}, \end{cases} \quad (5)$$

где $U_A = U_M \cdot \cos \omega t$;

$$U_B = U_M \cdot \cos(\omega t - 2\pi / 3); \quad (6)$$

$$U_C = U_M \cdot \cos(\omega t - 4\pi / 3).$$

С учетом шага по времени Δt в k -ый момент времени:

$$\begin{cases} U_{A,k} = U_M \cdot \cos[\omega \cdot (k-1) \cdot \Delta t]; \\ U_{B,k} = U_M \cdot \cos[\omega \cdot (k-1) \cdot \Delta t - 2\pi / 3]; \\ U_{C,k} = U_M \cdot \cos[\omega \cdot (k-1) \cdot \Delta t - 4\pi / 3]. \end{cases} \quad (7)$$

$n = 21$.

Выразим производные тока i_A^s , потоков Φ_5 , Φ_6 , Φ_{11} и Φ_{12} через конечные разности:

$$\frac{di_A^s}{dt} = \frac{i_{A,k}^s - i_{A,k-1}^s}{\Delta t}; \quad \frac{d\Phi_5}{dt} = \frac{\Phi_{5,k} - \Phi_{5,k-1}}{\Delta t}; \quad \frac{d\Phi_6}{dt} = \frac{\Phi_{6,k} - \Phi_{6,k-1}}{\Delta t};$$

$$\frac{d\Phi_{11}}{dt} = \frac{\Phi_{11,k} - \Phi_{11,k-1}}{\Delta t}; \quad \frac{d\Phi_{12}}{dt} = \frac{\Phi_{12,k} - \Phi_{12,k-1}}{\Delta t}.$$

$$U_{A,k} = \left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{5,k} + \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{6,k} - \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{11,k} - \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{12,k} \right] -$$

$$- \left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{5,k-1} + \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{6,k-1} - \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{11,k-1} - \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{12,k-1} \right] + \left(r^s \cdot i_{A,k}^s + \frac{L_A^s}{\Delta t} \cdot i_{A,k}^s \right) - \frac{L_A^s}{\Delta t} \cdot i_{A,k-1}^s.$$

$$\left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{5,k} \right]_{a_{21,5}} + \left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{6,k} \right]_{a_{21,6}} + \left[-\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{11,k} \right]_{a_{21,11}} + \left[-\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{12,k} \right]_{a_{21,12}} + \left[r^s + \frac{L_A^s}{\Delta t} \right]_{a_{21,21}} \cdot i_{A,k}^s =$$

$$= \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \underbrace{(\Phi_{5,k-1} + \Phi_{6,k-1} - \Phi_{11,k-1} - \Phi_{12,k-1})}_{S_{21}} + \frac{L_A^s}{\Delta t} \cdot i_{A,k-1}^s + U_{A,k}.$$

Обозначим $\frac{\omega_n^s}{\Delta t} = U$; $r^s + \frac{L_A^s}{\Delta t} = A_S$;

$$a_{21,5} = U; a_{21,6} = U; a_{21,11} = -U; a_{21,12} = -U; a_{21,21} = A_S;$$

$$s_{21} = \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot (x_{5,k-1} + x_{6,k-1} - x_{11,k-1} - x_{12,k-1}) + \frac{L_A^s}{\Delta t} \cdot x_{21,k-1} + U_{A,k}.$$

Аналогично для строк 22 и 23:

$n = 22.$

$$\underbrace{[U]}_{a_{22,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[U]}_{a_{22,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[-U]}_{a_{22,15}} \cdot \underbrace{\Phi_{15,k}}_{x_{15}} + \underbrace{[-U]}_{a_{22,16}} \cdot \underbrace{\Phi_{16,k}}_{x_{16}} + \underbrace{\left[r^s + \frac{L_B^s}{\Delta t} \right]}_{a_{22,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} =$$

$$= U \cdot \underbrace{(\Phi_{9,k-1} + \Phi_{10,k-1} - \Phi_{15,k-1} - \Phi_{16,k-1})}_{s_{22}} + \frac{L_B^s}{\Delta t} \cdot i_{B,k-1}^s + U_{B,k}.$$

$$a_{22,9} = U; \quad a_{22,10} = U; \quad a_{22,15} = -U; \quad a_{22,16} = -U; \quad a_{22,23} = B_S;$$

$$s_{22} = \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot (x_{9,k-1} + x_{10,k-1} - x_{15,k-1} - x_{16,k-1}) + \frac{L_B^s}{\Delta t} \cdot x_{23,k-1} + U_{B,k}.$$

$n = 23.$

$$\underbrace{[U]}_{a_{23,13}} \cdot \underbrace{\Phi_{13,k}}_{x_{13}} + \underbrace{[U]}_{a_{23,14}} \cdot \underbrace{\Phi_{14,k}}_{x_{14}} + \underbrace{[-U]}_{a_{23,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[-U]}_{a_{23,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{\left[r^s + \frac{L_C^s}{\Delta t} \right]}_{a_{23,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} =$$

$$= U \cdot \underbrace{(\Phi_{13,k-1} + \Phi_{14,k-1} - \Phi_{7,k-1} - \Phi_{8,k-1})}_{s_{23}} + \frac{L_C^s}{\Delta t} \cdot i_{C,k-1}^s + U_{C,k}.$$

$$a_{23,13} = U; \quad a_{23,14} = U; \quad a_{23,7} = -U; \quad a_{23,8} = -U; \quad a_{23,22} = C_S;$$

$$s_{23} = \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot (x_{13,k-1} + x_{14,k-1} - x_{7,k-1} - x_{8,k-1}) + \frac{L_C^s}{\Delta t} \cdot x_{22,k-1} + U_{C,k}.$$

$n = 24.$

Наконец, сумма токов определяет элементы двадцать четвертой строки матрицы **A** и элемент s_{24} матрицы-столбца **S**.

$$\underbrace{[1]}_{a_{24,21}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[1]}_{a_{24,23}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{23}} + \underbrace{[1]}_{a_{24,22}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{22}} + \underbrace{[-1]}_{a_{24,24}} \cdot \underbrace{i_{0,k}^s}_{x_{24}} = \underbrace{0}_{s_{24}}.$$

Окончательно, матрица **A** примет следующий вид, удобный для программирования в MATLAB (рис.4):

Неизвестные переменные (потоки и токи в статорной обмотке) в k -й момент времени определяются в результате следующей операции с матрицами:

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{S},$$

Далее, подставляя в уравнение (1) $n = 1...20$, определяем токи в роторе:

$$i_1^r = 1000 \cdot R_\delta \cdot \underbrace{\Phi_1}_{x_1} - R_\delta \cdot (0 + 500 \cdot \underbrace{\Phi_2}_{x_2});$$

$$i_2^r = 550 \cdot R_\delta \cdot x_2 - R_\delta \cdot (500 \cdot x_1 + 50 \cdot x_3);$$

$$i_3^r = 55 \cdot R_\delta \cdot x_3 - R_\delta \cdot (50 \cdot x_2 + 5 \cdot x_4);$$

$$i_4^r = 6 \cdot R_\delta \cdot x_4 - R_\delta \cdot (5 \cdot x_3 + x_5);$$

$$i_5^r = -\omega_n^s \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{21}} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_5 - R_\delta \cdot (x_4 + x_6);$$

$$i_6^r = -\omega_n^s \cdot x_{21} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_6 - R_\delta \cdot (x_5 + x_7);$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	B ₄	C ₅	D ₂																						
2	E ₄	B ₅	C ₆	D ₁																					
3	-D ₃	E ₅	B ₆	C ₇	D																				
4		-D ₂	E ₆	B ₇	C	D																T			
5			-D ₁	E ₇	B	C	D															M			
6				-D	E	B	C	D														N	-T		
7					-D	E	B	C	D													-T	-M		
8						-D	E	B	C	D													-N	T	
9							-D	E	B	C	D												T	M	
10								-D	E	B	C	D											-T	N	
11									-D	E	B	C	D										-M	-T	
12										-D	E	B	C	D									-N	T	
13											-D	E	B	C	D								T	M	
14												-D	E	B	C	D							N	-T	
15													-D	E	B	C	D						-T	-M	
16														-D	E	B	C ₁	D ₁						-N	
17															-D	E	B ₁	C ₂	D ₂				T		
18																-D	E ₁	B ₂	C ₃	D ₃					
19																	-D ₁	E ₂	B ₃	C ₄					
20																		-D ₂	E ₃	B ₄					
21					U	U					-U	-U										A _S			
22								U	U					-U	-U									B _S	
23							-U	-U					U	U									C _S		
24																									1 1 1 -1

Рис. 4

$$i_7^r = -\omega_n^s \cdot \underbrace{(-1) \cdot x_{22}}_{-i_c} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_7 - R_\delta \cdot (x_6 + x_8);$$

$$i_8^r = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{22} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_8 - R_\delta \cdot (x_7 + x_9);$$

$$i_9^r = -\omega_n^s \cdot x_{23} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_9 - R_\delta \cdot (x_8 + x_{10});$$

$$i_{10}^r = -\omega_n^s \cdot x_{23} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{10} - R_\delta \cdot (x_9 + x_{11});$$

$$i_{11}^r = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{21} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{11} - R_\delta \cdot (x_{10} + x_{12});$$

$$i_{12}^r = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{21} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{12} - R_\delta \cdot (x_{11} + x_{13});$$

$$i_{13}^r = -\omega_n^s \cdot x_{22} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{13} - R_\delta \cdot (x_{12} + x_{14});$$

$$i_{14}^r = -\omega_n^s \cdot x_{22} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{14} - R_\delta \cdot (x_{13} + x_{15});$$

$$i_{15}^r = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{23} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{15} - R_\delta \cdot (x_{14} + x_{16});$$

$$i_{16}^r = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{23} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{16} - R_\delta \cdot (x_{15} + x_{17});$$

$$i_{17}^r = 6 \cdot R_\delta \cdot x_{17} - R_\delta \cdot (x_{16} + 5 \cdot x_{18});$$

$$i_{18}^r = 55 \cdot R_\delta \cdot x_{18} - R_\delta \cdot (5 \cdot x_{17} + 50 \cdot x_{19});$$

$$i_{19}^r = 550 \cdot R_\delta \cdot x_{19} - R_\delta \cdot (50 \cdot x_{18} + 500 \cdot x_{20});$$

$$i_{20}^r = 1000 \cdot R_\delta \cdot x_{20} - R_\delta \cdot (500 \cdot x_{19} + 0).$$

Электромагнитные усилия на зубцовом делении определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{x_2 - x_1}{2t_z} \cdot i_1^r; & F_2 &= \frac{x_3 - x_1}{2t_z} \cdot i_2^r; & F_3 &= \frac{x_4 - x_2}{2t_z} \cdot i_3^r; & F_4 &= \frac{x_5 - x_3}{2t_z} \cdot i_4^r; \\
 F_5 &= \frac{x_6 - x_4}{2t_z} \cdot i_5^r; & F_6 &= \frac{x_7 - x_5}{2t_z} \cdot i_6^r; & F_7 &= \frac{x_8 - x_6}{2t_z} \cdot i_7^r; & F_8 &= \frac{x_9 - x_7}{2t_z} \cdot i_8^r; \\
 F_9 &= \frac{x_{10} - x_8}{2t_z} \cdot i_9^r; & F_{10} &= \frac{x_{11} - x_9}{2t_z} \cdot i_{10}^r; & F_{11} &= \frac{x_{12} - x_{10}}{2t_z} \cdot i_{11}^r; & F_{12} &= \frac{x_{13} - x_{11}}{2t_z} \cdot i_{12}^r; \\
 F_{13} &= \frac{x_{14} - x_{12}}{2t_z} \cdot i_{13}^r; & F_{14} &= \frac{x_{15} - x_{13}}{2t_z} \cdot i_{14}^r; & F_{15} &= \frac{x_{16} - x_{14}}{2t_z} \cdot i_{15}^r; & F_{16} &= \frac{x_{17} - x_{15}}{2t_z} \cdot i_{16}^r; \\
 F_{17} &= \frac{x_{18} - x_{16}}{2t_z} \cdot i_{17}^r; & F_{18} &= \frac{x_{19} - x_{17}}{2t_z} \cdot i_{18}^r; & F_{19} &= \frac{x_{20} - x_{18}}{2t_z} \cdot i_{19}^r; & F_{20} &= \frac{-x_{19}}{2t_z} \cdot i_{20}^r.
 \end{aligned}$$

Суммарное усилие: $F_{\Sigma} = \sum_{n=1}^{20} F_n$.

Скорость в k -й момент времени: $v_k = v_{k-1} + \frac{F_{\Sigma}}{m} \cdot \Delta t$.

Произведем построение математической модели асинхронного двигателя методом Гаусса-Жордана с использованием языка программирования MATLAB. Ниже приведен пример кода.

```

% Математическая модель ЛАД с трехфазной обмоткой индуктора с нулевым
% проводом Z=12
function lad_z12_zero
% Исходные данные асинхронного двигателя
Rb=0.1003*10^7;
rs=9.5;
LsA=0.037;
LsB=0.038;
LsC=0.035;
rr=4.6345*10^-5;
Lr=0.0372*10^-5;
dt=0.001;
As=rs+LsA/dt;
Bs=rs+LsB/dt;
Cs=rs+LsC/dt;
tz=9.769*10^-3;
m=1.9;
v0=0;
wn=200;
f=50;
w=2*pi*f;
UA=wn/dt;
Um=310/1.73;
X=zeros(24,1);
F=0;
K=input('Длительность цикла k=');
for k=1:(K+1)
    v(1,k)=v0;
    f(1,k)=sum(F);
    % Создание вектор-строки для графика скорости
    % Создание вектор-строки для графика усилия
Ua=Um*cos(w*(k-1)*dt);

```

```

Ub=Um*cos (w* (k-1) *dt-2*pi/3);
Uc=Um*cos (w* (k-1) *dt-4*pi/3);
i0 (1, k)=X (24);
i_a (1, k)=X (21);
i_b (1, k)=X (23);
i_c (1, k)=X (22);

```

```
% Формирование матрицы A
```

```
A=zeros (24);
```

```
B=2*Rb* (rr+Lr/dt)+1/dt;
```

```

B1=6*Rb* (rr+Lr/dt)+(-4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B2=55*Rb* (rr+Lr/dt)+(-45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B3=550*Rb* (rr+Lr/dt)+(-450*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B4=1000*Rb* (rr+Lr/dt)+1/dt;
B5=550*Rb* (rr+Lr/dt)+450*Rb*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B6=55*Rb* (rr+Lr/dt)+(45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B7=6*Rb* (rr+Lr/dt)+(4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;

```

```

C=-Rb* (rr+Lr/dt)+(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C1=-Rb* (rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C2=-5*Rb* (rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C3=-50*Rb* (rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C4=-500*Rb* (rr+Lr/dt)+(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C5=-500*Rb* (rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C6=-50*Rb* (rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C7=-5*Rb* (rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

```

```

D=-Rb*Lr*v0/(2*tz);
D1=5*D;
D2=50*D;
D3=500*D;

```

```

E=-Rb* (rr+Lr/dt)-(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E1=-5*Rb* (rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E2=-50*Rb* (rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E3=-500*Rb* (rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E4=-500*Rb* (rr+Lr/dt)-(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E5=-50*Rb* (rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E6=-5*Rb* (rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E7=-Rb* (rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

```

```
T=-wn*Lr*v0/(2*tz);
```

```
Y=-wn* (rr+Lr/dt);
```

```
M=Y+T;
```

```
N=Y-T;
```

```
W1=-wn*Lr/dt;
```

```
P=-Rb*Lr/dt;
```

```
Q=(2*Rb*Lr+1)/dt;
```



```

Q1=(6*Rb*Lr+1)/dt;
Q2=(55*Rb*Lr+1)/dt;
Q3=(550*Rb*Lr+1)/dt;
Q4=(1000*Rb*Lr+1)/dt;

    for n=1:3
        A(2*n+2,n+20)=(-1)^(n+1)*T;
        A(2*n+3,n+20)=(-1)^(n+1)*M;
        A(2*n+4,n+20)=(-1)^(n+1)*N;
        A(2*n+5,n+20)=(-1)^n*T;
        A(2*n+8,n+20)=(-1)^n*T;
        A(2*n+9,n+20)=(-1)^n*M;
        A(2*n+10,n+20)=(-1)^n*N;
        A(2*n+11,n+20)=(-1)^(n+1)*T;
    end;

for n=1:3
    A(24,n+20)=1; % hh
end;
    A(24,24)=-1; % jgj
for n=1:12
    A(n+4,n+4)=B;
    A(n+5,n+4)=E;
    A(n+3,n+4)=C;
    end;

    for n=1:13
        A(n+2,n+4)=D;
        A(n+5,n+3)=-D;
    end;

A(1,1)=B4;
A(1,2)=C5;
A(1,3)=D2;
A(2,1)=E4;
A(2,2)=B5;
A(2,3)=C6;
A(2,4)=D1;
A(3,1)=-D3;
A(3,2)=E5;
A(3,3)=B6;
A(3,4)=C7;
A(4,2)=-D2;
A(4,3)=E6;
A(4,4)=B7;
A(5,3)=-D1;
A(5,4)=E7;

A(16,17)=C1;
A(16,18)=D1;
A(17,17)=B1;
A(17,18)=C2;
A(17,19)=D2;
A(18,17)=E1;
A(18,18)=B2;
A(18,19)=C3;

```

```

A(18,20)=D3;
A(19,17)=-D1;
A(19,18)=E2;
A(19,19)=B3;
A(19,20)=C4;
A(20,18)=-D2;
A(20,19)=E3;
A(20,20)=B4;

for n=1:2
    A(21,n+4)=UA;
    A(21,n+10)=-UA;
    A(22,n+8)=UA;
    A(22,n+14)=-UA;
    A(23,n+6)=-UA;
    A(23,n+12)=UA;
end;

    A(21,21)=As;
    A(22,23)=Bs;
    A(23,22)=Cs;

% Матрица свободных членов
S=[
    Q4*X(1)+P*(500*X(2)); %1
    Q3*X(2)+P*(500*X(1)+50*X(3)); %2
    Q2*X(3)+P*(50*X(2)+5*X(4)); %3
    Q1*X(4)+P*(5*X(3)+X(5)); %4
    W1*X(21)+Q*X(5)+P*(X(4)+X(6)); %5
    W1*X(21)+Q*X(6)+P*(X(5)+X(7)); %6
    (-1)*W1*X(22)+Q*X(7)+P*(X(6)+X(8)); %7
    (-1)*W1*X(22)+Q*X(8)+P*(X(7)+X(9)); %8
    W1*X(23)+Q*X(9)+P*(X(8)+X(10)); %9
    W1*X(23)+Q*X(10)+P*(X(9)+X(11)); %10
    (-1)*W1*X(21)+Q*X(11)+P*(X(10)+X(12)); %11
    (-1)*W1*X(21)+Q*X(12)+P*(X(11)+X(13)); %12
    W1*X(22)+Q*X(13)+P*(X(12)+X(14)); %13
    W1*X(22)+Q*X(14)+P*(X(13)+X(15)); %14
    (-1)*W1*X(23)+Q*X(15)+P*(X(14)+X(16)); %15
    (-1)*W1*X(23)+Q*X(16)+P*(X(15)+X(17)); %16
    Q1*X(17)+P*(X(16)+5*X(18)); %17
    Q2*X(18)+P*(5*X(17)+50*X(19)); %18
    Q3*X(19)+P*(50*X(18)+500*X(20)); %19
    Q4*X(20)+P*500*X(19); %20
    UA*(X(5)+X(6)-X(11)-X(12))+(LsA/dt)*X(21)+Ua; %21
    UA*(X(9)+X(10)-X(15)-X(16))+(LsB/dt)*X(23)+Ub; %22
    UA*(X(13)+X(14)-X(7)-X(8))+(LsC/dt)*X(22)+Uc; %23
    0]; %24

% Решение методом Гаусса-Жордана
Z=rref([A S]); % Приведение расширенной матрицы к треугольному виду
X=Z(1:24,25:25); % Выделение последнего столбца из матрицы

```

```

% Ток в роторе
Ir=[      1000*Rb*X(1)-Rb*(500*X(2));           %1
        550*Rb*X(2)-Rb*(500*X(1)+50*X(3));     %2
        55*Rb*X(3)-Rb*(50*X(2)+5*X(4));        %3
        6*Rb*X(4)-Rb*(5*X(3)+X(5));            %4
        -wn*X(21)+2*Rb*X(5)-Rb*(X(4)+X(6));    %5
        -wn*X(21)+2*Rb*X(6)-Rb*(X(5)+X(7));    %6
        (-1)*(-wn)*X(22)+2*Rb*X(7)-Rb*(X(6)+X(8)); %7
        (-1)*(-wn)*X(22)+2*Rb*X(8)-Rb*(X(7)+X(9)); %8
        -wn*X(23)+2*Rb*X(9)-Rb*(X(8)+X(10));   %9
        -wn*X(23)+2*Rb*X(10)-Rb*(X(9)+X(11));  %10
        (-1)*(-wn)*X(21)+2*Rb*X(11)-Rb*(X(10)+X(12)); %11
        (-1)*(-wn)*X(21)+2*Rb*X(12)-Rb*(X(11)+X(13)); %12
        -wn*X(22)+2*Rb*X(13)-Rb*(X(12)+X(14)); %13
        -wn*X(22)+2*Rb*X(14)-Rb*(X(13)+X(15)); %14
        (-1)*(-wn)*X(23)+2*Rb*X(15)-Rb*(X(14)+X(16)); %15
        (-1)*(-wn)*X(23)+2*Rb*X(16)-Rb*(X(15)+X(17)); %16
        6*Rb*X(17)-Rb*(X(16)+5*X(18));         %17
        55*Rb*X(18)-Rb*(5*X(17)+50*X(19));     %18
        550*Rb*X(19)-Rb*(50*X(18)+500*X(20));  %19
        1000*Rb*X(20)-Rb*(500*X(19))] ;        %20

% Электромагнитное усилие
F(1)=X(2)*Ir(1)/(2*tz);
for n=1:18
    F(n+1)=(X(n+2)-X(n))*Ir(n+1)/(2*tz);
end;
F(20)=-X(19)*Ir(20)/(2*tz);

% Скорость
v0=v0+(sum(F)/m)*dt;
end;

% Построение графиков
k=0:K;
subplot(2,1,1);
plot(k*dt,v);
title('Скорость');
xlabel('t,c');
ylabel('v,m/c');
grid on;
subplot(2,1,2);
plot(k*dt,f);
title('');
xlabel('t,c');
ylabel('F,H');
grid on;
end

```

Временные зависимости скорости и электромагнитного усилия линейного асинхронного двигателя в режиме прямого пуска, полученные на математической модели, представлены на рис. 4.

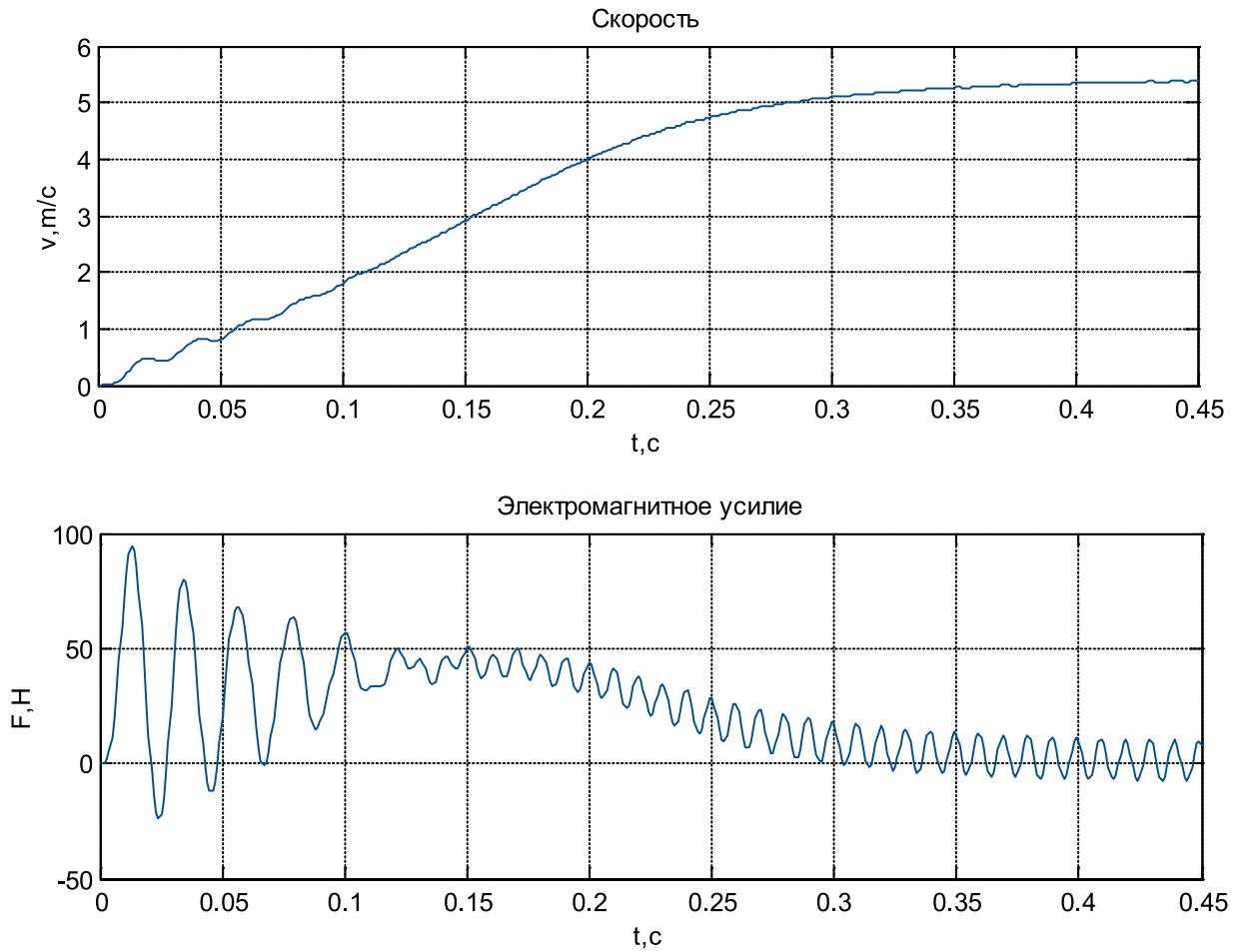


Рис. 4. Результат моделирования линейного асинхронного двигателя в режиме прямого пуска

Зависимости токов i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s даны на рис. 5 и 6.

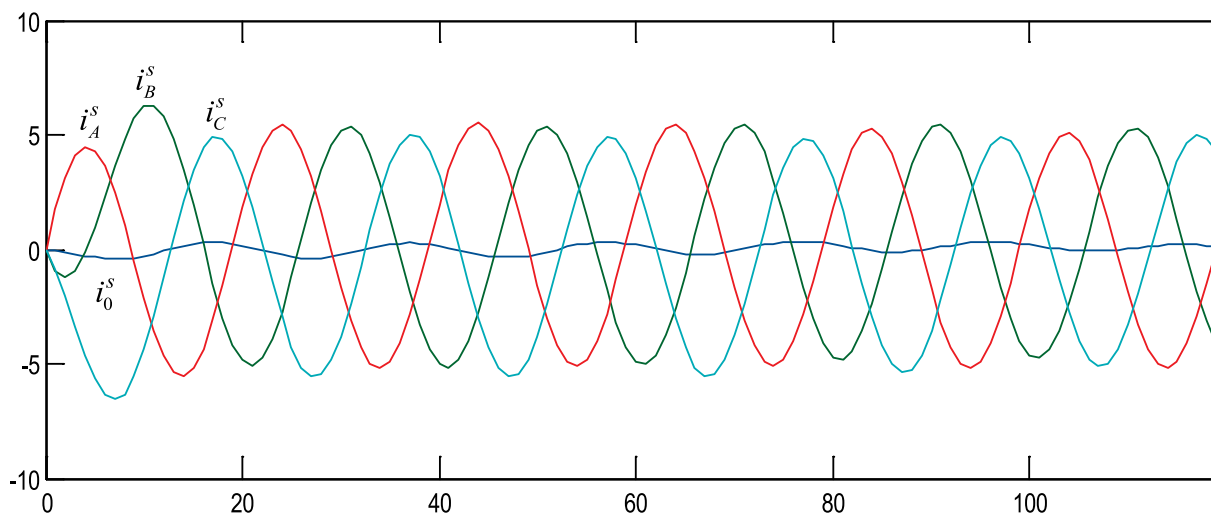


Рис. 5. Временные зависимости i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s при $k = 100$

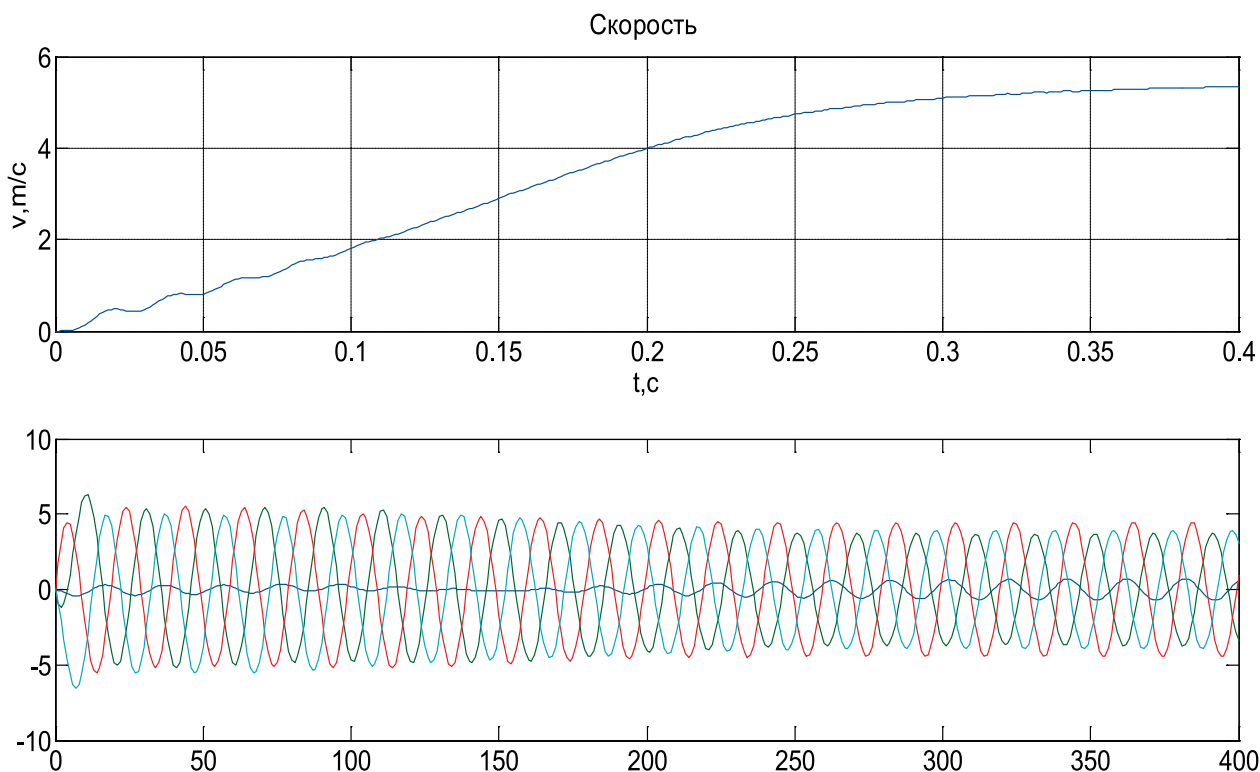


Рис. 6. Временные зависимости i_A^s , i_B^s , i_C^s и i_0^s при $k = 400$

Литература:

1. Емельянов А. А. и др. Математическая модель линейного асинхронного двигателя на основе магнитных схем замещения/Емельянов А. А., Богатов Е. А., Клишин А. В., Медведев А. В., Симонович В. Г. // Молодой ученый. — 2010. — № 5. — С. 14–22.
2. Емельянов А. А. и др. Программирование линейного асинхронного двигателя в MATLAB/Емельянов А. А., Медведев А. В., Богатов Е. А., Кобзев А. В., Бочкарев Ю. П. // Молодой ученый. — 2013. — № 3. — С. 129–143.
3. Емельянов А. А. и др. Моделирование линейного асинхронного двигателя с укладкой обмотки индуктора ($Z1 = 12$) через спинку ярма/Емельянов А. А., Медведев А. В., Кобзев А. В., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Бойко Д. Ю., Кирыков Г. А., Чернов М. В., Королев О. А. // Молодой ученый. — 2013. — № 8. — С. 13–31.
4. Ануфриев И. Е. и др. MATLAB 7/Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н.. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 1104 с.

Влияние нейтронного облучения на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы

Ходжаев Тоир Абдуллоевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
Оймахмадова Шахноз Нуруловна, студент
Таджикский Национальный Университет (г. Душанбе)

В работе изучено влияние нейтронного облучения на процесс прорастания и всхожесть семян пшеницы и сравнения их с контрольными образцами. Изложен метод посева и выращивания семян в термостате с водяной рубашкой при заданной температуре. Произведен расчет энергии прорастания и всхожести семян до и после облучения. Показано, что при малых дозах нейтронного облучения происходит стимуляция энергии прорастания и всхожести семян пшеницы.

Ключевые слова: нейтрон, энергия прорастания, всхожесть, стимуляция, семена пшеницы.

Изучение влияния мощности дозы ионизирующей радиации на биологический эффект представляет большой интерес с точки зрения выяснения механизма действия различных видов ионизирующих излучений [1]. Радиобиологический эффект зависит не только от поглощенной дозы, но и от распределения данной дозы во времени, т. е. от мощности дозы излучения. Уменьшение биологического действия излучения с уменьшением мощности дозы отмечается во многих работах на ряде биологических объектов. Подобный эффект связывают с процессами восстановления, идущими во время облучения, а также с тем что большее число первичных радикалов воссоединяется в истинную хромосому с увеличением длительности облучения. [2]. Однако в ряде работ отмечается обратная зависимость радиобиологического эффекта от мощности дозы. Результаты, полученные при облучении γ -лучами семян показали, что облучение с большей мощностью дозы менее эффективно по сравнению с γ -лучами малой мощности. Некоторые авторы связывают этот эффект с наличием кислорода в облучаемой ткани с увеличением мощности дозы большее количество кислорода вступает в реакцию с образовавшимися радикалами. Уменьшение кислорода, в ткани вызывает снижение биологического эффекта. [3,4]

Данная работа посвящена изучению влияния различных мощностей доз на семена пшеницы. Целью работы является изучение влияния предпосевного облучения семян пшеницы сорта «Лага» изучение радиобиологических особенностей пшеницы, в первую очередь ее радиочувствительности, необходимой для определения диапазона доз нейтронного облучения, оказывающих стимулирующее действие на рост и развитие растений, с последующим использованием полученных результатов в селекции и семеноводстве пшеницы. Предпосевное нейтронное облучение семян пшеницы проводилось на кафедре ядерной физики ТНУ на плутоний — бериллиевом источнике ($1 \cdot 10^8$ нейтронов в секунду на гР). В большинстве конструкции установок для нейтронного облучения источники нейтронов устанавливаются вне объектов облучения. Даже в самом благоприятном случае, когда источник вплотную примыкает к объекту облучения, коэффициент использования излучения невелик.

Один из способов в повышения эффективности использования потока изотопных источников нейтронов — это центральная геометрия, т. е. размещение объекта облучения вокруг источника. Исходя, из этих соображений нами была выбрана геометрия показанная на рис. 1.

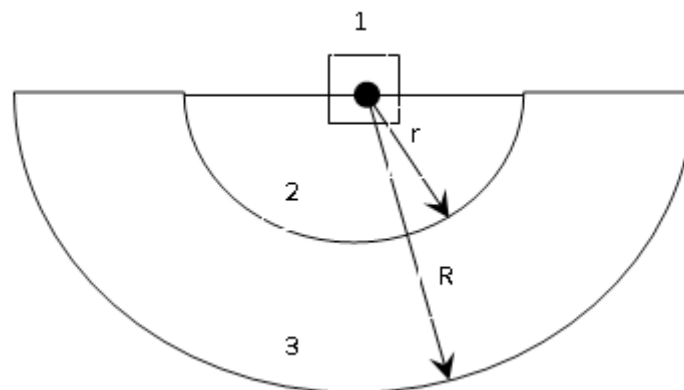


Рис. 1. 1. Нейтронный источник; 2, 3. Внутренняя и внешняя полусферы; $r = 65$ мм внутренний и $R = 85$ мм внешний радиусы полусфер

При совмещении центров внешнего и внутреннего полусфер зазор между ними окажется равным 20 мм, который каждый раз перед облучением заполняется семенами пшеницы. Внешняя полусфера засыпается определенным количеством (200 г) семян. Затем с помощью другой полусферы семена легким встряхиванием прижимаются к стенкам внешней полусферы до совмещения центров полусфер. При такой толщине слоя семян и геометрии облучения отклонение доз поглощенных различными участками слоя по глубине не превышает долей процента. Энергия прорастания и всхожесть семян пшеницы определялись согласно по ГОСТу. Опыты проводились по четырем параллельным пробам, состоящим из 100 семян каждый. Посев каждой пробы осуществлялся в отдельных фарфоровых ванночках с увлажненным кварцевым песком (50 % влаги). Слой песка под и над посаженным семенами составлял 20 и 10 мм соответственно [5,6]. Семена пшеницы проращивались в термостате с во-

дяной рубашкой марки ЗЦ1125МУ42 в темноте при температуре песка $25 \pm 1^\circ \text{C}$. Подсчет проросших семян проводился дважды: первый раз для определения энергии прорастания через двое суток после посева и второй раз для определения всхожести через четверо суток. Энергия прорастания и всхожесть семян вычислялись как среднее арифметическое из общего количества проросших семян в четырех пробах. Результаты проведенного эксперимента приведены в табл. 1,2,3.

Диапазон поток нейтрона следующий: $8,64 \cdot 10^8 \text{н}$, $17,28 \cdot 10^8 \text{н}$, $25,92 \cdot 10^8 \text{н}$ и $34,68 \cdot 10^8 \text{н}$ контроль — без облучения. Энергия прорастания и всхожести семян определяли в лабораторных условиях.

Начало облучения 22.01.12 в 12^{00} , конец облучения 23.01.12 в 12^{00} , поток нейтронов $8,64 \cdot 10^8 \text{н}$. энергия прорастания контроля 19.5 %, облученного 21 %, а всхожесть контроля 91.5 %, опыта 95 %, по сравнению с контролем энергия прорастания опыта 7.6, а всхожесть 3.8 %.

Таблица 1. Результаты эксперимента до и после облучения

Вариант	Повторность	Дата закладки	Появление всходов							Всхожесть	Непророст	Загнив
			1	2	3	4	5	6	7			
Контроль	1	23.01.2012 в 12^{00}					20	37	37	94	5	1
	2						18	34	40	92	6	2
	3						20	20	50	90	9	1
	4						20	21	49	90	8	2
	Сред.						19.5	28	44	91.5	7	1.5
Облучение	1	23.01.2012 в 12^{00}					22	42	32	96	3	1
	2						20	44	28	92	7	1
	3						24	46	26	96	4	-
	4						18	42	36	96	2	2
	Сред.						21	43.5	30.5	95	4	1
% к контролю 7.63.8												

Таблица 2. Результаты эксперимента до и после облучения

Вариант опыта	Повторность	Дата закладки	Появление всходов							Всхожесть	Непророст	Загнив
			1	2	3	4	5	6	7			
Контроль	1	29.01.2012 в 1300					18	42	34	94	6	-
	2						20	44	28	92	8	-
	3						20	44	28	92	8	-
	4						18	48	26	92	8	-
	Сред.						19	44.5	29	92.5	7.5	
Опыт 1 облучение	1	29.01.2012 в 1300				33	30	35	2	100	-	
	2					30	36	32	2	100	-	
	3					29	36	34	1	100	-	
	4					32	34	31	3	100	-	
	Сред.					31	34	33	2	100		
% к контролю 63.18.1												

Таблица 3. Результаты эксперимента до и после облучения

Вариант опыта	Повторность	Дата закладки	Появление всходов							Всхо- жесть	Непро- рост	Загнив
			1	2	3	4	5	6	7			
Контроль	1	06.02.2012 в 1300					22	42	28	92	8	-
	2					20	46	28	94	6	-	
	3					18	44	34	96	4	-	
	4					24	44	24	92	8	-	
	Сред.					21	44	28.5	93.5	6.5	-	
Облучение	1	06.02.2012 в 1300				38	40	20	2	100	-	-
	2					34	42	22	2	100	-	-
	3					36	40	22	2	100	-	-
	4					38	36	22	4	100	-	-
	Сред.					36.5	39.5	21.5	2.5	100	-	-
% к контролю 73.86.9												

Таблица 4. Результаты эксперимента до и после облучения

Вариант опыта	Повторность	Дата закладки	Появление всходов							Всхо- жесть	Непро- рост	Загнив
			1	2	3	4	5	6	7			
Контроль	1	16.02.2012 в 1300					22	44	24	90	10	-
	2					18	48	26	92	6	-	
	3					20	42	32	94	4	-	
	4					22	40	28	90	8	-	
	Сред.					20.5	43.5	27.5	91.5	7	-	
Облучение	1	16.02.2012 в 1300					22	36	20	78	22	-
	2					26	34	22	82	18	-	
	3					22	38	18	78	22	-	
	4					18	32	24	74	26	-	
	Сред.						22	35	21	78	22	-
% к контролю 7.3–14.7												

Начало облучения 27.01.12 в 13^{00} , конец облучения 29.01.12 в 13^{00} , поток нейтронов $17,28 \cdot 10^8$ н, энергия прораствания контроля 19%, облученного 31%, а всхожесть контроля 92.5%, опыта 100%, по сравнению с контролем энергия прораствания опыта 63.1, а всхожесть 8.1%.

Начало облучения 03.02.12 в 13^{00} , конец облучения 06.02.12 в 13^{00} , поток нейтронов $25,92 \cdot 10^8$ н, энергия прораствания контроля 21%, облученного 36.5%, а всхожесть контроля 93.5%, опыта 100%, по сравнению с контролем энергия прораствания опыта 73.8%, а всхожесть 6.9%.

Начало облучения 12.02.12 в 13^{00} , конец облучения 16.02.12 в 13^{00} , поток нейтронов $34,68 \cdot 10^8$ н, энергия прораствания контроля 20.5%, облученного 22%, а всхожесть контроля 91.5%, опыта 78%, По сравнению с контролем энергия прораствания опыта 7.3%, а всхожесть – 14.7%.

В результате проведенных исследований было установлено, что облучение семян пшеницы нейтронами

в первую очередь влияет на энергию прораствания и на полную всхожесть. Из данных табл. 2,3. следует, что поток нейтрона от $17,28 \cdot 10^8$ н до $25,92 \cdot 10^8$ н не только вызывают стимуляцию энергии прораствания и всхожести семян пшеницу, но и на день раньше проявляют всходы. В сравнении с контролем энергия прораствания, облученных в дозах от $17,28 \cdot 10^8$ н, и $25,92 \cdot 10^8$ н превышает от 63.1% до 73.8%, а всхожесть облученных семян от 8.1 до 6.9%. Более высокие дозы облучения заметно снижают энергию прораствания и снижают полную лабораторную всхожесть семяна пшеницу. Так, при дозах облучения $34,68 \cdot 10^8$ н энергия прораствания снижалась на 7.3% а всхожесть семян снизилась по сравнению с контролем на – 14.7%. Анализ полученных данных показывает, что облучение семян нейтронами при малых дозах оказывает положительное влияние на посевные качества семян.

Таким образом изучено влияние нейтронного облучения на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы. Показано, что при малых дозах нейтронного облу-

чения ($17,2810^8$ н, и $25,9210^8$ н) происходит стимуляция энергии прорастания до 73.8% и всхожести до 8.1%.

Литература:

1. Филев К. А., Генетические исследования, София, 1967
2. Фриц-Ниггли Х. Радиобиология. Ее основы и достижения. Атомиздат, М., 1961.
3. Царапкин Л. С., Царапкина К. А. Информ. бюллетень научного совета по проблеме радиобиологии, 10, 79, «Наука», М. 1967
4. Смирнов О. П., Радиобиология, 7, 2, 215, 1967.
5. Холаев Т. А. Влияние ионизирующего излучения на энергию прорастания семян хлопчатника // Вестник педагогического Университета. Душанбе-2013. № 05 (54) — с. 159–163.
6. Оймахмадова Ш. Н Действие нейтронного облучения на сухие семена хлопчатника. Международная научно-практическая конференция. // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: / Ш. Н. Оймахмадова — Москва: 2012 — с. 24.

On the monitoring of radiation-induced germline mutation in humans: reply to Y. E. Dubrova

Яргин Сергей Вадимович, кандидат технических наук, доцент
Российский университет дружбы народов (Москва)

Several publications overestimating medical consequences of the Chernobyl accident and nuclear testing at the Semipalatinsk Test Site were commented on previously [1–7]. Another example is provided by the paradox discussed in [8]: the results of [9], based on the observations among the atomic bomb survivors in Japan, «may indicate that a single, acute exposure of spermatogonial cells in humans does not give rise to discernible effects on mutation induction at minisatellite loci. Although this finding appears to be in line with the results for mice, in which only a weak effect was observed after gamma irradiation of spermatogonial cells [10,11], any conclusion will require much further study given that Dubrova's studies indicate precisely the opposite, namely that spermatogonial cells are the sensitive cells for this type of mutation after either acute or chronic exposure [12,13].» [9].

I am very grateful to Yuri Dubrova for his response [14] to my letter [8]; but the following should be commented. It is written in [14]: «The Author also makes a very serious accusation stating that 'statistics with unknown levels of significance' was used in our publications [15,16]. I would like to stress that the main result of these two studies, showing significantly elevated mutation rate in the germline of irradiated parents, was verified by means of the most conservative statistical test — Fisher's exact test.» [14]. To start with, the references in the corresponding sentence from my letter [8] were [15,17], not [15,16]. The correct references must be [16,17]; but all the arguments below pertain to [17]. The following was written in my letter: «...statistics with unknown levels of significance are used in the argumentation

in [15,17]. For example, a negative correlation between the mutation rate and a paternal year of birth among inhabitants of Semipalatinsk area is stated without giving the value of the correlation coefficient and its level of significance [15,17]. Considering the configuration of the diagram Fig. 2 in [17] this correlation may be insignificant. Nevertheless, a discussion is led on its basis, e. g.: 'Most importantly, this correlation provides the first experimental evidence for change in human germline-mutation rate with declining exposure to ionizing radiation and therefore shows that the Moscow treaty banning nuclear weapon tests in the atmosphere (August, 1963) has been effective in reducing genetic risk to the affected population [17].'» [8] This latter passage was cited by Yuri incompletely and left without comment. The Fisher's exact test is not used for evaluation of the level of significance of correlation coefficients. The dose comparisons concerning Chernobyl accident in my letter [8] were left without comment. Yuri concluded: «Another of the Author's statements that the doses used in our mouse studies 'were more than 100 times higher than average individual doses' for the irradiated families is not correct.» [14]. Note that the corresponding statement in my letter [8] was based on the above-mentioned dose comparisons, immediately following them in the text and accompanied by references to Dubrova's publications about Chernobyl [15,17,18]. These dose comparisons [8], presented also in [7], generally agree with the data from [19] cited by Dubrova [14]. In the mouse studies [10,11], mentioned above, the doses were higher: correspondingly 3 and 6 Gy vs. 1 Gy in the mouse study by Dubrova's group

[20]. In a recent study, no evidence for mutation induction at pre-meiotic male germ cells following gamma-irradiation with the doses 0.5 and 1 Gy was found [21]. No evidence for minisatellite mutation induction has been found after radiotherapy [22–24].

Furthermore it is written in the author's reply [14] that «according to the results of numerous studies the doses for the families living in the Semipalatinsk District of Kazakhstan have been estimated as 0.5 Sv and higher» with a reference to [25]. However, in the abstract of the article [25] it is written: «The village of Dolon, in particular, has been identified for many years as the most highly exposed location in the vicinity of the test site. Previous publications cited external doses of more than 2 Gy to residents of Dolon while an expert group assembled by the WHO in 1997 estimated that external doses were likely to have been less than 0.5 Gy.» The single historical measurement in the village of Dolon was likely performed at the axis of the radioactive trace [25]. Accordingly, the dose estimates based on this measurement are considered as possible maximum external dose rather than the average dose for the residents of this village [26]. Dolon was identified as the most exposed village in the vicinity of the Semipalatinsk Test Site [25,26]. It is stated in [16] that Dubrova et al. collected material in the rural areas around the Semipalatinsk nuclear test site, where, considering the above arguments, the average individual doses must have been lower than «0.5 Sv and higher» as per [14].

Finally, in the author's reply [14], an argument from [17] was reiterated: «Existing estimates of doses for the residents of contaminated areas around the Chernobyl Nuclear Power

Plant reflect external and internal exposure to caesium-137 and caesium-134 [19]. As discussed in [15,27], these estimates are often at odds with those obtained by retrospective biodosimetry, which may reflect the initial external and internal exposure to the short-lived radionuclides.» [14] It was however pointed out in [8] that the share of the short-lived radionuclides in the population exposure after the Chernobyl accident must have been lower than that after the atomic explosions in Japan, where no increase in the minisatellite mutations was found [9]. After a nuclear power plant accident, predominantly those radionuclides are released into the environment, which had been accumulated in the reactor, i. e. relatively long-lived ones; whereas during an atomic explosion both short- and long-lived radionuclides are generated and can exert their biological action. This argument was dismissed by the remark: «Author's belief that the 'share of short-lived isotopes in the population exposure must have been lower than that after the atomic explosions in Hiroshima and Nagasaki' is totally groundless.» [14] In conclusion, the arguments from [8] have not been adequately responded.

Several publications exaggerating medical consequences of elevated radiation background, emerged after the Chernobyl accident, were discussed in [1–7]. The following flaws can be found in many of such papers: interpretation of spontaneous conditions as radiation-induced, indication of radioactivity or doses without confrontation with the radiation background, conclusions about incidence increase of pathological conditions without an adequate comparison with a control. Correctness of scientific discussion is also of importance.

References:

1. Jargin S.V. On the overestimation of Chernobyl consequences: motives and mechanisms. *Med. Radiol. Radiat. Safety (Moscow)* 2011, V 56, N 5, p. 74–79 (Russian with English summary) <http://www.fmbcfmba.org/default.asp?id=5100>
2. Jargin S.V. Overestimation of medical consequences of increased background radiation. *Med. Radiol. Radiat. Safety* 2008, V 53, N 3, p. 17–22.
3. Jargin S. V. Non-confident publications regarding radiation cancerogenesis incidence found in Semipalatinsk area. *Med. Radiol. Radiat. Safety* 2007, V 52, N 5, p. 73–74..
4. Jargin S. V. Overestimation of Chernobyl consequences: poorly substantiated information published. *Radiat. Environ. Biophys.* 2010, V 49, p. 743–5.
5. Jargin S.V. Chernobyl-related cancer and precancerous lesions: incidence increase vs. late diagnostics. *Dose-Response* 2014 doi: 10.2203/dose-response. 13–039. Jargin
6. Jargin S.V. Overestimation of medical consequences of nuclear testing in Semipalatinsk area. *BMJ Response* 10 June 2008 <http://www.bmj.com/rapid-response/2011/11/02/overestimation-medical-consequences-nuclear-testing-semipalatinsk-area-exa>
7. Jargin S. V. Overestimation of Chernobyl Consequences: Some Mechanisms. *Molodoi Uchenyi - Young Scientist* 2013, N 6, p. 810–9.
8. Jargin S.V. Some aspects of mutation research after a low-dose radiation exposure. *Mutat. Res.* 2012, V 749, p. 101–2.
9. Kodaira M., Izumi S., Takahashi N., Nakamura N. No evidence of radiation effect on mutation rates at hypervariable minisatellite loci in the germ cells of atomic bomb survivors. *Radiat. Res.* 2004, V 162, p. 350–6.
10. Sadamoto S., Suzuki S., Kamiya K., et al. Radiation induction of germline mutation at a hypervariable mouse minisatellite locus. *Int. J. Radiat. Biol.* 1994, V 65, p. 549–57.

11. Niwa O., Kominami R. Untargeted mutation of the maternally derived mouse hypervariable minisatellite allele in F1 mice born to irradiated spermatozoa. *Proc Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2001, V 98, p. 1705–10.
12. Dubrova Y. E., Plumb M., Brown J., et al. Stage specificity, dose response, and doubling dose for mouse minisatellite germ-line mutation induced by acute radiation. *Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 1998, V 95, p. 6251–5.
13. Dubrova Y. E., Plumb M., Brown J., Jeffreys A. J. Radiation-induced germline instability at minisatellite loci. *Int. J. Radiat. Biol.* 1998, V 74, p. 689–96.
14. Dubrova Y. E. Reply to the letter by S. V. Jargin. *Mutat. Res.* 2012, V 749, p. 103–4.
15. Dubrova Y. E., Grant G., Chumak A. A., et al. Elevated minisatellite mutation rate in the post-Chernobyl families from Ukraine. *Am. J. Hum. Genet.* 2002, V 71, p. 801–9.
16. Dubrova Y. E., Bersimbaev R. I., Djansugurova L. B., et al. Nuclear weapons tests and human germline mutation rate. *Science* 2002, V 295, p. 1037.
17. Dubrova Y. E. Monitoring of radiation-induced germline mutation in humans. *Swiss Med. Wkly.* 2003, V 133, p. 474–8.
18. Dubrova Y. E., Nesterov V. N., Krouchinsky N. G., et al. Further evidence for elevated human minisatellite mutation rate in Belarus eight years after the Chernobyl accident. *Mutat. Res.* 1997, V 381, p. 267–78.
19. Likhtarev I. A., Kovgan L. N., Vavilov S. E., et al. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by ¹³⁷Cs after the Chernobyl accident — report 2. Ingestion doses of the rural population of Ukraine up to 12 y after the accident (1986–1997). *Health Phys.* 2000, V 79, p. 341–57.
20. Abouzeid Ali H. E., Barber R. C., Dubrova Y. E. The effects of maternal irradiation during adulthood on mutation induction and transgenerational instability in mice. *Mutat. Res.* 2012, V 732, p. 21–5.
21. Beal M. A., Glenn T. C., Lance S. L., Somers C. M. Characterization of unstable microsatellites in mice: no evidence for germline mutation induction following gamma-radiation exposure. *Environ. Mol. Mutagen.* 2012, V 53, p. 599–607.
22. May C. A., Tamaki K., Neumann R., et al. Minisatellite mutation frequency in human sperm following radiotherapy. *Mutat. Res.* 2000, V 453, p. 67–75.
23. Rees G. S., Trikic M. Z., Winther J. F., et al. A pilot study examining germline minisatellite mutations in the offspring of Danish childhood and adolescent cancer survivors treated with radiotherapy. *Int. J. Radiat. Biol.* 2006, V 82, p. 153–60.
24. Tawn E. J., Rees G. S., Leith C., et al. Germline minisatellite mutations in survivors of childhood and young adult cancer treated with radiation. *Int. J. Radiat. Biol.* 2011, V 87, p. 330–40.
25. Simon S. L., Baverstock K. F., Lindholm C., et al. A summary of evidence on radiation exposures received near to the Semipalatinsk nuclear weapons test site in Kazakhstan. *Health Phys.* 2003, V 84, p. 718–25.
26. Gordeev K., Shinkarev S., Ilyin L., et al. Retrospective dose assessment for the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site Part I: External exposure. *J. Radiat. Res.* 2006, V 47 Suppl A, p. A129–36.
27. Baverstock K., Williams D. Chernobyl: an overlooked aspect? *Science* 2003, V 299, p. 44.

ИНФОРМАТИКА

Концепция информационного общества

Арефьев Богдан Алексеевич, учащийся

Научный руководитель Фатьянов Михаил Петрович, кандидат физико-математических наук, зав. кафедрой
Ростовский государственный экономический университет «РИНХ», филиал в г. Кисловодске

Что же такое информационное общество? Каков его образ? Например, по мнению А. И. Ракитова [1, с. 91] общество считается информационным, если: — любой индивид, группа лиц, предприятие или организация в любой точке страны и в любое время могут получить за соответствующую плату или бесплатно на основе автоматизированного доступа и систем связи любую информацию и знания, необходимые для их жизнедеятельности и решения личных и социально значимых задач; — в обществе производится, функционирует и доступна любому индивиду, группе или организации современная информационная технология; — имеются развитые инфраструктуры, обеспечивающие создание национальных информационных ресурсов в объеме, необходимом для поддержания постоянно убастряющегося научно-технологического и социально-исторического прогресса; — происходит процесс ускоренной автоматизации и роботизации всех сфер и отраслей производства и управления; — происходят радикальные изменения социальных структур, следствием которых оказывается расширение сферы информационной деятельности и услуг.

Учеными выделяются два основных теоретико-методологических подхода к информатизации общества: — технократический, когда информационные технологии считаются средством повышения производительности труда и их использование ограничивается, в основном, сферами производства и управления; — гуманитарный, когда информационная технология рассматривается как важная часть человеческой жизни, имеющая значение не только для производства, но и для социальной сферы.

Причины значительного распространения технократического подхода, отождествления понятий «информатизация» и «компьютеризация» носят как объективный, так и субъективный характер. Объективно развитие новой техники вообще и, в частности, вычислительной техники идет стремительно, имеет «агрессивный» характер. Субъективно же существует весьма значительное число людей как незнакомых с проблемой, так и тех, кому внедрение в общественное мнение подобного отождеств-

ления приносит ощутимые финансовые и политические дивиденды.

Информатизация имеет четкую связь с экологобезопасным, устойчивым развитием общества. Основа информационной экономики — знания или интеллектуально-информационный ресурс. Знания имеют неоспоримые преимущества по сравнению с материальными ресурсами — фундаментом предыдущих этапов развития общества. Материальные ресурсы жестко подчиняются законам сохранения. Если вы берете что-то у природы — вы обостряете экологические проблемы, если же пытаетесь взять у соседа — порождаются конфликты и войны. Социально-экономическая структура общества, базирующаяся на информационной экономике, уже по своей сущности избегает большинства социально-экономических и экологических проблем и в потенциале предполагает экспоненциальное развитие общества по основным его параметрам («знания — порождают знания»).

Государственная политика в области информатизации России, получившая новый импульс на рубеже 1993—1994 гг., включает следующие основные направления:

— создание и развитие федеральных и региональных систем и сетей информатизации с обеспечением их совместимости и взаимодействия в едином информационном пространстве России;

— формирование и защиту информационных ресурсов государства как национального достояния; обеспечение интересов национальной безопасности в сфере информатизации и ряд других направлений.

В Концепции формирования и развития единого информационного пространства России определяются приоритеты пользователей государственными информационными ресурсами в следующем порядке: граждане, предприятия, органы государственного управления. Активно дорабатывается Концепция информационной безопасности, являющаяся составной частью Концепции национальной безопасности РФ и представляющая собой официально принятую систему взглядов на проблему информационной безопасности, методы и средства защиты

жизненно важных интересов личности, общества и государства в информационной сфере.

Социальная информатика — определение, предметное поле исследования, методологическая роль. Под информатикой понимается система знаний о производстве, переработке, хранении и распространении всех видов информации в обществе, природе и технических устройствах (в естественных и искусственных системах). Предметом изучения социальной информатики как науки являются процессы информатизации общества, а также их воздействие на социальные процессы, в том числе — на развитие и положение человека в обществе, на изменение социальных структур общества под влиянием информатизации [2, с. 137]. Социальная информатика — это наука, изучающая комплекс проблем, связанных с прохождением информационных процессов в социуме. Это новое научное направление возникло на стыке таких дисциплин как информатика, социология, психология, философия. Впервые понятие «социальная информатика» было предложено А. В. Соколовым и А. И. Манкевичем в 1971 году [3, с. 34]. Один из основоположников социальной информатики академик А. Д. Урсул рассматривает социальную информатику как научную базу формирования зарождающегося информационного общества. [4, с. 74].

Социальная информатика как любое научное знание имеет многоуровневую структуру: 1 уровень — теоретико-методологический (основные категории, понятия и закономерности прохождения информационных процессов в обществе); 2 уровень — средний (социальный «срез» экономических, правовых, психологических и других аспектов информатизации); 3 уровень эмпирический (социальные аспекты создания, внедрения и адаптации информационных технологий в соответствующих предметных областях).

Социальная информатика играет методологическую роль для так называемых отраслевых информатик: экономической, правовой, психологической, социологической информатики и других. В любую отраслевую информатику, помимо своего предметного поля, входит второй и третий уровень социальной информатики как научного знания, так, например, правовая информатика неизбежно занимается социальными срезами правовых аспектов информатизации и социальными аспектами создания и внедрения правовых информационных технологий. В настоящее время в вузах России идет активное становление социальной информатики и как целого научного комплекса [5, с. 41]. Задачами учебного курса «Основы социальной информатики» являются: — создание основы умения правильно ориентироваться в новой информа-

ционной реальности как в мире в целом, так и в России; формирование представления о насущной необходимости овладения компьютерной грамотностью, без чего невозможно органичное включение в современную информационную среду и активное содействие ее развитию; — методологическая подготовка к дальнейшему изучению, освоению и участию в разработке информационных технологий в соответствующей предметной области: социологии, психологии, экономике, социальной работе, журналистике, правовой сфере.

Часто понятие «информация» используют, не задумываясь о глубине его содержания, отождествляя понятия знание, данные, информация. Очевидно, что «обиходное» употребление термина «информация» совершенно неуместно, когда речь идет о теории или теориях информации. Нередко в этих теоретических построениях термин «информация» наполнен разным смыслом, а следовательно, сами теории высвечивают лишь часть граней некоторой системы знаний, которую можно назвать общей теорией информации или «информологией» — наукой о процессах и задачах передачи, распределения, обработки и преобразования информации. Возникновение информологии как науки можно отнести к концу 50-х годов нашего столетия, когда американским инженером Р. Хартли была сделана попытка ввести количественную меру информации, передаваемой по каналам связи [6, с. 11].

Создатель статистической теории информации К. Шеннон обобщил результат Хартли и его предшественников. Его труды явились ответом на бурное развитие в середине века средств связи: радио, телефона, телеграфа, телевидения. Теория информации Шеннона позволяла ставить и решать задачи об оптимальном кодировании передаваемых сигналов с целью повышения пропускной способности каналов связи, подсказывала пути борьбы с помехами на линиях и т. д. [7, с. 351].

Таким образом информация это всеобщее свойство материи, проявляющееся в кибернетических коммуникативных процессах. Данные — это сведения, служащие для какого-либо вывода и возможного решения. Они могут храниться, передаваться, но не выступать в качестве информации. Знания — это результат познавательной деятельности, система приобретенных с ее помощью понятий о действительности.

Может быть предложена следующая соответствующая логической связи указанных понятий образная цепочка — зерно, мука, хлеб. Информация всегда носит «транспортный» оттенок передачи знания по сетям связи, знание же всегда связано с личностью его создателя.

Литература:

1. Ракитов А. И. Философия компьютерной революции. — М.: Политиздат, 1991. — 287 с.
2. Колин К. К. Социальная информатика — научная база постиндустриального общества — М.: Наука, 1994. — 241 с.

3. Соколова И.В. Проблемы становления информатики как учебной дисциплины // Социальная информатика. 2002. № 2. — С. 33–39.
4. Урсул А. Информатизация партии: необходимость концепции и принципы ее разработки // Кадры партии. 1990. № 2. — с. 71–80.
5. Дубровский Е.Н. Информационно-обменные процессы как факторы эволюции общества. — М.: МГСУ, 2006. — 138 с.
6. Хартли Р. Передача информации. Теория информации и ее приложения. — М.: Политиздат, 1975. — 408 с.
7. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Политиздат, 1963. — 863 с.

Применение геоинформационной системы для обеспечения виртуального туризма во время полета в рамках системы развлечений

Ба Зухаир Мохаммед Ахмед, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева (Татарстан)

Данная работа посвящена усовершенствованию возможностей системы развлечений во время полета путем интеграции геоинформационной системы (ГИС) с технологией виртуальной реальности (ВР) с целью оптимизации и расширения возможностей пассажира при применении в системе виртуального туризма (ВТ). Технический подход к такой интеграции мы описали достаточно подробно при рассмотрении необходимых мер безопасности на борту гражданского самолета.

Ключевые слова: виртуальная реальность (ВР), виртуальный туризм (ВТ), программные обеспечения системы развлечений в полете.

Введение

Самолеты перевозят огромное количество пассажиров, которым современные бортовые технологии ещё не позволяют использовать время полета рационально. Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA) опубликовала прогнозы пассажирских и грузовых авиаперевозок, где показано, что в 2011 году отрасль воздушного транспорта обработала 2,75 млрд. пассажиров, т.е. 620 млн. больше пассажиров, чем в 2006 году [6]. В настоящее время большинство пассажиров проводят время полета в системе развлечений или беседах с соседом (особенно в дальних полетах), так как они не имеют иной возможности использовать это время с выгодой для себя. В докладе Всемирного туристического совета, который базируется в столице Великобритании, говорится о том, что в 2012 году количество путешественников во всем мире, которые выехали за пределы своих стран, достигло рекордных показателей. Согласно данным статистики, в 2012 году их стало более одного миллиарда [5].

Туризм рассматривается многими, как поездки или полеты для отдыха, зачастую в виде организованных групп, или обучения. Это может быть посещение достопримечательностей, туры по городу, поездки для деловых встреч, спортивных мероприятий, концертов, посещения друзей и родственников. Туризм становится неотъемлемой частью нашей жизни и культуры. Его экономические перспективы незаменимы в социально-

культурном развитии любой нации. Он предоставляет возможности трудоустройства, а также помогает зарабатывать иностранную валюту.

Виртуальный туризм (ВТ) — это путешествие или туризм по виртуальному пространству с помощью средств технологии виртуальной реальности (ВР) с целью развлечения, покупки, знакомства и совершения различных видов деятельности, предлагаемых геоинформационной системой (ГИС). ВТ согласно данной предложенной системе осуществляется способом реалистичного отображения 3D многоэлементного пространства 2D/3D экраном, расположенным на спинке пассажирского сиденья. Элементами виртуального туризма, как правило, являются 3D изображения и объекты, сферические панорамы, соединенные между собой интерактивными ссылками-переходами (хотспотами). В виртуальный туризм также могут быть включены цилиндрические панорамы, реде и обыкновенные фотографии. ГИС — информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных) [3].

Основная задача ГИС заключается в её использовании в качестве инструмента для связи между различными заинтересованными ней группами, как проектировщиками, лицами, принимающими решения и целым обществом. Технология ГИС предоставляет новый, более соответствующий современности, более эффективный, удобный и быстрый подход к анализу географических данных и ре-

шению их задач, стоящих перед человечеством в целом, конкретной организацией или группой людей, в частности, так как её преимущество заключается в том, что она автоматизирует процедуру анализа и прогноза. Стоит отметить, что быстрый рост Интернета значительно расширяет возможности ГИС и представляет индивидуальный, доступный и интерактивный источник информации, одновременно меняет способами, которыми люди приобретают и манипулируют пространством всей информации, в том числе и ГИС [1].

Виртуальная реальность (VR), искусственная реальность, электронная реальность, компьютерная модель реальности есть созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др. VR имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания убедительного комплекса ощущений реальности компьютерный синтез свойств и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени. Объекты виртуальной реальности обычно ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с реальными законами физики (гравитация, свойства воды, столкновение с предметами, отражение и т. п.). Однако часто в развлекательных целях пользователям виртуальных миров позволяет больше, чем возможно в реальной жизни (например: летать, создавать любые предметы и т. п. [4].

Архитектура системы виртуального туризма

Предложенная архитектура включает в себя комбинацию присоединённых серверов друг другу, в том числе веб-серверы, клиент-сервера, сервера системы ГИС-VR и её приложений, сервер системы развлечений, установленный в самолете. Основной целью данной работой является создания многосвязных узлов передачи данных с различными серверами международной сети для внедрения VT в авиацию. В первую очередь в подсистеме моделирования данных включаются носители данных, которые в нашем случае разделяются на две главных категории, имеющих совместную структуру: базу геоинформационных данных системы ГИС и база данных системы VR. База данных ГИС-VR включает в себя аудиоданные, видеоданные, 3D интерактивные графики туристических и исторических достопримечательностях в той или иной стране, которым обеспечиваются широкий набор различных слоев и масштабов отображения. Сервер ГИС внедрен в систему для проведения специальных анализов, статистик, моделирования данных многочленных обработок запросов клиент-серверов соединенных с сетью при этом эти процессы находятся под контролем системы управления базы данных (СУБД). К тому же внешние серверы, использующие данные ГИС-VR для специального назначения или осуществления особых возможностей могут быть подключены к сети (Рис. 1).

В системе моделирования данных выполняются различные обработки обновленных данных для их моделирования и преобразования в обобществленные форматы

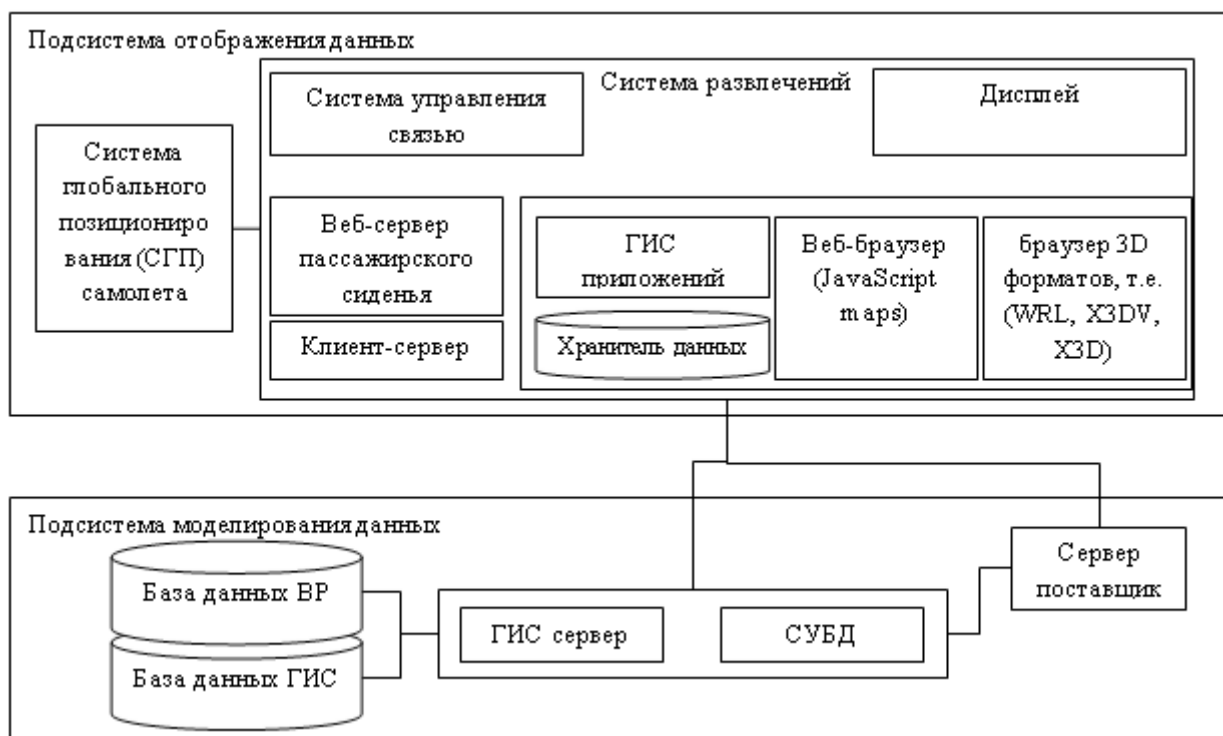


Рис. 1

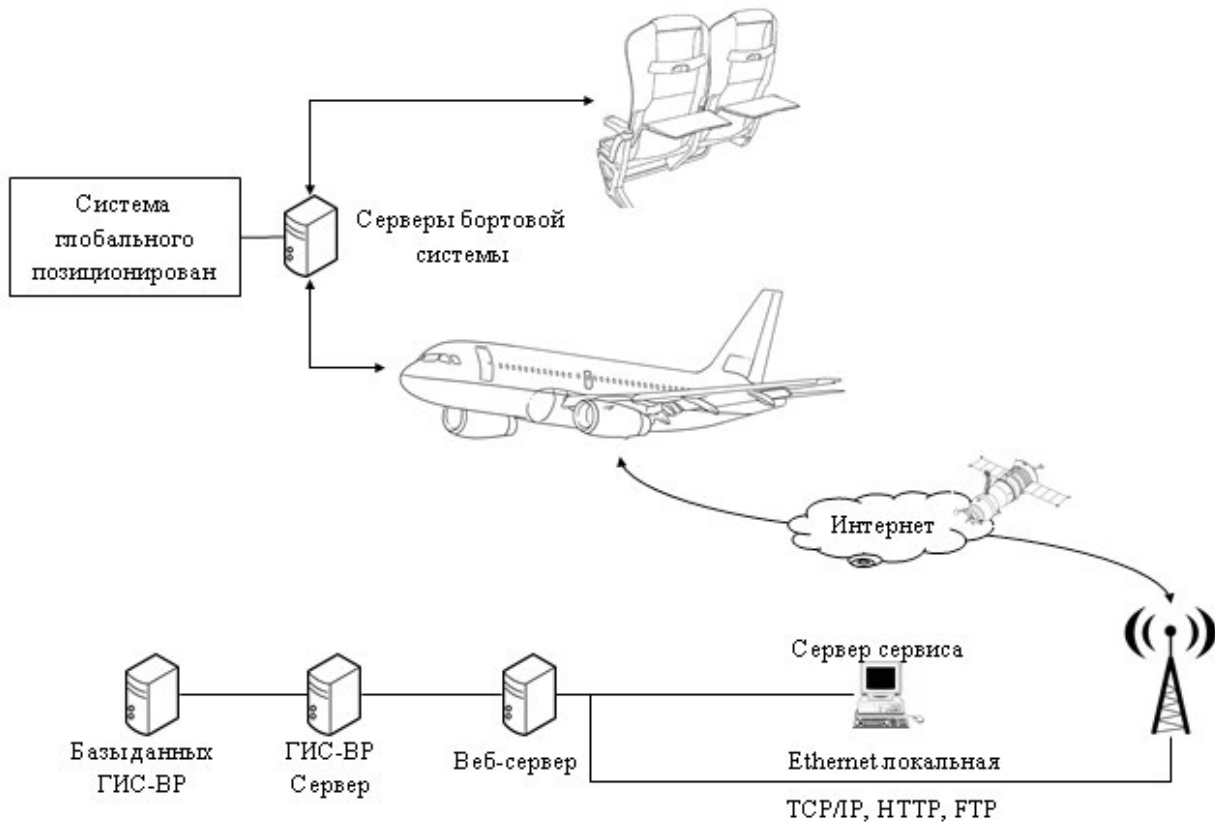


Рис. 2

2D/3D изображений, редактирования и модификации, импортирования или экспортирования данных. В некоторых архитектурах сервер ГИС играет роль виртуального браузера или интерфейса для отображения графических данных без участия клиентских программных обеспечений. Следовательно, в таком случае не требуется загружать приложения ГИС на клиент-серверы.

Передача данных между подсистемами ВТ осуществляется с помощью Интернета. В авиационной технике в качестве точек соединения с наземными серверами широко используются спутники или наземные антенны. Отсюда с помощью протоколов сетей (ТСР/ІР, НТТР, FTP и т. д.) практически возможно передать различные данные ГИС-ВР другим узлам международной сети.

Преимуществом, предоставленным в результате реализации системы ВТ является обеспечение разнообразных опций рекламирования туристических пунктов, достопримечательностей, коммерческих центров в зависимости от географического местонахождения самолета при полете, при этом расширяя возможности бортовой системы развлечений. В режиме полёта, находясь в определенной точке воздушного маршрута, система глобального позиционирования (СПП) в самолете с помощью специальных спутников определяет координаты географического местонахождения самолета. Эта технология широко используется в современной авиации, например, система отображения информации полета авиопассажирам, основанная на СПП, показывает маршрут

самолета на мониторах бортовой системы развлечений в полёте, установленных в пассажирском салоне. Дополнительные сведения о полете такие, как высота, скорость полета, температура атмосферы и время прибытия и т. д., также показываются в рамках данной системы.

Соответственно, при наличии необходимых программных обеспечений ГИС-ВР в системе развлечений, СПП в самолете может служить эффективно для снабжения специализированных браузеров и приложений в устройстве каждого пассажирского кресла большим количеством ГИС-ВР данных. Такие данные могут быть использованы для отображения геоинформационных изображений в 2D/3D экранах, включая и систему информации о полете, расширения возможностей и функций систем развлечений во время полета.

В подсистеме отображения данных, которая в частности входит в систему развлечений, установлены агрегаты обработки данных, такие как система управления данными (в некоторых архитектурах), клиент-сервер с базой данных и оперативными приложениями. Основной функцией подсистемы отображения данных является показ графических данных систем ГИС-ВР. Поэтому в подсистему может быть встроен ряд электронных блоков: дисплей, графические процессоры и аудио-видео преобразователи и т. д. Более того, для достижения оптимальных результатов, к подсистеме отображения данных дополнительно возможно подключить стереодинамики, специальные датчики движения, 3D и панорамный дисплей и т. д.

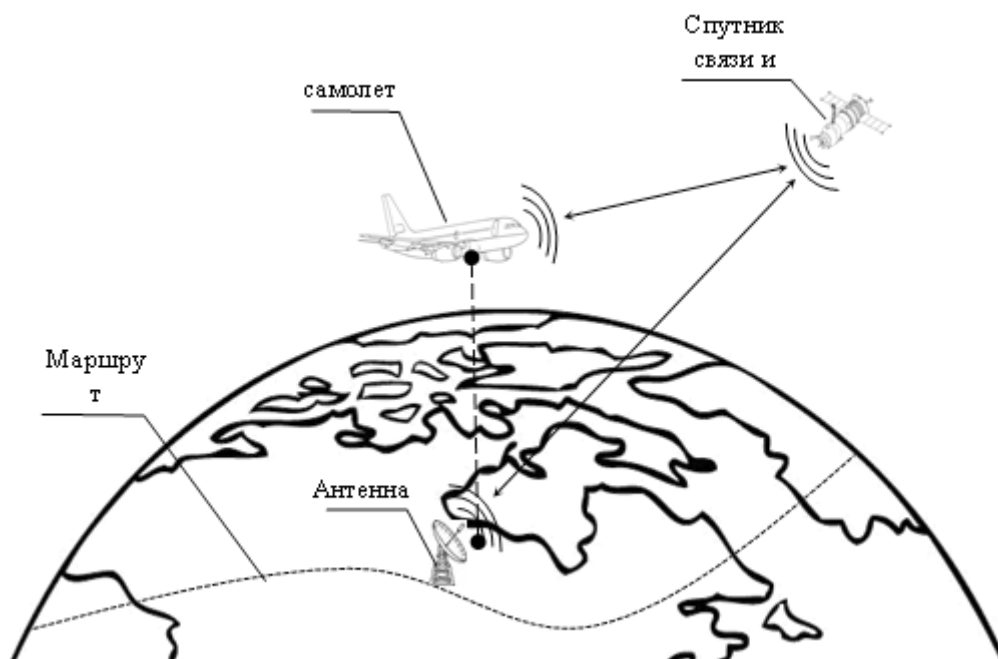


Рис. 3

Осуществление работы системы виртуального туризма

Как только самолет пересекает воздушное пространство определенной страны (рис. 3), система глобального позиционирования (СП) распознает данное изменение местонахождения самолета. Система с помощью Интернета автоматически направляет в сервер ГИС-ВР запрос на разрешение передачи туристических, исторических, графических данных о стране, над которой летит самолет. В случае если самолет летит над территорией двух или более стран, приоритет идет согласно критериям и выгодам ведущей авиакомпании данного рейса. Как правило, пассажиру обеспечены все доступные информации международной ГИС, однако в полете ему предлагаются наилучшие, согласно специальным туристическим опросам, сезонам туризма, что, в конце концов, приносит финансовые, культурные и другие выгоды самому пассажиру, авиалинии и поставщикам предложенных сервисов. Поэтому данные системы ГИС-ВР в основном обеспечивают стороны, получающие финансовые прибыли.

С помощью своей антенны и бортовой системы развлечений самолёт получает данные с сервера ГИС-ВР и передает их дальше узлам обработки и отображения. Бортовая система развлечений предлагается оснащать устройством дисплея, соответствующим требованиям 2D/3D изображения, так как в них нуждаются обеспечить браузеры 3D графиков, описывающих реальные объекты как то: дороги, здания, водоемы, лесные массивы, в добавление к функциональным приложениям ГИС, подобным GoogleEarth (Google планета земли), способным

обрабатывать форматы XML, HTML [2]. В отличие от приложения GoogleEarth, серверы ГИС таких провайдеров как QGIS, GRASS GIS, ArcGIS, gvGIS позволяют показывать пользователю только графические данные и несколько связанных с этим возможностей просмотра или анализа с помощью веб-интерфейса, что ограничивает их опции. Провайдер GoogleEarth характеризуется оснащением уникальными 3D и стереосферическими панорамными картами, данными о рельефе и высоте географических объектов, что является лучшим вариантом для осуществления потребностей нашей предложенной системы. К тому же пользователь через GoogleEarth дополнительно может наложить изображения, обладающие параметрами 2D/3D представления, ссылки и отметки на географические слои. В приложении предложены эксклюзивные возможности использования имитатора полета, имитаторы наземных и морских транспортов также имеются и на других сайтах. Космические снимки луны, планет, неба эффективно расширяют функциональность выдвинутого нами приложения..

В настоящее время возможности приложения GoogleEarth намного усовершенствованы за счет применения передовых методов обработки данных. Появились возможности легко и реалистично представить любые структуры мира: например, здания, дома, учреждения, природные объекты, так что всё большее число государственных организаций, учреждений, компаний и даже индивидуумов стараются воспользоваться этой возможностью, чтобы в объёмных изображениях представить свои офисы. К панорамным фотографиям улиц, магазинов, парков прикрепляют ссылки, дающие туристическую и историческую информацию о них.



Рис. 4

Браузер ГИС-ВР в нашем предложении отличается от типичных браузеров веб-страниц и ГИС тем, что он обеспечивает способность отображения всех форматов ГИС и обычные форматы веб-страниц (т.е. форматы Аудио, Java, видео и другие форматы файлов). Браузеры ExitReality, 3В и др. были разработаны частично в качестве браузеров 3D веб-страниц, пользователи которых должны иметь собственный аккаунт, однако они не способствуют показу данных ГИС в соответственном 3D виде. Следовательно, для выполнения заданной функции требуется специальный многофункциональный браузер с возможностями изображения по-новому всех форматов веб-страниц и ГИС в одном интерфейсе. Кроме того, браузер должен обеспечить личным аккаунтом каждого пользователя (т.е. пассажира), представляемым опционально в виде фигуры, подходящей ему на основании верных официальных данных (см. рис. 3). Такие официальные данные могут быть получены с согласием пассажира при его регистрации в аэропорту или при покупке авиабилета.



Рис. 5

Опцию «виртуальная фигура пользователя (пассажира)» обеспечивают возможностью выбора некоторых

характеристик. Выбирая те или иные характеристики, авиапассажир получает больше возможностей для реализации своих интересов, выбора вариантов развлечений, подобранных на основании возраста, национальности, пола и т.д. Более того, система может в дальнейшем дополняться вариантами социальных реалий, развлечений и т.д.

После запуска бортовой системы развлечений, система ГИС-ВР появляется как отдельная услуга/программа в ряде развлекательных программ (см. рис. 3 и 5). Выбирая эту программу (см. рис. 4), пассажир предлагается набор возможностей, например, сможет зайти во время полета в виртуальные здания или комплексы определенного магазина, скажем маркет Мерседес (Рис. 5), где продаваемые товары представлены в 3D виде или панораме. Такими галереями может обеспечить систему развлечений самолёта любой заинтересованный в расширении своего рынка магазин. Фактически любой товар может быть изображен в 3D или панорамном виде с подробной наглядной и текстовой информацией, чтобы пассажир мог изучить его детально. Для осуществления продажи к каждому товару прикрепляется ссылка (хотспот) на электронное оформление процедур продажи. Подобные функции в частности обеспечивает 3В браузер. Для совершения продажи используются методы провайдеров электронного маркетинга. Следовательно, используя ГИС-ВР данные и электронную карту Visa или QIWI-счет, пассажир, летящий в определенную страну, может заказать или купить различные товары и отправить их на любой адрес (например, адрес прибытия).



Рис. 6

В один из вариантов образовательно-развлекательных услуг бортовой системы развлечений с программным обеспечением ГИС-ВР можно добавить имитаторы использованного в нынешнем авиарейсе самолета для того, чтобы обучить желающего пассажира начальным правилам управления самолетом (Рис. 5). Кроме того, можно внедрить виртуальную фигуру каждого пассажира для показа инструкции безопасности.

С помощью виртуальной фигуры системы ГИС-ВР можно провести виртуальные и панорамные прогулки по городам и странам (см. рис. 6). В дополнение к этому мы ещё предлагаем внедрить такие опции, как получение модифицированных фотографий мировых достопримечательностей с помощью готовых шаблонов фотомонтажа,

внедренных в систему. В данной работе также предлагается включить телевизионные прямые передачи в зависимости от географического положения самолёта. Скажем, самолёт летит над городом или страной, где проходит важная пресс-конференция, на виртуальной карте ГИС-VR сразу появляется приглашение посетить конференцию и виртуально поучаствовать в данном событии. Пассажир может участвовать в ней комментариями или вопросами в диалоговой передаче с помощью своего аккаунта, который считается и социальным сайтом.



Рис. 7

Оптимизации возможностей системы ГИС-VR можно добиться за счёт применения средств технологии VR. Джойстики бортовой системы развлечений можно использовать для выполнения специальных развлекательных функций таких, как ГИС-VR-игры и развлекательных возможностей. Веб-камеру, которой может быть оснащена система развлечений, можно использовать для наблюдения за определенными жестами, мимикой пассажира с целью дальнейшего отражения их в виде реакций на виртуальной фигуре, задания ряда команд системе и т.д.

Перспективы применения сервиса ГИС-VR в рамках систем развлечений или других систем не ограничиваются вышеназванными функциями. Возможности данной системы можно расширять и далее, например, используя его в качестве 3D-социального сайта, для проведения различных способов коммуникации, виртуальных знакомств, участия с помощью средств VR: микрофона, веб-камеры, датчиков движения в семинарах в реальных клубах, кафе, изображенных в ГИС. Более того, дистанционные образовательные лекции, сессии и курсы могут

быть проведены в виртуальном пространстве определённого вуза при соединении его с системой ГИС-VR. По выбору пользователя в опции личного аккаунта также может быть включена функция для записи каких-либо событий для того, чтобы их выполнять автоматически через определенное время: например, запись процедуры автоматического платежа за услуги Интернета в конце каждого месяца. Кроме того, пользователь может сохранить виртуальные сообщения, события в определенных местах реального мира для того, чтобы к ним вернуться через определённое время. Соответственно, такие данные могут быть полезными в процессе уголовных расследований после получения соответствующей лицензии, поскольку история виртуальной деятельности каждого пользователя в пространстве ГИС-VR сохраняется в секретных серверах для личного использования самого владельца того или иного аккаунта.

Следовательно, пассажирский салон становится активным сообществом при внедрении программных обеспечений, позволяющих пассажирам связываться и знакомиться между собой, познавать, совершать покупки и т.д., что реализует одну из миссий путешествия и туризма.

Заключение

В данной работе мы стремились интегрировать геоинформационную систему (ГИС) с технологией виртуальной реальности (VR) с целью оптимизации и расширения их возможностей. В качестве приоритетной области применения этих обновленных схем комбинации ГИС-VR была предложена система развлечений во время полета. Выбор был основан на учете мер эффективности, актуальности, пригодности и безопасности при использовании системы в авиационной технике. Исследование показало настоятельную необходимость наряду с геоинформационными системами усовершенствовать и средства VR. Следовательно, мы рекомендуем направлять дальнейшие широкие исследования применений ГИС-VR во всех областях повседневной жизни, усовершенствования средств и устройств управления технологией виртуальной реальности (VR), многофункциональных браузеров для охвата всех форматов веб-страниц и 3D графиков ГИС в одном программном обеспечении, соответственно и компьютерных систем развлечений, чтобы способствовать ускоренному технологическому прогрессу в обеспечении максимального комфорта и рационального использования времени полёта пассажирами.

Литература:

1. A 3D Geo-Spatial Virtual Reality System for Virtual Tourism. Department of Computer Science, University of Manitoba, Canada //The Pacific Journal of Science and Technology. Volume 11. № 2. 11. 2010 — Режим доступа: www.akamaiuniversity.us/PJST11_2_601.pdf
2. Google Планета Земля [Электронный ресурс] — 2013. Режим доступа: <http://www.google.com/earth/свободный> — Загл. с экрана. (02.10.2013).
3. Большая актуальная политическая энциклопедия/Под общ. ред. А. Беякова и О. Матвейчева. 2009. — 412 с.

4. «Виртуальная реальность» в словаре по естественным наукам. [Электронный ресурс] — международная энциклопедия 2013. Режим доступа <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/192> свободный — Загл. с экрана. (10.10.2013).
5. Портал про гостиничный бизнес. [Электронный ресурс] — 2013. Режим доступа: <http://www.prohotel.ru/news-204724/0/> свободный — Загл. с экрана. (02.10.2013).
6. Пресс-релизы международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) [Электронный ресурс] — 2013. Режим доступа: <http://www2.unwto.org/en/press-release/2012-11-05/international-tourism-strong-despite-uncertain-ecopomy>, свободный — Загл. с экрана. (02.10.2013).

Использование возможностей сети Интернет для брендинга территории

Дупленко Александр Геннадьевич, программист
НОУ «Учебный центр Олега Видякина», МАОУ Гимназия № 1 (г. Калининград)

В статье представлены результаты исследования возможностей для брендинга территории с помощью сети Интернет. Рассмотрены основные направления онлайн-продвижения бренда и его особенности, наиболее эффективные инструменты. Представлены рекомендации по повышению эффективности использования возможностей сети Интернет для брендинга территории.

Ключевые слова: бренд территории, интернет-брендинг, инструменты брендинга, геомаркетинг, территориальный маркетинг.

Интернет-брендинг является сравнительно новым направлением маркетинга, применяемым при продвижении территории. Он подразумевает использование возможностей интернет-сети для создания и продвижения новых или уже существующих брендов так называемых геопродуктов, т.е. регионов, муниципальных образований, городов, локальных территорий и т.д.

Данное направление исследований очень активно развивается в последние годы. Следует отметить, что оно является достаточно специфическим. Во-первых, потому что исследования в данной области носят междисциплинарный характер, касаясь сфер, относящихся одновременно и к информатике, и к маркетингу. Во-вторых, является дискуссионным вопросом соотношения интернет-брендинга и традиционного брендинга.

Некоторые из специалистов рассматривают первый как часть второго, связанную только с продвижением бренда в интернет-сети. В этом случае разработка бренда, юридическая регистрация его элементов, разработка общей модели и стратегии продвижения не являются задачами интернет-брендинга, который включает в себя только мероприятия, связанные с продвижением бренда в сети. Такого мнения придерживается, в частности, Т.И. Шабанов [1]. Часть специалистов понимает под интернет-брендингом весь комплекс мероприятий, связанный с продвижением так называемого интернет-бренда. В качестве примера можно привести статью О.Н. Голубцова [2].

По нашему мнению, более правильным является первый подход, т.к. интернет-бренд как бренд, используемый только в интернет-сети, встречается крайне редко. В подавляющем случае вместе с инструментами интернет-

маркетинга используются и традиционные инструменты продвижения бренда.

В России интернет-брендинг достаточно активно используется отдельными компаниями, что же касается продвижения геопродуктов, то оно встречается гораздо реже. В качестве примера можно привести Калининградскую область. Ни в региональной, ни в муниципальных программах социально-экономического развития Калининградской области не предусмотрены комплексные мероприятия по интернет-брендингу [3, С. 60]. Бренды разработаны лишь в немногих муниципальных образованиях. Одним из редких положительных примеров является Нестеровский район, которым продвигается бренд «Продукты из Нестеровского района — экологически чистые продукты!» [4, С. 54]. Веб-сайты многих городов и даже муниципальных образований области разработаны на очень низком уровне, информация на них обновляется редко, другие мероприятия интернет-маркетинга практически не используются [5, С. 107].

Между тем, эффективное использование интернет-брендинга повысило бы привлекательность Калининградской области для туристов, способствовало бы росту конкурентоспособности местных предприятий, их продукции и услуг. При умелом использовании этот инструмент позволил бы снизить региональную асимметрию социально-экономического развития, что также является очень важным [6, С. 455].

Основными направлениями интернет-брендинга являются:

- сайт брендируемого товара;
- баннерная реклама;
- работа на форумах и социальных медиа;

- распространение рекламной информации в онлайн-СМИ;
- распространение нерекламных статей в тематических СМИ;
- вирусный маркетинг с использованием сети Интернет;
- запуск блога;
- поисковое продвижение (SEO);
- брендированные сниппеты;
- флеш-игры;
- конкурсы на тематических сайтах.

Сайт брендированного товара чаще используется именно в продвижении бренда территории, чем отдельного товара или услуги. Для геопродуктов это часто единственный используемый инструмент брендинга. К примеру, в Калининградской области свои сайты имеют все муниципальные образования.

Баннерная реклама при продвижении бренда территорий используется очень редко. Как правило, с помощью баннерной рекламы продвигают бренды продуктов, услуг или компаний.

Работа на форумах и в социальных медиа также больше характерна для продвижения продуктов, услуг и компаний. Это связано с тем, что для такой деятельности нужно держать штат работников, которые будут заниматься этим на регулярной основе, либо регулярно давать соответствующие заказы компаниям, которые специализируются на оказании такого рода услуг.

Распространение рекламной информации в онлайн-СМИ с целью продвижения бренда региона встречается чаще, однако этот инструмент также нельзя назвать распространенным при брендировании геопродукта.

Более пригодным для данных целей является распространение нерекламных статей в тематических средствах массовой информации. Однако на практике такие статьи редко сопровождаются брендом и слоганом территории, даже если они разработаны.

Под вирусным маркетингом понимаются мероприятия, реализация которых позволяет обеспечить активное распространение нужной информации внутри целевой аудитории самими потенциальными потребителями [7, С. 178]. В качестве инструмента вирусного маркетинга чаще всего используется видеоролик, реже аудиозапись, флеш-приложение, фотография или рисунок. Преимуществом вирусного маркетинга является его очень высокая эффективность вследствие низкого уровня затрат. Вирусный маркетинг все активнее используется для продвижения брендов товаров и услуг. Для продвижения брендов геопродуктов он пока используется очень редко.

Еще одним инструментом продвижения бренда в сети Интернет является запуск блога. Данный инструмент используется в настоящее время чаще, чем, например, вирусный маркетинг, но реже, чем баннерная реклама или распространение рекламной информации в онлайн-СМИ. Для продвижения бренда территорий пока используется редко.

То же в отношении брендов геопродуктов можно сказать и о таком инструменте, как поисковое продвижение (SEO), т. е. размещение нужной информации на первых местах поисковых результатов. Сейчас он используется практически только для продвижения брендов товаров и услуг.

Такой инструмент, как брендированные сниппеты, представляет собой сопровождающийся изображением бренда или слоганом небольшой отрывок текста из найденной поисковой машиной страницы сайта, который используется в качестве описания ссылки в результатах поиска. В настоящее время брендированные сниппеты редко используются для продвижения бренда региона, однако, по нашему мнению, в перспективе это будет одним из наиболее часто используемых инструментов.

Флеш-игры, а также такой инструмент, как конкурсы на тематических сайтах, для продвижения брендов пока используются редко, для продвижения брендов регионов их практически не используют.

Таким образом, при продвижении брендов регионов чаще всего используют такой инструмент, как официальный сайт региональных органов власти. Реже используются распространение нерекламных статей в тематических СМИ. Практически не используются размещение рекламы на баннерах, работа на форумах и социальных медиа, распространение рекламной информации в онлайн-СМИ, вирусный маркетинг с использованием сети Интернет, запуск блога, поисковое продвижение (SEO), флеш-игры, конкурсы на тематических сайтах. Очень перспективным и практически не используемым в настоящее время инструментом продвижения бренда региона являются, по нашему мнению, брендированные сниппеты.

Исследование практики использования возможностей сети Интернет для брендинга территории позволило разработать следующие рекомендации по повышению его эффективности.

Во-первых, при планировании мероприятий по брендированию территории в целевых региональных программах часто забывают о необходимости проведения предварительных маркетинговых исследований. Между тем, это должно быть обязательным предварительным мероприятием.

Во-вторых, иногда после принятия решения о продвижении бренда территории в сети Интернет не разрабатывается специальная программа, учитывающая специфику онлайн-продвижения, а механически переносится имеющаяся программа для продвижения бренда с помощью традиционных инструментов. Неэффективные результаты при этом могут объясняться непригодностью сети Интернет для данных целей, а не собственными ошибками.

В-третьих, скорее исключением, чем правилом является отслеживание результатов деятельности по продвижению бренда территории. Как уже отмечалось, разработка и продвижение бренда муниципального образования или региона часто является разовой кампанией, а не долгосрочной стратегией. Поэтому эффективность продвижения бренда не отслеживается, не вносятся корректировки в реализуемые мероприятия и выбранный

инструментарий. Между тем, в сеть Интернет предоставляет прекрасные возможности для сбора статистики и других материалов для анализа эффективности реализуемой программы продвижения бренда.

Таким образом, для интернет-брендинга обычных товаров и услуг чаще всего используются баннерная реклама и распространение рекламной информации в онлайн-СМИ, Продвижение бренда геопродукта имеет свои особенности и с точки зрения применяемого инструментария. Наиболее активно используемым инструментом

(а часто — и единственным) является сайт брендируемого геопродукта. Баннерная реклама и другие инструменты используются гораздо реже. Как правило, это связано с тем, что продвижением бренда геопродукта занимаются не на регулярной основе, а в рамках реализации программ социально-экономического развития, где для этих целей предусмотрено несколько мероприятий. Брендированные сниппеты в настоящее время используются редко, но являются потенциально очень эффективным инструментом продвижения бренда региона в сети Интернет.

Литература:

1. Шабанов Т.И. Развитие инструментов интернет-брендинга в России // Бизнес в законе. 2012. № 1. С. 332–335.
2. Голубцов О.Н. Становление интернет-брендинга в автобизнесе: Сайты выходят в офлайн-пространство // Маркетинг услуг. 2013. № 2. С. 146–153.
3. Дупленко Н.Г. Использование инструментов маркетинга территорий в региональных программах социально-экономического развития // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 1. С. 59–64.
4. Дупленко Н.Г. Использование бенчмаркинга для развития малого предпринимательства в муниципальном образовании // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2012. № 4. С. 53–56.
5. Шалимова А.А. Интернет-маркетинг в продвижении бренда Калининградской области // Культурная и гуманитарная география. 2013. Т. 2. № 1. С. 101–108.
6. Дупленко Н.Г. Механизм выравнивания асимметрии социально-экономического развития региона // European Social Science Journal = Европейский журнал социальных наук. 2012. № 2. С. 452–459.
7. Хурыз З.М., Кузнецова Е.М. Вирусный маркетинг как современная форма маркетинговой коммуникации // Экономика устойчивого развития. 2013. № 4 (16). С. 178–183.

Анализ востребованности выпускников кафедры ИТ филиала РГЭУ (РИНХ) в г. Кисловодске за 2003–2013 гг.

Оршанский Александр Юрьевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Очаков Артур Кокаевич, доцент

Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), филиал в г. Кисловодске

Филиал в г. Кисловодске является структурным подразделением Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» [1].

В 1999 году в филиале решением Ученого совета РГЭУ были образованы две кафедры:

- информационных технологий (ИТ);
- гуманитарных и социально-экономических.

В 2003 году из кафедры ГСЭД была выделена кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита (БАА); а в 2005 году кафедра ГСЭД была переименована в кафедру правовых и гуманитарных дисциплин (ПГД).

Таким образом, по каждой из трех специальностей ВПО имеется выпускающая кафедра:

- кафедра ИТ — специальность «Прикладная информатика в экономике»;

— кафедра БАА — специальность «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»;

— кафедра ПГД — специальность «Юриспруденция».

В нашем исследовании поставлена задача определить востребованность выпускников специальности «Прикладная информатика в экономике» (кафедра ИТ) в регионе Кавказских Минеральных Вод. Исследование проведем на основании данных сводной таблицы первичного трудоустройства по специальности выпускников кафедры ИТ, начиная с первого выпуска кафедры и по настоящее время (2003–2013 гг.).

В сводной таблице приведены данные по выпускникам кафедры ИТ за 2003–2013 годы (таблица 1).

Проанализировав данные таблицы 1, построим гистограмму, которая показывает общие результаты первичного трудоустройства по специальности выпускников кафедры ИТ (рисунок 1).

Таблица 1. Сводные данные по выпускникам кафедры ИТ за 2003–2013 гг.

Год выпуска	Количество выпускников	Из них мужчин	Из них женщин	Трудоустроено по специальности	Из них в области ИТ мужчин	Из них в области ИТ женщин	Из них в сфере экономики мужчин	Из них в сфере экономики женщин	Трудоустроено по специальности мужчин	Трудоустроено по специальности женщин	Трудоустроено по специальности в регионе КМВ	Трудоустроено по специальности в других регионах
2003	25	14	11	19	9	2	4	4	13	6	13	6
2004	31	19	12	17	6	2	4	5	10	7	16	3
2004 (з)	12	5	7	9	4	0	0	5	4	5	8	1
2005	23	12	9	12	6	5	1	0	7	5	10	2
2006	28	23	5	16	14	1	0	1	14	2	15	1
2006 (з)	12	6	6	5	2	2	1	0	3	2	5	0
2007	25	19	6	13	9	4	0	0	9	4	11	2
2007 (з)	10	5	5	7	2	2	1	2	3	4	6	1
2008	20	15	5	10	9	1	0	0	9	1	10	0
2008 (з)	7	4	3	5	3	1	0	1	3	2	5	0
2009	19	17	2	8	6	1	0	1	6	2	8	0
2009 (з)	6	1	5	3	1	2	0	0	1	2	3	0
2010	20	16	4	8	6	2	0	0	6	6	8	0
2010 (з)	4	3	1	2	1	0	0	1	1	1	2	0
2011	20	16	4	8	7	1	0	0	7	1	7	1
2011 (з)	7	4	3	3	2	1	9	9	2	1	3	0
2012	19	17	2	8	7	1	0	0	7	1	8	0
2012 (з)	15	10	5	7	7	0	0	0	7	0	7	0
2013	15	12	3	4	4	0	0	0	4	0	4	4
2013 (з)	22	14	8	3	3	0	0	0	3	0	3	0
Всего	340	232	106	167	108	28	20	29	119	52	152	21

Далее проанализируем тенденцию востребованности выпускников кафедры ИТ. Для этого вычислим процент трудоустроенных выпускников от их общего числа по годам (таблица 2).

На основании данных таблицы 2 построим график, данные которого показывают, что идет явное снижение востребованности выпускников специальности в регионе КМВ (рисунок 2).

Снижение востребованности выпускников можно объяснить внешними экономическими причинами. По основным показателям, характеризующим уровень и качество жизни, регион КМВ, как и Ставропольский край в целом, находится ниже общероссийского уровня и соседних субъектов Федерации. ВРП Ставропольского края в расчете на одного жителя ниже 50% от среднего по стране. Денежные доходы населения края состав-

вили 61,3% от уровня среднедушевого денежного дохода в целом по России и были ниже, чем в соседних регионах (Ростовская область — 77,8%, Волгоградская область — 71,6%, Краснодарский край — 64,4%) [2]. Кроме того санаторно-курортная направленность региона не предполагает развитие «крупного» бизнеса. Предприятия «малого» бизнеса, как правило, вынуждены экономить на всем, чтобы выжить в конкурентной борьбе. Конечно, для проверки полученных результатов, необходимо исследовать статистические данные по выпускникам этой же специальности других учебных заведений.

По итогам исследования можно сделать предварительный неутешительный вывод, что востребованность выпускников кафедры ИТ в регионе КМВ неуклонно снижается.



Рис. 1. Результаты первичного трудоустройства по специальности

Таблица 2. Процент трудоустроенных выпускников от их общего числа по годам специальности выпускников кафедры ИТ

Год выпуска	Трудоустроено по специальности	Трудоустроено по специальности в регионе КМВ	Трудоустроено в других регионах	Количество выпускников	Процент выпускников трудоустроенных по специальности
2003	19	13	6	25	76,0
2004	17	16	3	31	54,8
2004 (з)	9	8	1	12	75,0
2005	12	10	2	23	52,2
2006	16	15	1	28	57,1
2006 (з)	5	5	0	12	41,7
2007	13	11	2	25	52,0
2007 (з)	7	6	1	10	70,0
2008	10	10	0	20	50,0
2008 (з)	5	5	0	7	71,4
2009	8	8	0	19	42,1
2009 (з)	3	3	0	6	50,0
2010	8	8	0	20	40,0
2010 (з)	2	2	0	4	50,0
2011	8	7	1	20	40,0
2011 (з)	3	3	0	7	42,9
2012	8	8	0	19	42,1
2012 (з)	7	7	0	15	46,7
2013	4	4	4	15	26,7
2013 (з)	3	3	0	22	13,6
Всего	167	152	21	340	49,1



Рис. 2. Общие результаты первичного трудоустройства по специальности

Литература:

1. Сайт РГЭУ (РИНХ) <http://rsue.ru/kf/about.aspx>
2. Доктрина развития региона Кавказских Минеральных Вод http://www.regionkmv.ru/projects/strategy_0.html

Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Основы программирования на языке Паскаль: типы данных, арифметические выражения, оператор присваивания» для студентов бакалавриата

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Одной из дисциплин, изучаемой студентами 1 курса бакалавриата различных направлений (в частности, «Электроэнергетика и электротехника», «Инноватика», «Информационная безопасность») является «Информатика». Изучение основ программирования является неотъемлемой составляющей данной дисциплины.

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Основы программирования на языке Паскаль: типы данных, арифметические выражения, оператор присваивания» студенты главным образом должны научиться записывать арифметические выражения и операторы присваивания на языке Паскаль, освоить правила вычисления арифметических выражений на языке Паскаль, а также правила работы с типами данных.

Для проведения лабораторной работы было подготовлено методическое пособие, основанное прежде всего на учебных пособиях [1, 2]. Также при создании этого пособия был учтен опыт создания методических разработок на кафедре ИТАС ПНИПУ [3–8].

В первую очередь, студенты читают раздел данного пособия, называющийся «Краткие теоретические сведения», в котором изложены следующие аспекты программирования на языке Турбо-Паскаль: 1) алфавит и лексемы; 2) константы; 3) имена, ключевые слова и знаки операций; 4) классификация типов данных; 5) целые типы; 6) веще-

ственные типы; 7) переменные; 8) арифметические операции, функции, выражения; 9) арифметический оператор присваивания.

Изучение раздела методического пособия «Краткие теоретические сведения» во многом направлено на систематизацию студентом знаний, полученных на лекциях.

Далее студенты выполняют индивидуально либо в тетради, либо на компьютере в текстовом редакторе задания (как задачи, так и теоретические вопросы) по данной теме, осваивая тем самым особенности записи на языке Турбо-Паскаль арифметических выражений и операторов присваивания, особенности вычисления арифметических выражений, а также правила работы с типами данных. Рассмотрим задания из методического пособия. Обратите внимание, что для некоторых заданий разобраны примеры выполнения (для случаев, когда примеры не были детально разобраны в разделе «Краткие теоретические сведения»).

Задание № 1. В первом столбце табл. 1 записана на языке Паскаль вещественная константа в форме с фиксированной точкой, а во втором столбце — та же константа, но в форме с плавающей точкой. Найти неизвестное число x (в пунктах а)–в) под неизвестным числом x подразумевается порядок константы, а в пунктах г)–е) — вся константа).

Таблица 1. Вещественные константы

№ п/п	Вещественная константа в форме с фиксированной точкой	Вещественная константа в форме с плавающей точкой
а)	0.005	5Ex
б)	29.43	2.943Ex
в)	1.2	1.2Ex
г)	x	7.46E+2
д)	x	3.1E-1
е)	x	9.22E0

Примеры выполнения задания № 1.

1) Дана вещественная константа в форме с фиксированной точкой: 0.9. Необходимо записать ее в форме с плавающей точкой, т. е. в виде:

<мантисса>E<порядок>

Известно, что число 0.9 равно $9 \cdot 10^{-1}$.

Следовательно, мантисса данной константы в форме с плавающей точкой равна 9, а порядок равен -1 . Поэтому константа в форме с плавающей точкой будет записана следующим образом: 9E-1.

2) Дана вещественная константа в форме с плавающей точкой: 8.15E+1. Необходимо записать ее в форме с фиксированной точкой.

Известно, что число 8.15E+1 равно $8.15 \cdot 10^1$.

Поэтому константа в форме с фиксированной точкой будет записана следующим образом: 81.5.

Задание № 2. Вычислить значения выражений, записанных на языке Паскаль:

- а) round (6.28); б) round (4.7);
- в) trunc (6.28); г) trunc (4.7); д) 25 div 7;
- е) 25 mod 7; ж) 4 div 9; з) 4 mod 9; и) 15 + 7 * 7 div 2; к) 7 mod (14 - trunc (5.5));
- л) - (round (3.4) - round (9.86)) + 20.

Задание № 3. Определить тип выражений (целый или вещественный), записанных на языке Паскаль:

- а) 57 + 119.0; б) 9-3; в) 1.5 * 2; г) 20/5;
- д) 124 div 0; е) 5 mod 11; ж) sqr (8);
- з) sqrt (100); и) cos (0); к) trunc (1.9);
- л) round (2.4); м) int (1.1); н) frac (78.25).

Задание № 4. Для следующих математических выражений записать соответствующие арифметические выражения на языке Паскаль. Стандартные функции в данном задании не использовать.

а) $ac - b + xyz$; б) $(a + d)x + (b - c)z$;

в) $z^3 + a^2b + x$; г) $\frac{b+c}{7a} + \frac{ab}{c}$; д) $\frac{y-x}{a_1+a_2} \times \frac{a_1a_2}{x+z}$;

е) $\frac{\frac{y}{2!} + \frac{z}{3!} - 9}{6 + \frac{10}{45 + xz}}$.

Пример выполнения задания № 4.

Математическое выражение $\frac{(a-b)x+3}{y+z}$ на языке Паскаль будет записано следующим образом:

$((a-b) *x+3) / (y+z)$

При записи подобных математических выражений на языке Паскаль не следует забывать, что все символы пишутся в строчку на одном уровне, а все знаки операций должны быть проставлены (нельзя пропускать *). Также следует напомнить, что часть выражения, заключенная в круглые скобки, вычисляется в первую очередь.

Задание № 5. Для следующих математических выражений записать соответствующие арифметические выражения на языке Паскаль. Использовать стандартные функции. Следует обратить внимание на то, что для некоторых математических функций могут отсутствовать стандартные функции в Паскале и поэтому данные математические функции нужно выразить через какие-либо стандартные.

а) $(1-y)^2$; б) $(x+z)^3$; в) $\sqrt{\frac{a^2}{75}}$; г) $\sin^2 x$;

д) $\ln\left(\frac{x}{3} + \frac{9}{z-5}\right)$; е) $\log_2(b+1)$; ж) $\arcsin y$;

з) $\frac{525}{3e^x + 8e^{-x}}$; и) $z^{\sqrt{5}}$; к) $\sqrt[4]{6+5y}$; л) $\sqrt{w^6 + 6^w}$;

м) $\frac{yz - 2,4|y + \sqrt[3]{x}|}{\ln(5!) - 10^8}$; н) $\frac{b_1 + \cos^2(\pi^4)}{b_2 - \text{ctg}(b_3)}$.

Примеры выполнения задания № 5.

1) Математическое выражение $y^2 + \sin(2x)$ на языке Паскаль будет записано следующим образом:

$\text{sqr}(y) + \sin(2*x)$

Подобный пример записи математического выражения на языке Паскаль не должен вызвать трудностей, т. к. в языке Паскаль имеют место как стандартная функция возведения числа в квадрат, так и стандартная функция вычисления синуса.

2) Математическое выражение $\text{tg}(5.35x)$ на языке Паскаль будет записано следующим образом:

$\sin(5.35*x) / \cos(5.35*x)$

Подобный пример записи математического выражения на языке Паскаль может вызвать трудность, т. к. в языке Паскаль отсутствует стандартная функция вычисления тангенса. Однако, из математики известно, что $\text{tg}x = \frac{\sin x}{\cos x}$. Это соотношение и было использовано

для записи выражения на языке Паскаль в данном примере, т. к. стандартные функции для вычисления синуса и косинуса в Паскале присутствуют.

Задание № 6. Если x — переменная типа real, a k — переменная типа integer, то какие из следующих операторов присваивания, записанных на языке Паскаль, являются правильными, а какие нет?

- а) k:=k-2; б) k:=x+10; в) k:=8.0;
- г) x:=trunc (x); д) x:=k mod 3; е) x:=x div 4;
- ж) k:=k/5; з) k:=sqrt (sqr (k));

Задание № 7. К какому типу относятся следующие константы, записанные на языке Паскаль?

- а) 0.125 б) 'Москва' в) \$AB6 г) 'Y' д) 1.9E - 4
- е) - 251 ж) '5'

Задание № 8. Какие из следующих идентификаторов, записанных на языке Паскаль, являются неправильными и почему?

а) y^3z б) w в) 59 г) x_2 д) yz е) $34x$

Задание № 9. Какая арифметическая операция языка Паскаль используется для нахождения остатка от целого деления?

Задание № 10. Какая математическая стандартная функция языка Паскаль используется для нахождения квадратного корня?

Задание № 11. Расположите следующие операции языка Паскаль в порядке убывания приоритетов:

а) вычисление функции $\sin(x)$; б) сложение двух переменных; в) унарная операция смены знака (-); г) операция div .

Затем студенты решают эти задания по очереди на доске под руководством преподавателя.

По мере накопления опыта преподавания дисциплины «Информатика» организация данной лабораторной работы и соответствующее данной работе методическое пособие будут совершенствоваться.

Литература:

1. Семакин И. Г., Шестаков А. П. Лекции по программированию: Учебное пособие. Изд. 2-е, доп. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. — 279 с.
2. Программирование на языке высокого уровня Паскаль. Лекция 1: Основные понятия языка [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/628/484/lecture/6259>. (Дата обращения: 28.06.2013).
3. Файзрахманов Р. А. Проектирование автоматизированных информационных систем на основе объектно-ориентированного подхода: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, А. В. Архипов; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. — 222 с.
4. Файзрахманов Р. А. Структурно-функциональный подход к проектированию информационных технологий и автоматизированных систем с использованием CASE-средств: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, К. А. Селезнев; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. — 266 с.
5. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Количественная оценка информации» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 4 — М.: Издательство «Перо» — С. 78–80.
6. Полевщиков И. С. Разработка методического пособия на тему «Тестирование базового пути» (для студентов бакалавриата направления «Программная инженерия») // Педагогика и современность. — 2013. — № 4 — М.: Издательство «Перо» — С. 83–85.
7. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Эффективное кодирование» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 5 — М.: Издательство «Перо» — С. 99–101.
8. Файзрахманов Р. А., Липатов И. Н. Цифровое моделирование случайного процесса с использованием формирующего фильтра // Вестник Ижевского государственного технического университета. — 2011. — № 1 — С. 135–138.

Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Структура программы на языке Паскаль. Процедуры ввода-вывода» для студентов бакалавриата

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Одной из дисциплин, изучаемой студентами 1 курса бакалавриата различных направлений (в частности, «Электроэнергетика и электротехника», «Инноватика», «Информационная безопасность») является «Информатика». Изучение основ программирования является неотъемлемой составляющей данной дисциплины.

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Структура программы на языке Паскаль. Процедуры ввода-вывода» студенты главным образом должны на-

учиться разрабатывать простейшие линейные программы в системе Турбо-Паскаль с использованием арифметических выражений, операторов присваивания и процедур ввода-вывода.

Для проведения лабораторной работы было подготовлено методическое пособие, основанное прежде всего на учебных пособиях [1, 2]. Также при подготовке этого пособия был учтен опыт создания методических разработок на кафедре ИТАС ПНИПУ [3–8].

В первую очередь, студенты читают раздел данного пособия, называющийся «Краткие теоретические сведения», в котором изложены следующие аспекты программирования на языке Турбо-Паскаль: 1) особенности структуры программы на языке Паскаль; 2) особенности линейных программ; 3) процедуры ввода-вывода; 4) форматы процедуры write.

Изучение раздела методического пособия «Краткие теоретические сведения» во многом направлено на систематизацию студентом знаний, полученных на лекциях.

Далее студенты выполняют индивидуально по вариантам задания на компьютере, осваивая тем самым особенности написания в системе Турбо-Паскаль простейших программ с использованием арифметических выражений, операторов присваивания, а также процедур ввода-вывода.

Рассмотрим один из вариантов, включающий в себя 5 заданий.

Задание № 1. Написать в системе Турбо-Паскаль программу для вычисления значения выражения:

$$\frac{e^{2x+3} - 12}{5 + y^3 |x - \text{ctgx}|}$$

Все переменные (кроме той, в которой будет храниться результат вычисления выражения) должны быть типа integer. Для хранения результата вычисления выражения использовать переменную типа real.

Значения всех переменных (кроме той, в которой будет храниться результат) должны быть установлены при их объявлении в разделе const. Переменная, в которой будет храниться результат, должна быть объявлена в разделе var.

Указатель формата вывода результата должен отсутствовать.

Задание № 2. Написать в системе Турбо-Паскаль программу для вычисления значения выражения:

$$x \cdot \log_2 y + \frac{y}{\sin x - \frac{\pi}{5}}$$

Все переменные должны быть типа real.

Значения всех переменных должны быть установлены с использованием оператора присваивания.

Использовать формат вывода R: P. Значение P подобрать на свое усмотрение.

Задание № 3. Написать в системе Турбо-Паскаль программу для вычисления значения выражения:

$$6y + 9^{\cos x} - \sqrt{|x - y|}$$

Все переменные должны быть типа real.

Значения всех переменных должны быть введены пользователем.

Использовать формат вывода R: P: Q. Значения P и Q подобрать на свое усмотрение.

Задание № 4. Пользователь вводит с клавиатуры четырехзначное число. Необходимо вычислить и вывести на экран:

- 1) квадратный корень суммы цифр данного числа;
- 2) кубический корень произведения цифр данного числа.

Задание № 5. Даны четыре сопротивления: R_1 , R_2 , R_3 и R_4 . Необходимо вычислить и вывести на экран сопротивление соединения для случаев, если эти четыре сопротивления соединены:

- 1) последовательно;
- 2) параллельно.

В методическом пособии для каждого задания разобраны примеры выполнения. Приведем пример выполнения для задания № 1.

Пример выполнения задания № 1.

На рис. 1 представлен пример выполнения данного задания в системе Турбо-Паскаль для выражения

$$\frac{a_1 + a_2}{b_1 - b_2} + \sin(a_1 - a_2) + \ln(b_1 + b_2)$$

Рассмотрим особенности данной программы.

В программе 14 строк, каждая из них помечена комментарием с номером. При выполнении данного задания, Вам эти комментарии можно не указывать. В данном примере они нужны только для того, чтобы удобнее объяснить особенности программы.

Переменным, входящим в состав выражения, записанного в математической форме (a_1 , a_2 , b_1 , b_2), соответствуют переменные, записанные по правилам синтаксиса

```

const a1: integer = 15; (1)
      a2: integer = 4; (2)
      b1: integer = 76; (3)
      b2: integer = 2; (4)
var rez: real; (5)
begin (6)
  writeln('a1=', a1); (7)
  writeln('a2=', a2); (8)
  writeln('b1=', b1); (9)
  writeln('b2=', b2); (10)
  rez:=(a1+a2)/(b1-b2)+sin(a1-a2)+ln(b1+b2); (11)
  writeln('rezult=', rez); (12)
  readln; (13)
end. (14)

```

Рис. 1. Текст программы для примера выполнения задания № 1

языка Паскаль: `a1`, `a2`, `b1`, `b2`. Данные переменные объявлены в разделе `const` (строки 1–4 программы).

Переменная, в которой будет храниться результат вычисления выражения, была названа `rez` и объявлена в разделе описания переменных `var` (строка 5 программы).

Исполняемые операторы программы располагаются между служебными словами `begin` (строка 6) и `end` (строка 14), которые предназначены для объединения операторов.

В строках 7–10, с помощью стандартной процедуры `writeln`, на экран, в качестве подсказки пользователю (чтобы напомнить исходные данные для вычисления выражения), выводятся значения переменных `a1`, `a2`, `b1`, `b2` соответственно.

В строке 11 выполняется вычисление выражения и присваивание его значения переменной `rez`.

Для вывода результатов вычисления выражения в строке 12 используется стандартная процедура `writeln`. В скобках через запятую перечисляется все, что мы хотим вывести на экран, т.е. пояснительный текст, заключенный в апострофы, и непосредственно сам результат вычисления выражения.

В строке 13 с помощью стандартной процедуры `readln` пользователю предлагается завершить выполнение программы, нажав клавишу «Enter».

Результат выполнения программы представлен на рис. 2.

```
a1=15
a2=4
b1=76
b2=2
rezult= 3.6134753769E+00
```

Рис. 2. Результат выполнения программы для задания № 1

Завершаем выполнение программы, нажав клавишу «Enter».

Литература:

1. Семакин И. Г., Шестаков А. П. Лекции по программированию: Учебное пособие. Изд. 2–е, доп. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. — 279 с.
2. Программирование на языке высокого уровня Паскаль. Лекция 1: Основные понятия языка [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/628/484/lecture/6259>. (Дата обращения: 28.06.2013).
3. Файзрахманов Р. А. Проектирование автоматизированных информационных систем на основе объектно-ориентированного подхода: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, А. В. Архипов; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. — 222 с.
4. Файзрахманов Р. А. Структурно-функциональный подход к проектированию информационных технологий и автоматизированных систем с использованием CASE-средств: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, К. А. Селезнев; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. — 266 с.
5. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Количественная оценка информации» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 4 — М.: Издательство «Перо» — С. 78–80.

После выполнения заданий на компьютере студент должен оформить отчет, содержащий постановку каждого задания, тексты программ и результаты выполнения программ. Отчет в распечатанном виде студент должен защитить, ответив на вопросы преподавателя. Примеры вопросов для защиты отчета:

- 1) Для чего предназначен раздел операторов?
- 2) Каким символом операторы отделяются друг от друга?
- 3) Какой символ является признаком конца программы?
- 4) Для чего предназначены комментарии? Каким образом они записываются?
- 5) Для чего предназначен раздел описания, начинающийся с ключевого слова `var`?
- 6) В каком разделе описываются переменные, которым требуется присвоить значение до начала работы программы?
- 7) Какая программа называется линейной?
- 8) Что называется консолью?
- 9) Для чего предназначены операторы `read` и `readln`? В чем заключается отличие между ними?
- 10) Для чего предназначены операторы `write` и `writeln`? В чем заключается отличие между ними?
- 11) В крайние правые позиции поля шириной 11 символов необходимо вывести десятичное представление переменной `x` типа `real` в нормализованном формате с плавающей точкой. Запишите на языке Турбо-Паскаль соответствующий оператор вывода.

12. В крайние правые позиции поля шириной 9 символов необходимо вывести десятичное представление переменной `x` типа `real` в формате с фиксированной точкой, причем после десятичной точки должно выводиться 3 цифры, представляющие дробную часть числа. Запишите на языке Турбо-Паскаль соответствующий оператор вывода.

По мере накопления опыта преподавания дисциплины «Информатика» организация данной лабораторной работы и соответствующее данной работе методическое пособие будут совершенствоваться.

6. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по изучению основ теории информации для студентов бакалавриата направления «Фотоника и оптоинформатика» // Педагогика и современность. — 2013. — № 4 — М.: Издательство «Перо» — С. 80–83.
7. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Избыточность сообщений» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 5 — М.: Издательство «Перо» — С. 101–103.
8. Файзрахманов Р. А. Автоматизация научных исследований: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, И. Н. Липатов; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. — 161 с.

Особенности проведения лабораторной работы по дисциплине «Информатика» на тему «Логический и символьный типы данных» для студентов бакалавриата

Полевщиков Иван Сергеевич, аспирант, ассистент
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Одной из дисциплин, изучаемой студентами 1 курса бакалавриата различных направлений (в частности, «Электроэнергетика и электротехника», «Инноватика», «Информационная безопасность») является «Информатика». Изучение основ программирования является неотъемлемой составляющей данной дисциплины.

В ходе выполнения лабораторной работы на тему «Логический и символьный типы данных» студенты главным образом должны научиться разрабатывать простейшие линейные программы в системе Турбо-Паскаль с использованием логических выражений.

Для проведения лабораторной работы было подготовлено методическое пособие, основанное прежде всего на учебных пособиях [1, 2]. Также при подготовке этого пособия был учтен опыт создания методических разработок на кафедре ИТАС ПНИПУ [3–7].

В первую очередь, студенты читают раздел данного пособия, называющийся «Краткие теоретические сведения», в котором изложены следующие аспекты, связанные с программированием на языке Турбо-Паскаль: 1) основы алгебры логики; 2) логические величины, операции и выражения в Турбо-Паскаль; 3) логический оператор присваивания; 4) символьный тип данных; 5) функции, связывающие различные типы данных (ord, pred, succ, low, high, chr, odd).

Изучение раздела методического пособия «Краткие теоретические сведения» во многом направлено на систематизацию студентом знаний, полученных на лекциях.

Далее студенты выполняют индивидуально либо в тетради, либо на компьютере в текстовом редакторе задания по данной теме, осваивая тем самым особенности записи на языке Турбо-Паскаль логических выражений, а также особенности вычисления логических выражений. Рассмотрим задания из методического пособия. Для третьего задания приведен также пример выполнения.

Задание № 1. Вычислить значения логических выражений, записанных на языке Турбо-Паскаль:

- 1) not odd (20)
- 2) not false and true
- 3) (3<>0) and (4>4)
- 4) odd (round (8.27))
- 5) 10 mod 7 = 17 div 5
- 6) false or (201 mod 3 <> 0)

Задание № 2. Какое значение получит логическая переменная t после выполнения оператора присваивания, если x=false и m=2?

- 1) t:=m>6;
- 2) t:=ord (x) <>m;
- 3) t:=not x and odd (m+1);

Задание № 3. Написать оператор присваивания, в результате выполнения которого логическая переменная q получит значение true, если выполняется указанное условие, и значение false в противном случае.

- 1) x — отрицательное или равное нулю число.
- 2) Число x не делится нацело на число y.
- 3) Каждое из чисел x, y, z равно 2.
- 4) Только одно из чисел x, y, z не равно 3.
- 5) Из чисел x, y и z только два отрицательны.
- 6) Цифра 4 входит в десятичную запись двузначного целого числа x.

Пример выполнения задания № 3.

Рассмотрим следующее условие. Пусть для некоторого целого числа x должны быть одновременно выполнены два требования: число больше 95 и остаток от деления данного числа на 3 равен 1.

Пусть числу x соответствует некоторая переменная x типа integer.

Требование о том, что число должно быть больше 95, запишется следующим образом:

x>95

Требование о том, что остаток от деления данного числа на 3 должен быть равен 1, следует записать так:

x mod 3 = 1

Т. к. для числа должны быть одновременно выполнены два требования, то воспользуемся логической операцией `and` и запишем необходимый оператор присваивания:

```
t := (x > 95) and (x mod 3 = 1);
```

Обратите внимание, что в записи оператора присваивания использованы круглые скобки, т.к. операции отношения `>` и `=` имеют меньший приоритет, чем операция `and`.

Затем студенты решают эти задания по очереди на доске под руководством преподавателя.

Далее студенты выполняют индивидуально по вариантам задания на компьютере, осваивая тем самым особенности написания в системе Турбо-Паскаль простейших программ с использованием логических выражений и логических операторов присваивания.

Рассмотрим один из вариантов, включающий в себя 2 задания.

Задание № 1. Пользователь вводит с клавиатуры некоторое трехзначное число x и цифру y . Написать программу на языке Турбо-Паскаль, печатающую значение `true`, если цифра y входит в десятичную запись числа x , и `false` в противном случае.

Задание № 2. Пользователь вводит с клавиатуры некоторые вещественные числа x и y . Написать программу на языке Турбо-Паскаль, печатающую значение `true`, если данные числа x и y являются координатами точки, лежащей в четвертой координатной четверти, и `false` в противном случае.

Приведем пример выполнения подобных заданий.

Пример выполнения заданий.

Рассмотрим следующее высказывание: «Треугольник со сторонами a, b, c является равнобедренным».

Из курса геометрии известно, что равнобедренным называется треугольник, у которого две стороны равны. Т. е., у треугольника должны быть равны либо стороны a и b , либо стороны b и c , либо стороны a и c . На языке Турбо-Паскаль это требование будет записано, используя логическую операцию `or` (т.к. для нас важно равенство хотя бы двух сторон, а не всех сторон сразу), следующим образом:

```
rs := (a = b) or (b = c) or (a = c);
```

Таким образом, переменной `rs` будет присвоено значение `true`, если данное требование выполняется, и значение `false` в противном случае.

Также необходимо учесть, что любая сторона треугольника меньше суммы двух других сторон и является строго большей нуля. Это требование важно для того, чтобы проверить, могут ли вообще введенные пользователем значения являться сторонами треугольника. Запишем это условие на языке Турбо-Паскаль, воспользовавшись логической операцией `and` (т.к. каждая сторона должна удовлетворять этому требованию):

```
tr := (a > 0) and (b > 0) and (c > 0) and (a < b + c) and (b < a + c) and (c < a + b);
```

Таким образом, переменной `tr` будет присвоено значение `true`, если данное условие выполняется, и значение `false` в противном случае.

Для записи всего высказывания на языке Турбо-Паскаль объединим два условия, рассмотренных выше, с помощью операции `and`, т.к. условия должны выполняться одновременно:

```
vys := rs and tr;
```

Таким образом, переменной `vys` будет присвоено значение `true`, если высказывание истинно, и значение `false` в противном случае.

На рис. 1 представлен текст данной программы в системе Турбо-Паскаль.

Рассмотрим особенности данной программы.

Все переменные, соответствующие сторонам треугольника (a, b, c), и переменные, в которых будет храниться результаты вычисления логических выражений (`rs, tr, vys`), объявлены в разделе описания переменных `var`.

Исполняемые операторы программы располагаются между служебными словами `begin` и `end`.

С помощью процедур `write` выводится подсказка пользователю о том, что необходимо ввести значения сторон треугольника a, b, c соответственно.

С помощью процедуры `readln` пользователю предлагается ввести значения переменных a, b, c соответственно.

```
var
  a,b,c: integer;
  rs,tr,vys: boolean;
begin
  write('a ');
  readln(a);
  write('b ');
  readln(b);
  write('c ');
  readln(c);
  rs := (a=b) or (b=c) or (a=c);
  tr := (a > 0) and (b > 0) and (c > 0) and (a < b+c)
    and (b < a+c) and (c < a+b);
  vys := rs and tr;
  writeln(vys);
  readln;
end.
```

Рис. 1. Текст программы для примера выполнения заданий

После ввода значения каждой из переменных необходимо нажать клавишу «Enter».

Далее выполняется вычисление логического выражения, предназначенного для проверки того, что у данного треугольника хотя бы две стороны равны, и присваивание его значения переменной `gs`.

Затем выполняется вычисление логического выражения, предназначенного для проверки того, что введенные пользователем числа могут являться сторонами треугольника, и присваивание его значения переменной `tr`.

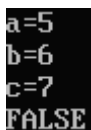
Далее выполняется вычисление логического выражения, предназначенного для проверки истинности всего высказывания в целом, т. е. для проверки того, что данный треугольник равнобедренный, и присваивание его значения переменной `vus`.

Для вывода значения высказывания используется стандартная процедура `writeln`.

С помощью стандартной процедуры `readln` пользователю предлагается завершить выполнение программы, нажав клавишу «Enter».

Рассмотрим особенности выполнения программы для некоторых значений, вводимых пользователем.

Пусть пользователь ввел значения сторон $a=5$, $b=6$, $c=7$. На экран было выведено значение `FALSE`, т. к. такой треугольник с такими сторонами хоть и может существовать, но он не является равнобедренным, поскольку значения всех сторон различны (рис. 2).



```
a=5
b=6
c=7
FALSE
```

Рис. 2. Пользователь ввел значения $a=5$, $b=6$, $c=7$

После выполнения заданий на компьютере студент должен оформить отчет, содержащий постановку каждого задания, тексты программ и результаты выполнения программ. Отчет в распечатанном виде студент должен защитить, ответив на вопросы преподавателя. Примеры вопросов для защиты отчета:

1) В каком случае результатом дизъюнкции является «истина»?

2) Какими служебными словами обозначаются логические значения в языке Турбо-Паскаль?

3) В каких случаях логическая операция `xor`, используемая в языке Турбо-Паскаль, дает в результате значение «истина»?

4) Расположите логические операции, используемые в языке Турбо-Паскаль, в порядке убывания приоритета: а) `and`; б) `xor`; в) `or`; г) `not`.

5) Что в логическом операторе присваивания, записанном на языке Турбо-Паскаль, расположено слева от знака присваивания, а что — справа?

6) Каким ключевым словом обозначают символьный тип данных в языке Турбо-Паскаль?

7) Какие простые типы данных языка Турбо-Паскаль относятся к порядковым?

8) Чему равно значение выражения `ord (false)`, записанного на языке Турбо-Паскаль?

9) Чему равно значение выражения `pred (true)`, записанного на языке Турбо-Паскаль?

10) Чему равно значение выражения `odd (4)`, записанного на языке Турбо-Паскаль?

По мере накопления опыта преподавания дисциплины «Информатика» организация данной лабораторной работы и соответствующее данной работе методическое пособие будут совершенствоваться.

Литература:

1. Семакин И. Г., Шестаков А. П. Лекции по программированию: Учебное пособие. Изд. 2-е, доп. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. — 279 с.
2. Программирование на языке высокого уровня Паскаль. Лекция 1: Основные понятия языка [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/628/484/lecture/6259>. (Дата обращения: 28.06.2013).
3. Файзрахманов Р. А. Проектирование автоматизированных информационных систем на основе объектно-ориентированного подхода: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, А. В. Архипов; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. — 222 с.
4. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Количественная оценка информации» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 4 — М.: Издательство «Перо» — С. 78–80.
5. Файзрахманов Р. А., Липатов И. Н. Цифровое моделирование случайного процесса с использованием формирующего фильтра // Вестник Ижевского государственного технического университета. — 2011. — № 1 — С. 135–138.
6. Полевщиков И. С. Особенности проведения практического занятия по теме «Избыточность сообщений» в рамках дисциплины «Теория информации и информационных систем» // Педагогика и современность. — 2013. — № 5 — М.: Издательство «Перо» — С. 101–103.
7. Файзрахманов Р. А. Автоматизация научных исследований: учебное пособие / Р. А. Файзрахманов, И. Н. Липатов; Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. — 161 с.

Оптимизация алгоритма выравнивания биологических последовательностей на GPU

Потапов Александр Николаевич, магистрант;
Кольчугина Елена Анатольевна, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Введение

На сегодняшний день биоинформатика является интенсивно развивающейся областью исследований на стыке биологии и информатики. Она помогает решать задачи анализа биологических последовательностей, таких как ДНК, РНК и белки с помощью компьютеров, что ускоряет процесс получения результатов в научных областях, связанных с исследованиями уже имеющихся биологических последовательностей, и секвенированием новых.

В основе многих операций с биологическими последовательностями лежит их сравнение. Сравнение последовательностей состоит в поиске их схожих и отличающихся частей. Основными задачами, решаемыми при сравнении биологических последовательностей, являются определение подобия двух последовательностей как меры того насколько последовательности сходны, и выравнивание двух последовательностей для определения соответствия их знаков и подстрок в соответствующих позициях [1].

Согласно [2] выравнивание — это процедура сравнения двух или более последовательностей для поиска сходных участков последовательностей.

В дальнейшем под выравниванием понимается парное выравнивание последовательностей.

Основными алгоритмами выравнивания биологических последовательностей являются:

- алгоритм Нидлмана-Вунша для глобального выравнивания биологических последовательностей;
- алгоритм Смита-Ватермана для локального выравнивания биологических последовательностей.

Данные алгоритмы используют принцип динамического программирования для нахождения оптимального выравнивания биологических последовательностей.

Задача динамического программирования сводится к разбиению основной задачи на более мелкие подзадачи, и затем объединению их решений в общее решение задачи. В некоторых случаях все множество подзадач имеет одинаковый алгоритм решения. Тогда множество подзадач может быть разбито на несколько непересекающихся подмножеств, так, чтобы в одном подмножестве оказались независимые друг от друга подзадачи, которые могут быть решены параллельно. Задачи подобного типа могут быть решены с использованием параллельных вычислительных структур, таких как SIMD-процессоры. Недостаток подобного способа решения состоит в его высокой стоимости. Более доступным вариантом является использование параллелизма на уровне GPU.

Решения данной задачи с использованием CUDA рассматривались в [3], на примере выравнивания белков, и в [4] при исследовании сворачивания РНК. Однако вопросы оптимизации обращения к глобальной памяти в работах [3,4] не рассматриваются. В [3] рассматривается использование разделяемой памяти для обращения к элементам матрицы, но размер разделяемой памяти ограничен, что ограничивает использование больших блоков потоков.

В дальнейшем в предлагаемой статье будет описан способ оптимизации обращения к глобальной памяти на GPU с использованием программной модели CUDA при решении задачи динамического программирования.

SIMT-архитектура

Архитектура NVIDIA GPU построена на масштабируемых многопоточных потоковых мультипроцессорах (SM). Мультипроцессор предназначен для выполнения сотен тысяч потоков параллельно. Для управления таким количеством потоков разработана уникальная архитектура, называемая SIMT (Single Instruction Multiple-Thread). Инструкции в данной архитектуре являются конвейерными, что позволяет использовать как параллелизм на уровне команд, так и параллелизм на уровне потоков. Мультипроцессор создает, управляет и выполняет потоки группами по 32 параллельных нити. Такая группа называется варпом (warp). Все нити варпа начинают выполняться с одного адреса, но каждая нить имеет свой счетчик команд и регистр состояний, и может выполнять независимую ветвь программы. Полуварп является половиной варпа [5], эта единица деления варпа была введена с целью оптимизации обращения к множествам нитей.

На GPU глобальная память обладает высокой латентностью, поэтому для достижения большей эффективности выполнения приложения доступ к ней необходимо оптимизировать. Основными способами оптимизации обращения к памяти являются выравнивание по границе 4-, 8-, 16-байтным словам, и объединение запросов всех нитей полуварпа или всего варпа в одно обращение к непрерывному блоку памяти. При этом блок должен быть выровнен по своему размеру [6].

Задача динамического программирования

Согласно [7] Существует $\binom{2n}{n} = \frac{(2n)!}{(n!)^2} \approx \frac{2^{2n}}{\sqrt{\pi n}}$ глобальных выравниваний двух последовательностей длины n .

Перебрать все возможные выравнивания для поиска оптимального физически невозможно, даже для малых значений n . Поэтому алгоритмы поиска оптимального выравнивания основаны на методе динамического программирования. Данный метод занимает центральное место в анализе биологических последовательностей.

Для глобального выравнивания биологических последовательностей рассмотрим алгоритм Нидлмана-Вунша, предложенный в [8] и усовершенствованный в [9]:

Алгоритм заключается в заполнении матрицы F . В ячейках $F_{i,j}$ матрицы содержатся веса оптимального выравнивания между подпоследовательностями длины i и j .

Вначале заполняются элементы $F_{0,j} = -j * d$ и $F_{i,0} = -i * d$. Далее матрица заполняется согласно рекуррентному соотношению:

$$F_{i,j} = \max \begin{cases} F_{i-1,j-1} + s(i, j) \\ F_{i-1,j} - d \\ F_{i,j-1} - d \end{cases}, \quad (1)$$

где
 $F_{i,j}$ — элемент матрицы F ;
 $s(i, j)$ — функция, возвращающая значение 1, если i и j элементы последовательностей равны, 0 в противном случае;

d — штраф за разрыв.

Если в формуле (1) выбран $F_{i-1,j-1} + s(i, j)$, то сравниваются 2 элемента последовательностей, иначе если выбран $F_{i-1,j} - d$ или $F_{i,j-1} - d$ то удаляется j -й символ второй последовательности или i -й символ первой соответственно.

После этого производится обратный проход по матрице от правой нижней ячейки и по пути оптимального выравнивания полученном на предыдущем шаге для нахождения оптимального выравнивания двух последовательностей.

Создание параллельного алгоритма

Алгоритм заполнения матрицы можно распараллелить. Для этого согласно методологии канонического отображения [10] необходимо разработать граф зависимости.

Граф зависимости элементов матрицы представлен на рисунке 1.

На рисунке 1 задано решетчатое дискретное пространство. В узлах решетки располагаются вычисления, которые могут быть назначены реальным или виртуальным вычислительным узлам (например, моделируемым нитями). Связи между вычислениями на-

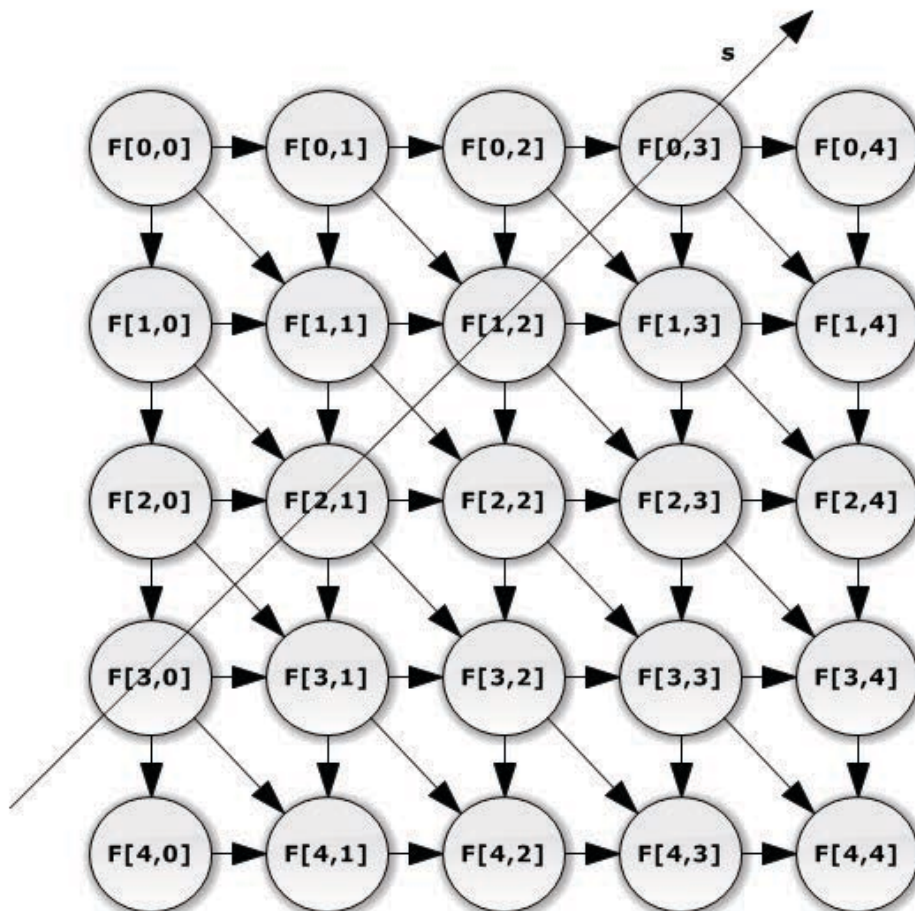


Рис. 1. Граф зависимости

правленные и задают зависимости по данным в ходе вычисления. В данном пространстве можно выделить множество гиперплоскостей, каждая гиперплоскость объединяет множество вычислений, которые могут быть выполнены одновременно. Текущая гиперплоскость объединяет вычисления, которые производятся в текущий момент времени. Текущую гиперплоскость будем задавать с помощью вектора s .

Далее согласно методологии канонического отображения необходимо составить граф потока сигналов (рисунок 2)

На рисунке 2 решетчатое пространство, представленное на рисунке 1, спроецировано на гиперплоскость, параллельную вектору s . В узлах графа зависимости расположены процессорные элементы. Каждому процессорному элементу назначен столбец графа зависимости. Дугами показаны передачи сигналов между процессорными элементами.

Данная схема плоха тем, что при использовании программной модели CUDA элементы матрицы будут сохраняться в глобальную память в отдельных транзакциях, так как они не расположены в непрерывном участке памяти.

Для оптимизации обращений к глобальной памяти элементы матрицы должны быть переупорядочены, как представлено на рисунке 3.

На рисунке 3 гиперплоскости вычислений расположены вдоль строк матрицы, поэтому при сохранении ре-

зультатов вычислений в узлах решетки в глобальную память транзакции могут быть объединены, что ускорит работу алгоритма.

Составим граф потока сигналов для данного решетчатого пространства.

Как видно из рисунков оригинальный и модифицированный графы зависимости и соответствующие им графы потока сигналов изоморфны. Поэтому модель вычислений осталась прежней.

Аналогичная идея оптимизации обращения к памяти была представлена в [11], однако достаточно простого решения проблемы не было предложено.

Нумерация элементов матрицы

Для того чтобы элементы матрицы располагались как представлено на рисунке 2 необходимо их перенумеровать. Нумерация — это отображение множества натуральных чисел на соответствующее множество [12]. Основное применение нумераций — построение эффективной модели представления данных в памяти [13].

В нашем случае под нумерацией понимается взаимно однозначное отображение из Z^2 в Z^2 .

Введем отношение $v: V \rightarrow V'$, где $V \subset Z^2$ и $V' \subset Z^2$, то есть паре чисел (i, j) ставится в соответствие пара (i', j') , значения которых могут быть вычислены по формуле:

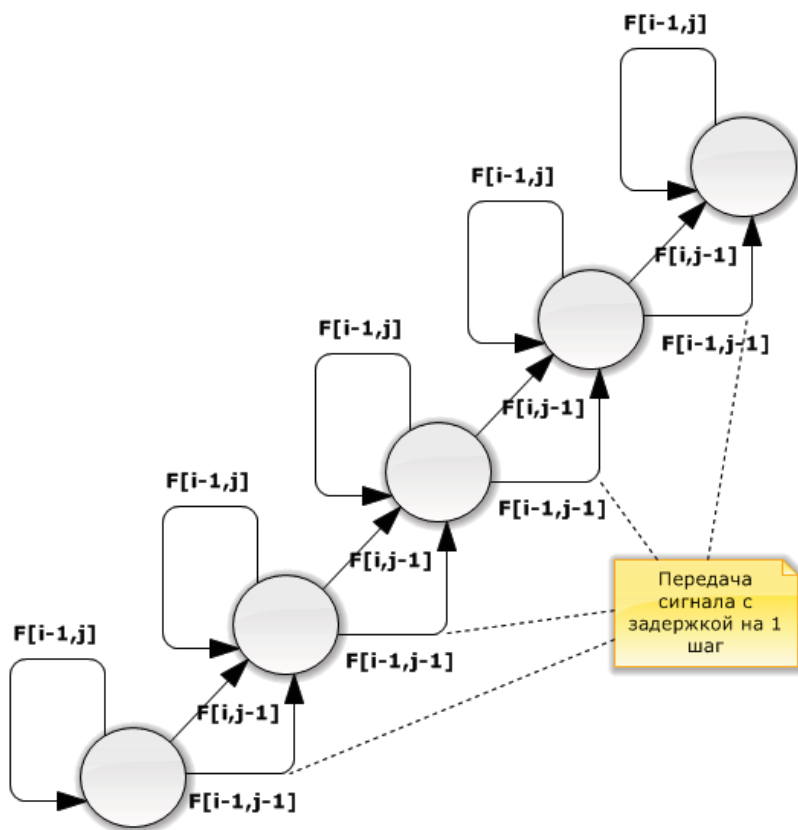


Рис 2. Граф потока сигналов

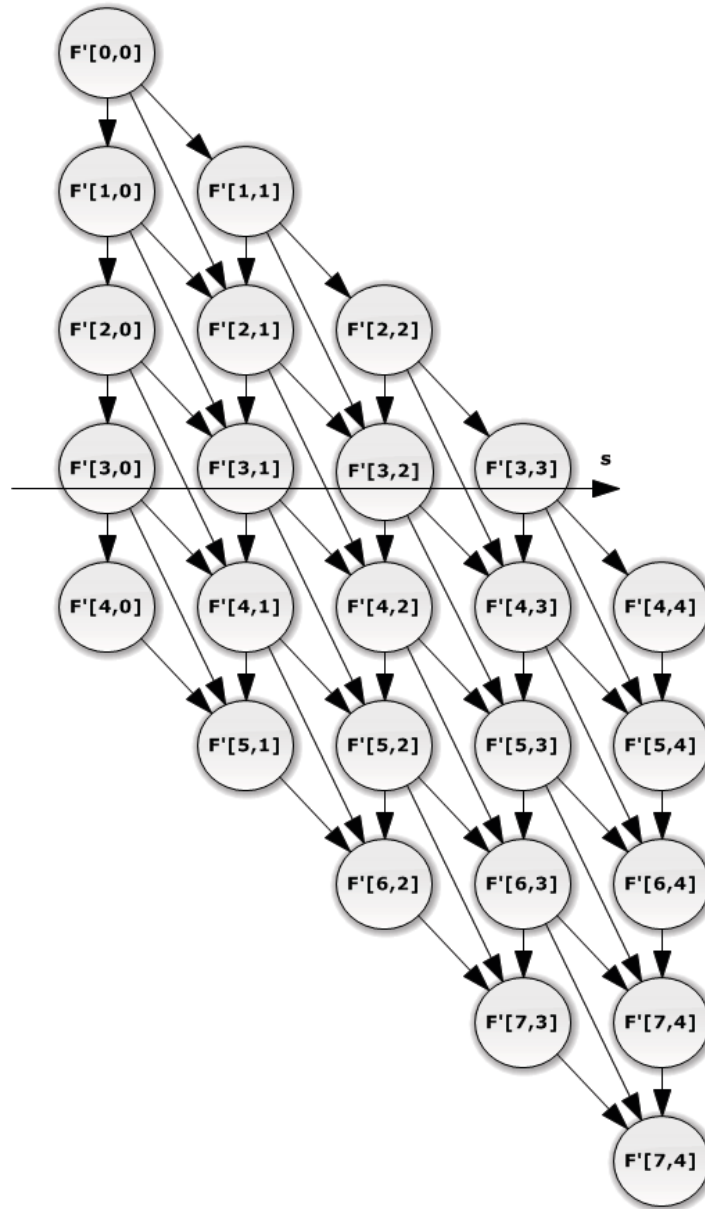


Рис. 3. Модифицированный граф зависимости

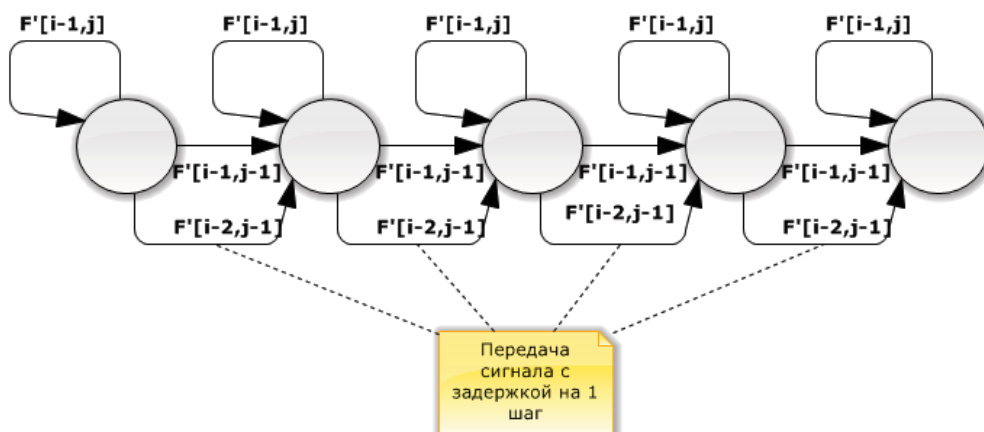


Рис. 4. Модифицированный граф потока сигналов

$$\begin{cases} i' = i + j \\ j' = j \end{cases}$$

Обратная нумерация $v^{-1}: V' \rightarrow V$ задается формулой

$$\begin{cases} i = i' - j' \\ j = j' \end{cases}$$

Данная нумерация переносит элементы матрицы с диагоналей параллельных побочной диагонали в строки, так что они находятся в соседних позициях.

Свойства нумерации:

- 1) номер строки в новой матрице совпадает с номером итерации цикла;
- 2) номера столбцов исходной и новой матриц совпадают;
- 3) число строк новой матрицы равно $n + m - 1$;
- 4) число столбцов в матрицах совпадает.

Из свойств 1 и 2 следует, что во время вычисления значений матрицы нет необходимости вычислять пару (i, j) , а значения соседних элементов, необходимых для вычисления, определяются по формулам:

$$F_{i-1, j-1} = F'_{i'-2, j'-1}, i' > 1, j' \geq 0$$

$$F_{i-1, j} = F'_{i'-1, j'}, i' > 0$$

$$F_{i, j-1} = F'_{i'-1, j'-1}, i' > 0, j' \geq 0$$

Из свойств 3 и 4 следует, что размер дополнительной памяти, необходимый для организации матрицы равен $(n + m - 1)m - nm = (m - 1)m$ слов. Поэтому для более

эффективного расхода памяти и лучшей загрузки процессора необходимо чтобы выполнялось условие $n \geq m$.

Реализация алгоритмов

Рассмотрим реализацию алгоритма Нидлмана-Вунша на языке CUDA для семейства GPGPU Nvidia, поддерживающего данную технологию. Язык CUDA является расширением языка C. В него добавлены средства запуска ядра и API для работы и управления GPU, управления выполнением нитей ядра и передачей данных между нитями и между CPU и GPU. Программа на языке CUDA компилируется с помощью специального компилятора, который разделяет программный код для GPU и CPU. Программный код для GPU компилируется с данным компилятором в объектный или ассемблерный код. А программный код для CPU компилируется стандартным C компилятором, затем линковщик соединяет объектные файлы в программу.

Каждая нить вычисляет отдельный столбец матрицы в цикле. Для вычисления значений матрицы на CUDA необходимо, чтобы нити работали синхронно. Для этого внутри цикла необходимо поставить барьерную синхронизацию. Однако для упрощения межпроцессорного взаимодействия можно синхронизировать только нити внутри блока, межблочная синхронизация стандартными средствами CUDA невозможна. Поэтому для вычисления элементов матрицы воспользуемся следующим методом, предложенным в [14]. Схема вычислений представлена на рисунке 5.

Номер блока			
0	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7

Рис. 5. Схема вычислений

Каждый блок из p нитей вычисляет фрагмент матрицы $n \times n$, после чего ядро перезапускается. Блоки, отмеченные на рисунке одинаковыми номерами, могут быть запущены в одном ядре. В данном случае получается параллелизм как на уровне нитей, так и на уровне блоков.

В алгоритме Нидлмана-Вунша для вычисления значения элементов матрицы методом динамического программирования необходимо знать значения трех соседних элементов матрицы, вычисленных на предыдущих шагах. Их необходимо прочитать из глобальной памяти GPU. Так как данная операция выполняется достаточно долго, можно передавать вычисленные значения напрямую между нитями, минуя глобальную память. Для этого необходимо воспользоваться разделяемой памятью. Разделяемая память имеет небольшой размер, и поэтому находится в кэше, что ускоряет доступ к ней. Однако полностью избавиться от чтения из глобальной памяти невозможно, т. к. в начале работы ядра необходимо проинициализировать разделяемую память, прочитав в нее из глобальной значения полученные ранее.

Скорость выполнения программы зависит от размера блока. Чем больше блок, тем меньше число запусков ядра, что ускоряет работу программы. Однако чем больше блок тем больше накладные расходы связанные с барьерной синхронизацией, и тем больший объем разделяемой памяти необходим блоку, из-за чего разделяемая память

может не поместиться в кэш полностью.

Исходный код программы расположен в git-репозитории по адресу https://bitbucket.org/apotapoff/sequence_alignment. git версия 0.0.1. Эксперименты проведены на платформе NVIDIA GeForce GTX 460.

На рисунке 6 показаны графики времени выполнения ядра в зависимости от размера входных данных и размера блока.

Из рисунка видно, что наиболее оптимальный размер блока составляет 256 потоков. При увеличении блока увеличиваются накладные расходы времени на организацию работы блока.

После переупорядочивания элементов матрицы транзакции к глобальной памяти для потоков варпа (полуварпа) объединяются, что дает увеличение скорости обращения к глобальной памяти в 32 (16) раза. Для оптимизированного алгоритма также необходима синхронизация потоков, для этого воспользуемся такой же схемой вычисления, как и в предыдущем случае. Данное решение увеличивает число запусков ядра, что влечет за собой увеличение времени работы алгоритма, однако более лучшего способа обойти данное ограничение архитектуры, пока не найдено.

Для уменьшения числа обращения к глобальной памяти воспользуемся также передачей данных между нитями через разделяемую память.

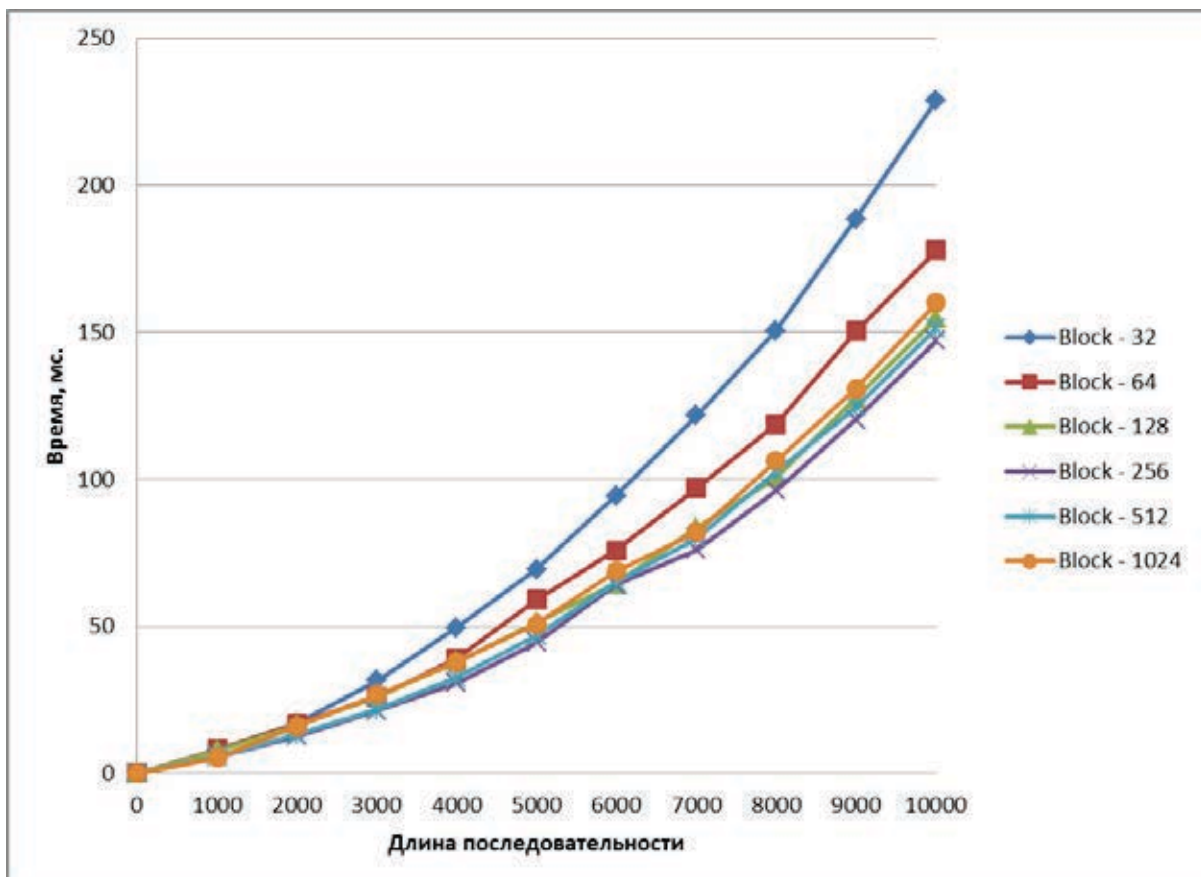


Рис. 6. Время выполнения ядра неоптимизированного алгоритма

Результаты экспериментов представлены на рисунке 7. Согласно рисунку, время работы алгоритма снижается при увеличении числа потоков в блоке. Однако при числе нитей 256, 512 и 1024 ускорения выполнения не наблюдается.

Сравним скорость выполнения алгоритмов при числе потоков в блоке равном 256 (Рисунок 8).

Как видно из графика, оптимизированный алгоритм работает быстрее неоптимизированного, и на последовательностях ДНК длиной 10000 элементов его время

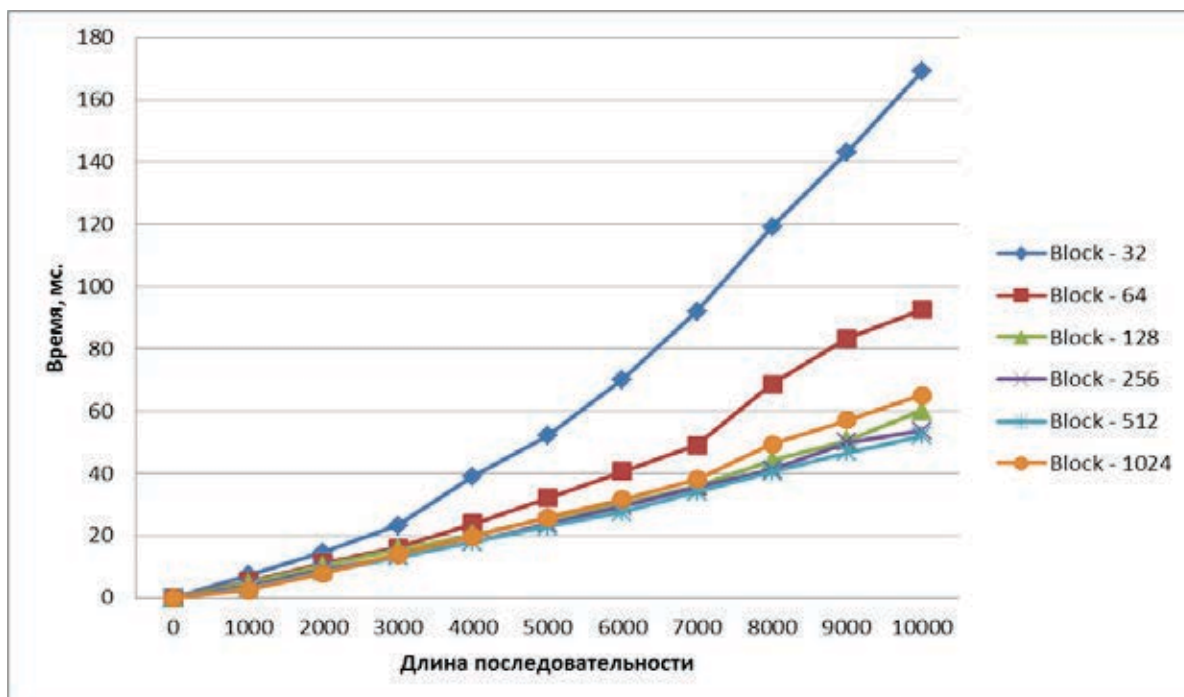


Рис. 7. Время выполнения ядра оптимизированного алгоритма

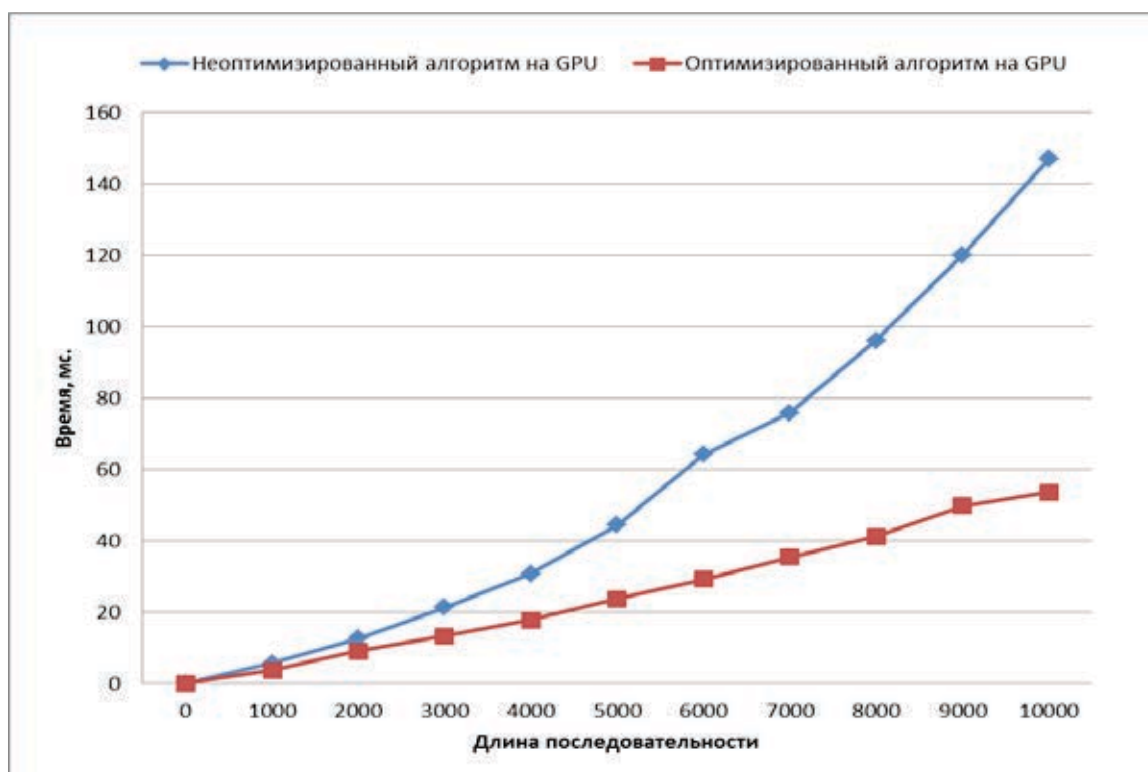


Рис. 8. Сравнение скорости работы алгоритмов

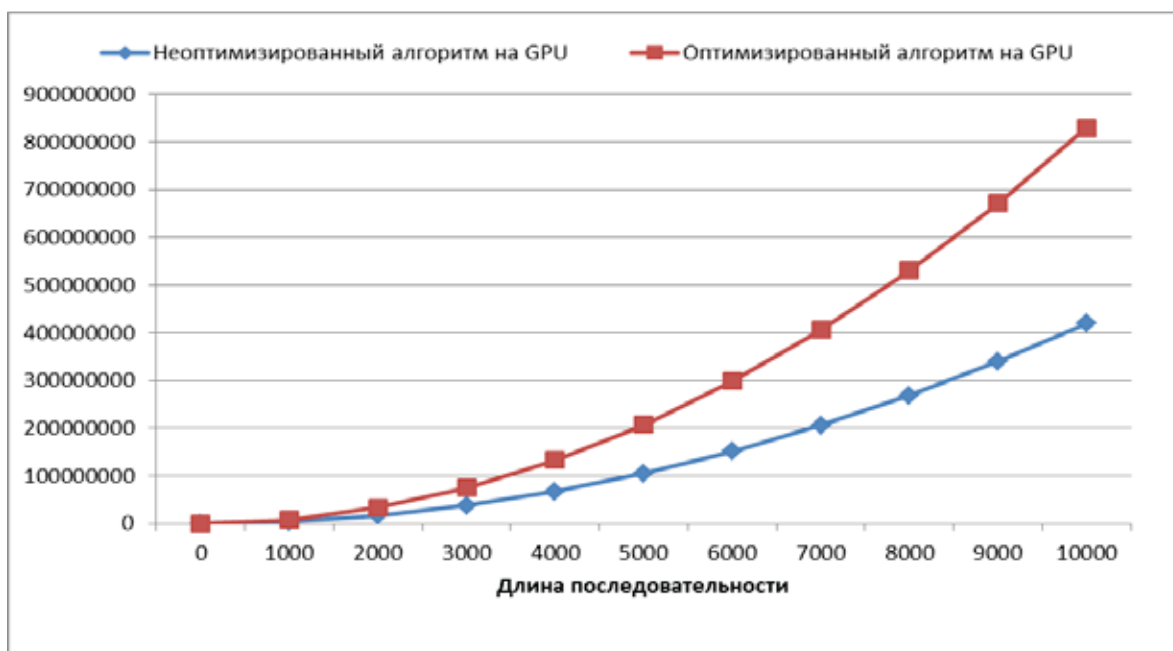


Рис. 9. Сравнение размера памяти для работы алгоритмов

выполнения в 3,5 раза меньше.

Сравним размер необходимой глобальной памяти для работы алгоритмов (Рисунок 9)

Размер памяти требуемой алгоритмам имеет одинаковую асимптотику $O(n^2)$, однако для оптимизированного алгоритма требуется в два раза больше памяти, что ограничивает его использование на больших последовательностях. Однако память является менее критичным ресурсом, чем время. Обойти данное ограничение можно, либо увеличив количество памяти на GPU, либо используя кластеры из GPU.

Вывод

В работе рассмотрен метод переупорядочивания элементов матрицы динамического программирования для алгоритмов выравнивания биологических последовательностей, оптимизирующий обращение к глобальной памяти на GPU. Предложен способ нумерации элементов матрицы. И проведены эксперименты, доказывающие, что переупорядочивание элементов матрицы дает уменьшение времени работы алгоритма за счет объединения транзакций к глобальной памяти GPU в каждом варпе.

Литература:

1. Сетубал Ж, Мейданис Ж. Введение в вычислительную молекулярную биологию. — Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. — 420 с.
2. Mount DM. (2004). Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press: Cold Spring Harbor, NY.
3. T. R. P. Siriwardena & D. N. Ranasinghe «Global Sequence Alignment using CUDA compatible multi-core GPU», Information and Automation for Sustainability (ICIAFs), 2010 5th International Conference on, 2010
4. Peter Steen, Robert Giegerich, Mathieu Giraud, «GPU parallelization of algebraic dynamic programming», Proceedings of the 8th international conference on Parallel processing and applied mathematics: Part II, 2010
5. CUDA C programming Guide.
6. Боресков А. В. «Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учеб. пособие» — М.: Издательство Московского университета, 2012—336 с.
7. Дурбин Р., Эдди Ш., Крэг А., Митчисон Г. Анализ биологически последовательностей. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. — 480 с.
8. Saul B. Needleman, Christian D. Wunsch «A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins», Journal of Molecular Biology 48, 1970.
9. Osamu Gotoh «An improved algorithm for matching biological sequences», Journal of Molecular Biology 162, 1982.
10. Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 672 с.
11. Singbo Jung GPU data-parallel computing computing of sequence alignment using CUDA, 2008.

12. Ершов Ю. Л. Теория нумераций — М., 1977. — 416 с.
13. Линьков В. М. Нумерационные методы проектирования систем управления данными: Монография — Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1994. — 156 с.
14. S. Che, M. Boyer, J. Meng, D. Tarjan, J. W. Sheaffer, and K. Skadron. A performance study of general-purpose applications on graphics processors using cuda. [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?oi=10.1.1.143.4849>

Применение метода кросс-вейвлетов для анализа финансовых рядов

Фатьянов Михаил Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент
Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), филиал в г. Кисловодске

Введение

Анализ временных рядов представляет собой одну из наиболее важных областей в экономической теории и практике. Характерной особенностью временных рядов является то, что наблюдения за некоторым объектом производятся последовательно во времени (например, ежедневный объем продаж какого-нибудь товара, уровень инфляции, обменный курс валют) — все это временные ряды.

Целью данной работы является проверка возможности изучения временных финансовых рядов методами, развитыми в последнее время с тем чтобы в дальнейшем применять эти методы в экономических и финансовых исследованиях. Мы ограничимся методами спектрального анализа рядов, в котором целью анализа является разложение комплексные временные ряды с циклическими компонентами на несколько основных синусоидальных функций с определенной длиной волн. Базовая идея анализа временного ряда по Фурье состоит в том, чтобы разделить данные на сумму синусоид с различными длинами циклов.

Наиболее известный пример применения спектрального анализа — циклическая природа солнечных пятен. Оказывается, что активность солнечных пятен имеет 11-ти летний цикл. Другие примеры небесных явлений, изменения погоды, колебания в товарных ценах, экономическая активность и т.д. также часто используются в литературе для демонстрации этого метода. цель спектрального анализа — распознать сезонные колебания различной длины.

Основными недостатками традиционного анализа Фурье можно назвать следующие.

1. Недостаточная информативность при анализе нестационарных сигналов и практически полное отсутствие возможностей анализа их особенностей (сингулярностей). Появляются «паразитные» высокочастотные составляющие, явно отсутствующие в исходном сигнале при наличии в нём скачков и разрывов.

2. Гармонические базисные функции разложения не способны в принципе отображать перепады сигналов с бесконечной крутизной типа прямоугольных импульсов,

так как для этого требуется бесконечно большое число членов ряда. При конечном числе членов ряда Фурье в окрестностях скачков, разрывов и т.п. в восстановленном сигнале возникают значительные осцилляции — явление Гиббса (Gibbs phenomenon).

3. Преобразование Фурье отображает общие сведения о частотах исследуемого сигнала в целом и не дает представления о локальных свойствах сигнала при быстрых временных изменениях его спектрального состава. Классический алгоритм преобразования Фурье в принципе не предоставляет возможности анализировать частотные характеристики сигнала в произвольные моменты времени. Напомним, что, используя преобразование Фурье, можно работать с сигналом либо только во временной области, либо только в частотной. Для стационарного сигнала эта информация и не требуется, поскольку частотные составляющие сигнала и их амплитуды на любом временном интервале идентичны.

Кроме этого существует фундаментальная проблема, связанная с конечностью исследуемого ряда, в то время как преобразование Фурье требует, чтобы функция была заданной и периодичной на бесконечном интервале.

Преодолеть эти ограничения удалось с развитием в 80-х годах XX века метода вейвлет-анализа. Само слово «wavelet» буквально означает «маленькая волна», или «всплеск» — термин, использовавшийся одно время в отечественной литературе. Вейвлет-анализ стали широко применять в классических областях, таких как анализ и обработка числовых рядов физических, геофизических и тому подобных результатов экспериментов и наблюдений. Теперь он широко используется при распознавании синтезе сигналов различной природы и структур (например, речи), при анализе кардиограмм, при диагностике острых лейкозов, также для решения задач обработки, сжатия, хранения и передачи больших объемов информации, в том числе аналогового и цифрового изображения (JPEG-2000) и видео (MPEG-4).

Многие исследователи называют вейвлет-анализ своеобразным «математическим микроскопом» для точного изучения внутреннего состава и структур неоднородных сигналов и функций.

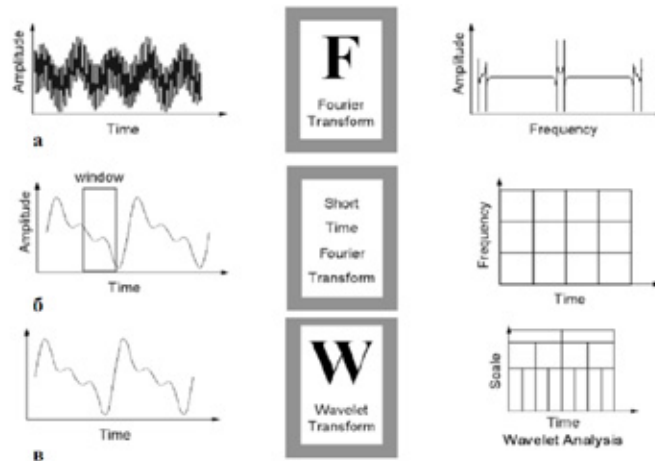


Рис. 1. Схематическое изображение исследования сигнала преобразованием Фурье (а), оконным фурье-преобразованием (б) и вейвлет-преобразованием (в). Фурье-преобразование показывает амплитудно-частотную характеристику сигнала — наличие и амплитуду различных гармоник в сигнале. Оконное фурье-преобразование демонстрирует наличие гармоник в сигнале в заданном диапазоне движущегося вдоль временной оси окна. Вейвлет-преобразование демонстрирует масштабные сравнения сигнала с заданными базовыми вейвлетами в каждый момент времени существования сигнала

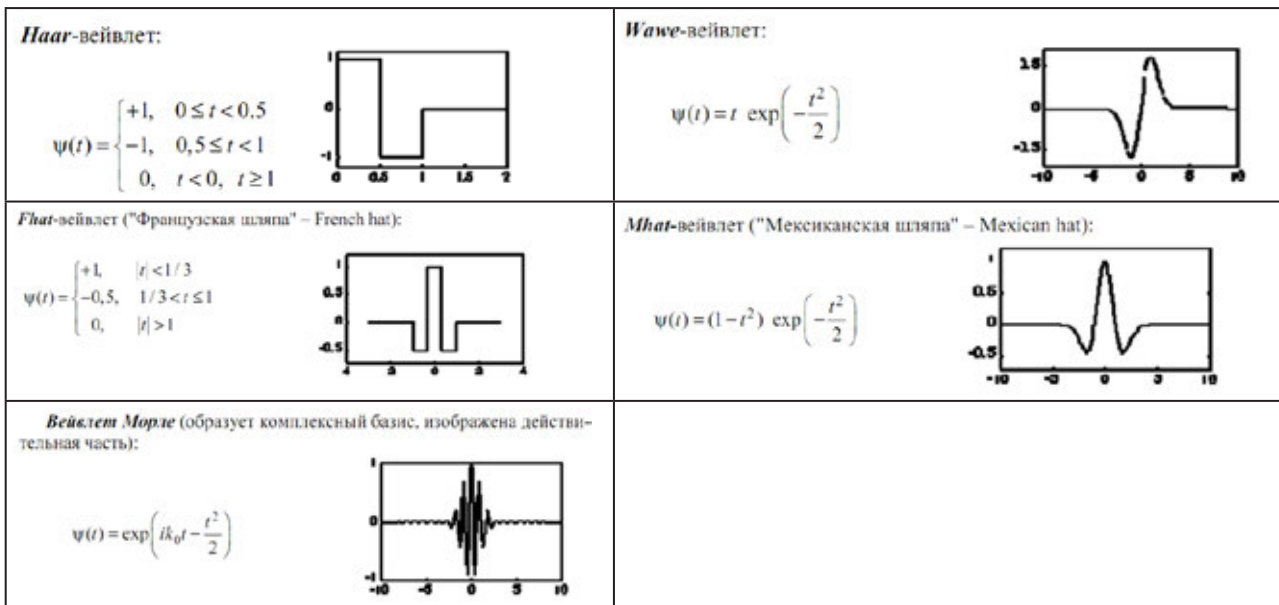


Рис. 2

Наглядно различия между классическим фурье-преобразованием, оконным фурье-преобразованием и вейвлет-преобразованием демонстрирует рис. 1.

В классическом фурье-анализе естественным образом в качестве базовых функций используются синусы и косинусы или в общем виде — комплексная экспонента. Были попытки использования других ортогональных функций (например, ортогональных полиномы), но они оказались сложными в интерпретации результатов.

В вейвлет-анализе выбор базовых функций огромен и постоянно расширяется. На рис. 2 приведены самые популярные основные классические вейвлеты, с которых

«всё начиналось», и применение которых в настоящее время наиболее упрощено благодаря включению вейвлет-преобразований в виде стандартных приложений в математические пакеты.

Приведем пример Фурье-анализа двух сигналов стационарного и нестационарного. Первый сигнал, представляющий собой сумму двух синусоид с частотой 10 и 50 Гц, представлен на рис. 3а.

Этот сигнал стационарен в том смысле, что частоты, в нем содержащиеся, не меняются во времени. На его спектральной характеристике, как и следовало ожидать, видны два пика, в идеале представляющие собой δ-функции.

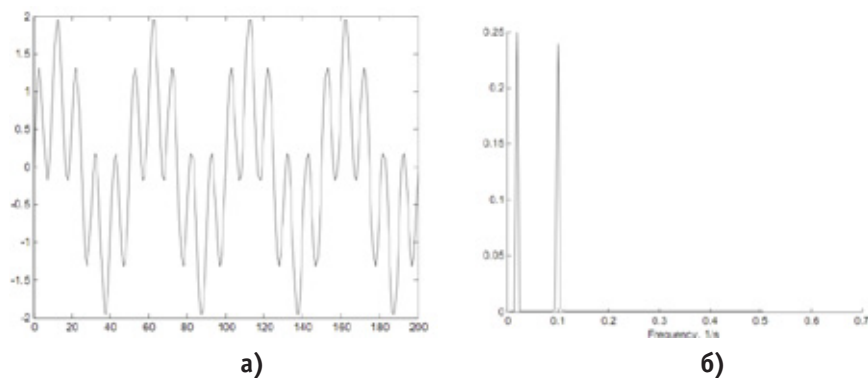


Рис. 3а Стационарный сигнал, представляющий собой сумму двух синусоид с частотой 10 и 50 Гц и его спектральная характеристика 3б)

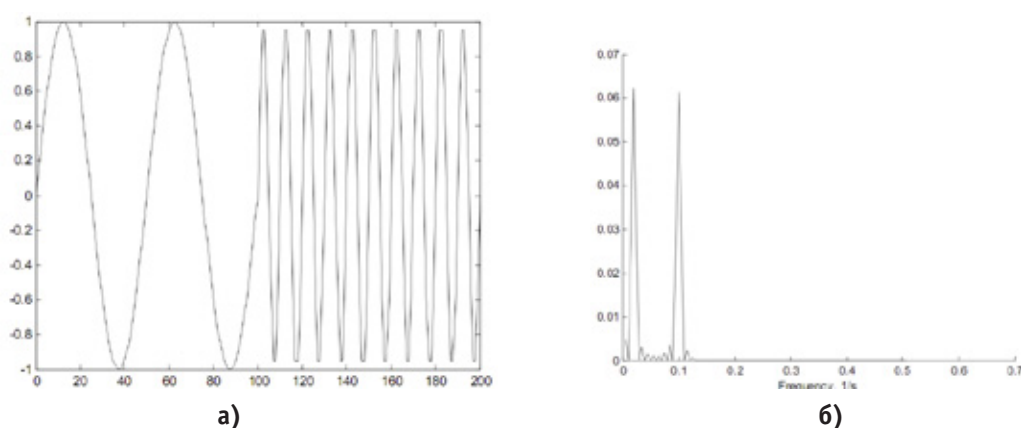


Рис. 4а. Нестационарный сигнал, содержащий синусоиды 10 Гц и 50 Гц на различных временных интервалах и его спектральная характеристика 4б)

Теперь для сравнения рассмотрим нестационарный сигнал. Для простоты рассмотрим сигнал, в котором присутствуют те же самые частоты, что и в упомянутом примере, но эти частоты встречаются на различных временных интервалах (рис. 4а). Рассмотрим спектр этого нестационарного сигнала (рис. 4б). На рисунке чётко видны две частоты. «Ложные частоты» имеют небольшую амплитуду, и они появляются из-за наличия скачка значения функции и её производной в момент смены частоты. Не считая этих частот, как и на рис. 3а, видны две основные гармоники, присутствующие в исходном сигнале.

Таким образом, отличия в спектральных характеристиках рассмотренных двух сигналов незначительны: присутствуют ложные частоты малых амплитуд в нестационарном сигнале (рис. 3б и 4б).

Рассмотренный пример показывает, что по своей сути преобразование Фурье дает представление о том, какие частоты в спектре сигнала присутствуют, но не может ответить на вопрос, каково время существования спектральных составляющих сигнала. Для временной локализации спектральных компонентов необходимо сконструировать частотно-временное представление сигнала.

Эту задачу в некоторой степени может решить так называемое оконное преобразование Фурье, однако наиболее полно её решает вейвлет-преобразование.

Приведём для сравнения вейвлет-преобразование обсуждаемого ранее примера с двумя гармониками. ВП суммы двух гармоник (10 и 50 Гц) и тех же гармоник, действующих на двух последовательных интервалах, изображены на рис. 5а), 5б).

Вейвлет-анализ финансовых рядов

Мы применили описанный метод использовали временные ряды динамики изменения мировых валют по отношению к рублю.

На рис. 6 изображены графики курса евро (6а) и доллара США (6б) за 2007–2013 года, представленные на сайте www.alt.ru компанией АЛЬТА-СОФТ.

Рис. 7. а) и 7. б) демонстрирует вейвлет-спектры каждого из рядов. На графике с) Power отчетливо видно, что основной максимум энергии в спектре приходится на диапазон масштабов времени 3–4 года, то есть основным в эволюции в данную эпоху является тренд вокруг кризиса 2008 года.

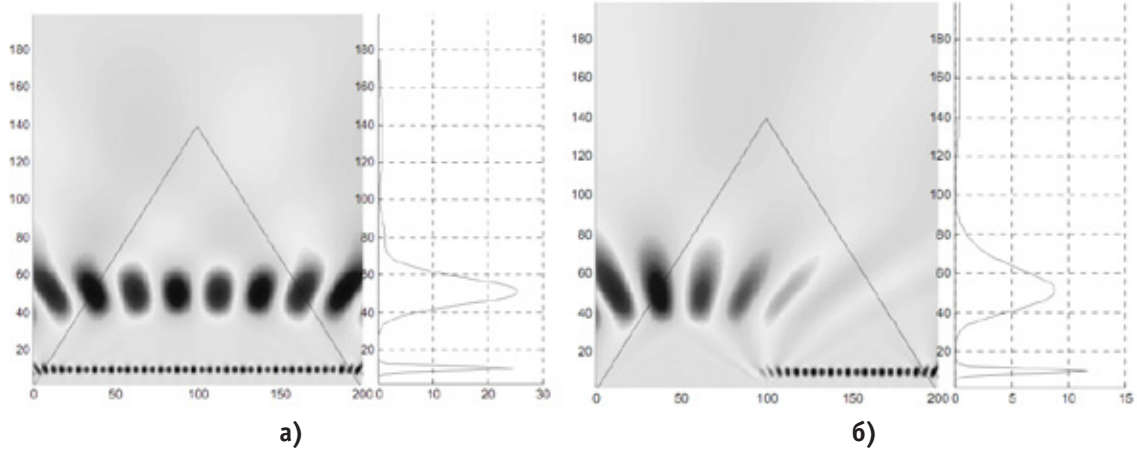


Рис. 5а. Вейвлет-преобразование стационарного сигнала, состоящего из набора двух гармоник
 Рис. 5б. Вейвлет-преобразование нестационарного сигнала, состоящего из последовательного включения двух гармоник

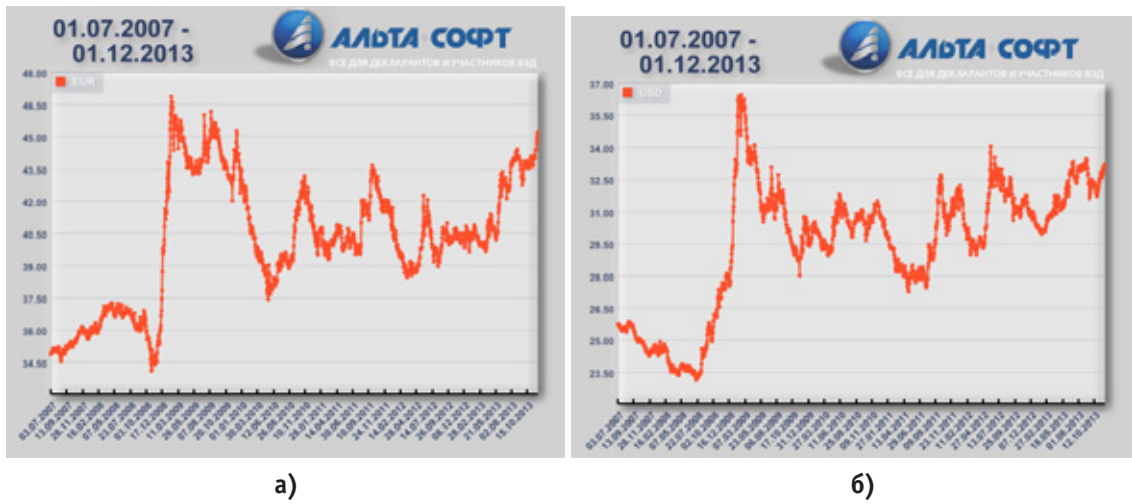


Рис. 6

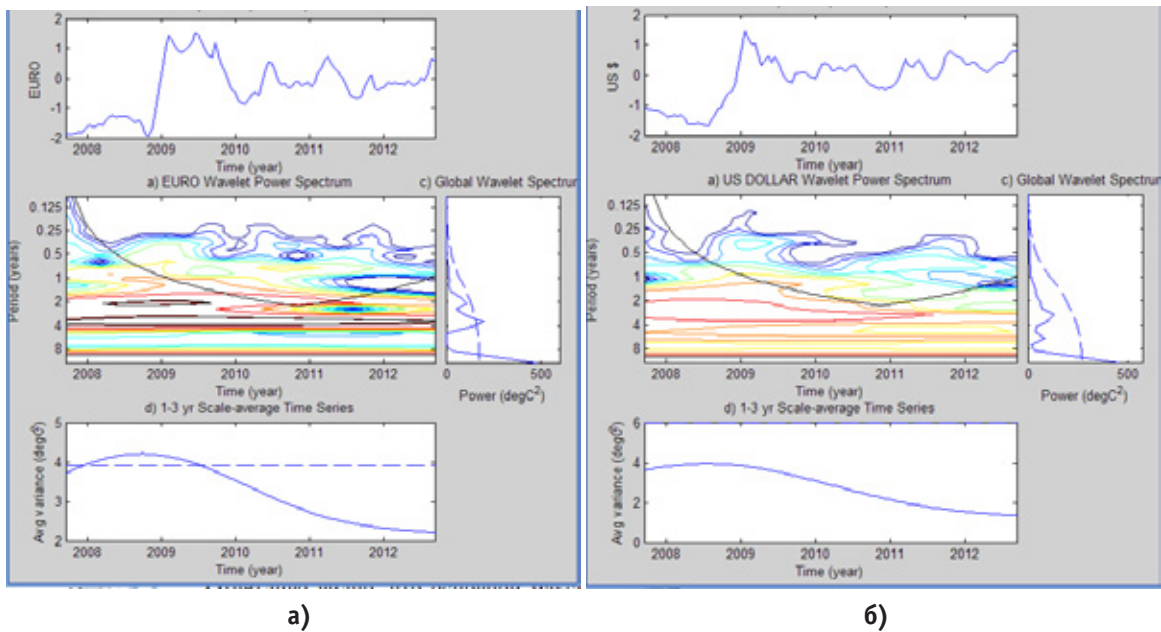


Рис. 7.

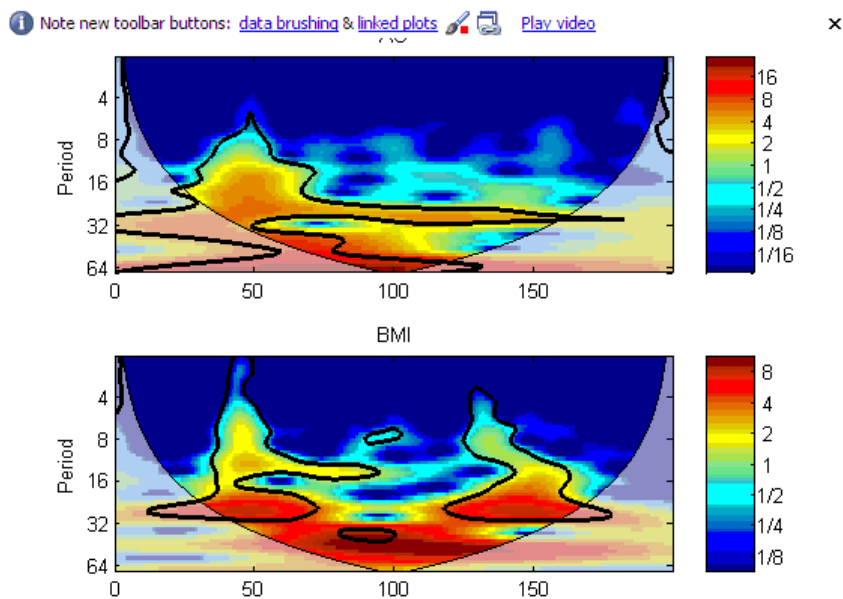


Рис 8 а). Вейвлет-спектры рядов, представленных на рис. 6а и 6б

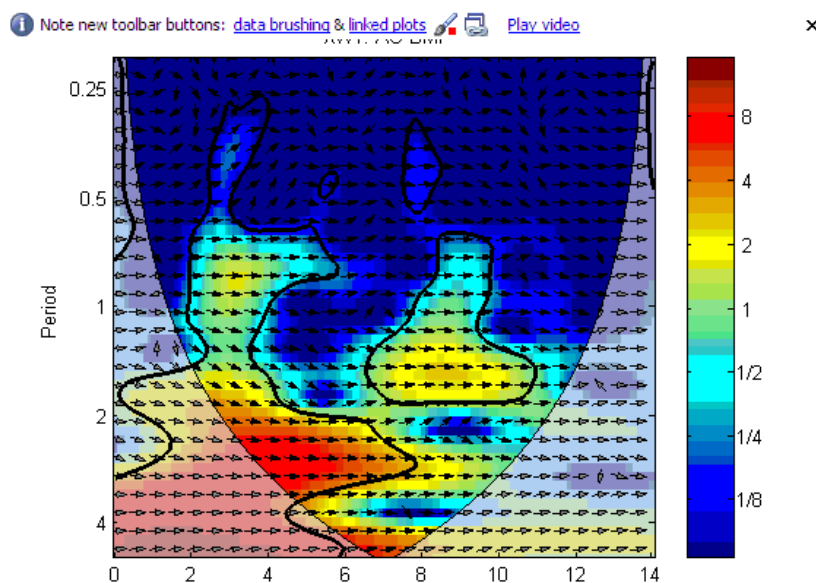


Рис. 8. б) Взаимный кросс-вейвлет спектр рядов 6.а, 6.б

Следующий этап нашего исследования — вычисление кросс-вейвлет спектра обоих исследуемых рядов. Для этого мы использовали программу WTC-16, разработанную для пакета MATLAB 7.0. Кросс-вейвлет спектр представляет собой свертку комплекснозначных и взаимно-сопряженных вейвлет-спектров каждого из рядов. И показывает наибольшие значения на тех временах и масштабах, где оба ряда ведут себя подобным друг другу образом.

Результаты вычислений представлены на рис. 8.

Наибольшая корреляция рядов наблюдается в период

кризиса конца 2008 года (красный цвет на диаграмме). Стрелки право означают небольшое опережение ряда US\$ перед рядом EURO.

Заключение. Возможность одновременно при сопоставлении рядов изучать и пространственную и частотную картину их эволюции, а также проводить совместный кросс-анализ на диаграмме является очень важным достоинством описанного метода. Особенно интересно рассмотреть такие ряды для разных финансовых индексов и в различные эпохи экономического развития. Мы предполагаем получить эти результаты в дальнейшем.

Литература:

1. Нагорнов О. В. Вейвлет-анализ в примерах, М.: НИЯУ МИФИ, 2010. — 120 с.
2. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996, т. 166, № 11.
3. Воробьев В. И., Грибунин В. Г. Теория и практика вейвлет-преобразования // ВУС, 1999. с. 1–204.
4. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2002.

Информационные технологии в сохранении и восстановлении экосистем региона КМВ

Флоринский Олег Святославович, кандидат технических наук, доцент
Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), филиал в г. Кисловодске

В современных реалиях весьма актуальной задачей для специалистов мелиораторов стало умение использовать информационные технологии для решения сложных задач по сохранению экологических систем и моделированию различных экологических процессов с целью прогнозирования развития явления во времени.

Горько-соленое озеро Большой Тамбукан — уникальный источник целебной грязи расположено в особо охраняемом эколого-курортном регионе КМВ. Первое упоминание об этом озере встречается в 1773 году в записках путешественника И. А. Гюльденштедта. И только спустя почти столетие, в 1872 году химиком Ф. Ф. Шмидтом был произведен первый химический анализ рапы озера, который и положил начало изучению этого водоема. Минерализация рапы в этот период составляла: 50,45 г/л. Работы Ф. Ф. Шмидта и А. И. Фомина (1886 год) послужили толчком к применению тамбуканской грязи в лечебных целях. Добыча грязи на озере Большой Тамбукан началась в 1886 году на курортах Кавминвод с использованием аппликационного метода применения ее в лечебных целях.

Тамбуканская лечебная грязь относится к типу иловых сульфидных высокоминерализованных, обладающих ценными лечебными свойствами. Общие геологические запасы ее в озере составляют 2,6 млн. тонн, при максимальном уровне эксплуатации этих запасов должно было бы хватить более чем на 180 лет.

Установлено, что бактерицидное действие грязи зависит от минерализации воды и грязевого раствора, действия микроэлементов, микробов, наличия колибактериофагов. Оптимальное содержание солей в воде озера должно составлять 40–60 г/л, критическое: минимальное 30 г/л, максимальное 70 г/л. В настоящее время уровень воды в озере более чем на 4 м выше оптимального, а величина минерализации рапы снизилась до 23 г/л. Грязеобразование — многофакторный биологический процесс, зависящий от атмосферных осадков; солей, приносимых подземными и поверхностными водами; температуры

воздуха; микробиологических процессов; воды, в растворе которой преобладают сульфаты и хлориды натрия, магния.

В настоящее время выросло количество атмосферных осадков, упала величина испарения, увеличилась доля поверхностного стока, что ведет к опреснению рапы. В связи с опреснением рапы произошли существенные изменения в составе гидробионтов и микробиологии водоема, в толще воды Большого Тамбукана стали активно развиваться представители пресноводной фауны.

Галофильный микробиологический биоценоз заменяется пресноводным, отмечается уменьшение числа сульфатредуцирующих бактерий, генерирующих сероводород, чисто сероводородный запах сменяется меркаптановым. Распреснение рапы озера может привести к изменению качества и ухудшению лечебных свойств иловой грязи.

В целях сохранения уникального месторождения лечебной грязевой залежи необходимо разработать и реализовать комплекс мер по рациональному регулированию водно-солевого баланса озера Большой Тамбукан, моделируя процессы, происходящие в озере, и прогнозируя результаты применения тех или иных мероприятий на основе программ статистической обработки данных и эмпирических зависимостей. Анализ данных метеостанции «Тамбукан» ОАО «Кавминкурортресурсы» (

Таблица 1. уровень воды в таблице приведен относительно репера с абсолютной отметкой 545,00 м — условного нуля для озера Тамбукан) по водно-солевому балансу озера позволил выявить ряд ярко выраженных зависимостей. На рассоление рапы озера, как уже отмечалось, оказывает влияние большое количество разнообразных факторов. И в первую очередь, это водный баланс, которой формируется осадками и испарением, притоком и оттоком подземных вод, поверхностным стоком с водосборной территории, которая, в свою очередь, зависит от занятости склонов лесными насаждениями, различной растительностью, пашней, лугами и д. т.

Таблица 1

Годы	Уровень воды, см	Минерализация, г/л
1971	40,7	70,97
1972	18,7	80,97
1973	13,5	77,93
1974	43,3	64,31
1975	45,6	67,55
1976	41,6	68,76
1977	89,9	60,23
1978	133,1	49,92
1979	122,7	54,1
1980	116	55,25
1981	116	55,87
1982	122,3	54,12
1983	126	53,11
1984	171	43,64
1985	260	32,88
1986	287	32,45
1987	274,8	34,7
1988	304	30,56
1989	322,8	28,87
1990	336,4	28,54
1991	347	28,94
1992	381	29,39
1993	460	25,81
1994	471	27,31
1995	451	26,05
1996	452,4	26,13
1997	466	26,34
1998	491,5	25,2
1999	465,3	25,93
2000	441,3	27,52
2001	429	27,3
2002	427,5	28,2
2003	437,8	28,32
2004	457,25	27,75
2005	550,3	23,12

Применение современных статистических программных продуктов позволяет на основе корреляционно-регрессионного анализа построить математические модели исследуемых процессов. Для построения эмпирического уравнения, отражающего изменение солевого баланса под влиянием водного, использовалась программа «Statistica». В таблице 1 и на графике (рисунок 1) приведены данные, отражающие естественный водно-солевой баланс озера с 1971 по 2005 год.

Корреляционно-регрессионный анализ результатов исследований, проведенный на базе пакета «Statistica», позволяет получить эмпирическое уравнение, описывающее зависимость минерализации рапы от уровня воды в озере.

Широкие возможности пакета позволяют проанализировать различные формы кривых для описания связи

и выбрать наиболее подходящую, с максимальным коэффициентом корреляции. В результате проведенной обработки и анализа данных выбор был остановлен на полиномиальном уравнении третьей степени (рисунок 2) с коэффициентом корреляции 0,9910124.

Приведенная формула статистической зависимости минерализации от величины поступления в озеро склонового стока водозабора может быть использована при водобалансовых расчетах, практическое применение формула может найти при эксплуатации построенных регулирующих гидротехнических сооружений для автоматизированного расчета необходимого количества поступающего склонового стока в озеро с его водосборной площади при требуемой минерализации рапы.

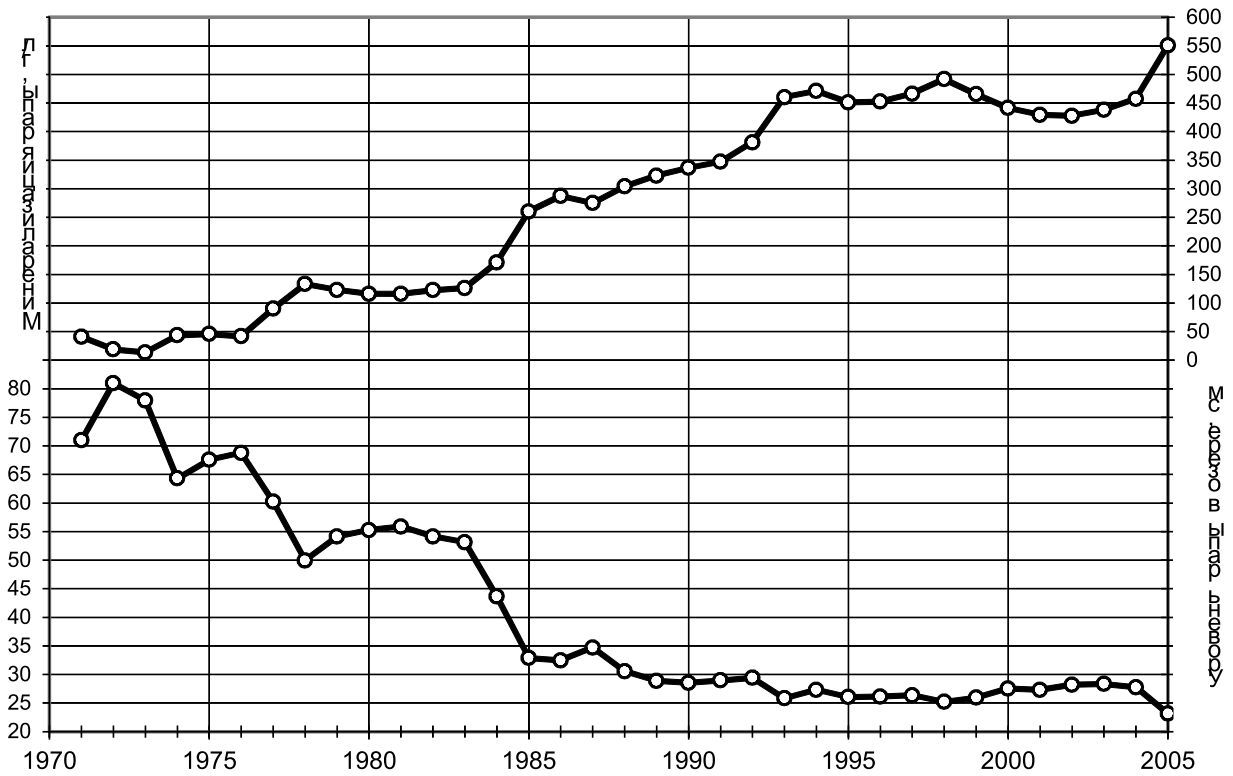


Рис. 1. Динамика водно-солевого баланса в озере «Большой Тамбукан»

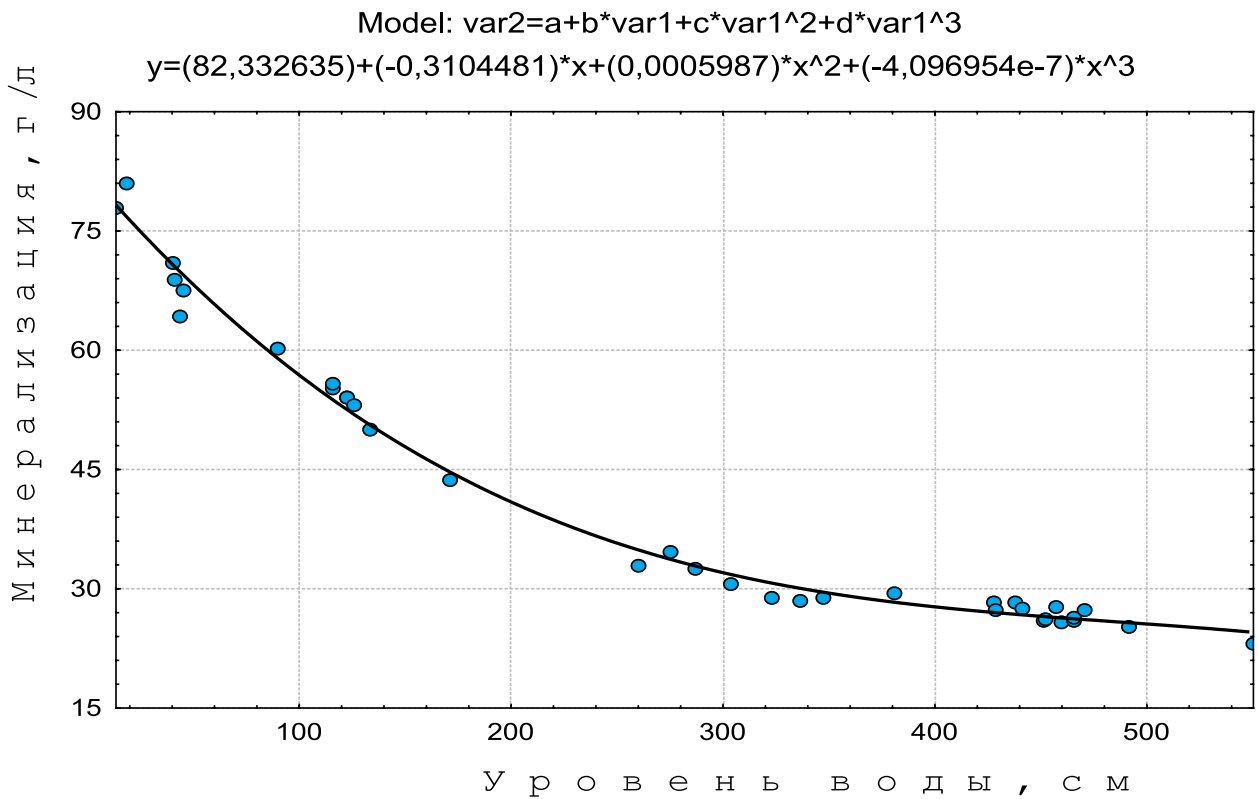


Рис. 2. Использование пакета «Statistica» в регрессионном анализе

Современные информационные технологии при решении проблем уникального, грязевого, лечебного месторождения озера Большой Тамбукан дают возможность:

— произвести обработку метеогидрологических данных наблюдений с удлинением рядов для получения наиболее достоверных водно-балансовых расчетов без регулирования и с регулированием гидротехническими сооружениями склоновых стоков с водосборного бассейна озера;

— определить необходимый водный баланс экосистемы озера, прекращающий деградацию залежей грязи и восстанавливающий уникальное месторождение целебной грязи;

— получить ретроспективу и перспективу изменения солевого состава рапы и залежи месторождения грязи;

— получить графические и эмпирические зависимости изменения солевого состава рапы от климатических условий, занятости склона и гидрологии водосборной площади бассейна (поверхностная и подземная составляющие стока).

— создать информационную модель для эксплуатации Тамбуканского месторождения лечебной грязи, позволяющую на основании проводимого информационного мониторинга автоматически регулировать необходимый водный режим, с оптимальным водно-солевым балансом.

Литература:

1. Казанкин А. П., Флоринский О. С. О гидрологическом режиме озера Большой Тамбукан // Водные ресурсы, 2007, том 34, № 2, с. 150–157
2. Флоринский О. С., Носов А. К. Уникальным национальным природным богатствам КМВ необходима действенная государственная защита. // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования» № 4 (7), 2012, с. 74–77

ПРОЧЕЕ

Роль дизайна рекламного образа (имиджа) компании в современном обществе

Ажгихин Сергей Геннадьевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Абрамова Валентина Олеговна, студент

Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Роль рекламы в современном обществе не ограничивается ни рамками коммерческих коммуникаций, ни даже всей рыночной деятельностью. Значение рекламы возрастает практически во всех областях экономики и общественной жизни. Нельзя не отметить её значительную идеологическую, образовательную, психологическую и эстетическую роль [1].

С глобальным развитием рыночной экономики конкуренция во всех направлениях и сегментах бизнеса обостряется. Коммерческим компаниям все больше сил приходится тратить на захват и сохранение своей доли рынка. Для более эффективной работы требуются новые ресурсы, обеспечивающие большую продуктивность. Например, таким ресурсом может являться имиджевая реклама компании.

Рекламу обычно разделяют на два основных вида: товарную и имиджевую. Эти виды рекламы различаются, прежде всего, объектом рекламы — тем, о чем идет речь непосредственно в рекламе. В товарной рекламе объектом является товар, в имиджевой — производитель товара [2].

Следовательно, если объект рекламы разный, значит, и эффект, получаемый от этих видов рекламы, разный: в случае товарной рекламы эффект — это деньги, а в случае имиджевой — репутация компании-производителя. Соответственно и время действия этого эффекта различно — для имиджевой рекламы оно значительно дольше, чем для товарной.

Увеличивающееся противоборство компаний в различных сферах бизнеса заставляет все больше времени, сил и финансовых средств тратить на рекламные кампании. При этом отдача от них не всегда совпадает с ожиданиями, так как множество компаний одной отрасли борются за одну целевую аудиторию, используя приблизительно одинаковый набор методов и инструментов.

Вопросом развития имиджевой рекламы в России занимаются Логвин А. Н., Лебедев А. А., Феофанов О. А. и др., но никто не сделал акцента на важности применения и затрат на данную рекламу в современных условиях рыночной экономики.

Основным методологическим принципом при решении данной проблемы может стать понимание важности репутации компании как ее одного из главных активов. Все мировое сообщество оценивает это понятие крайне высоко, что является импульсом и российским компаниям обратить внимание на понимание этой идеи. Одной из важных проблем при создании имиджевой рекламы компании является культурно-этническая аудитория.

В современном мире практически нет моноэтнических государств, а мировая культура выглядит многоцветной мозаикой национальных культур. Характерной чертой современной мировой культуры являются интеграционные процессы, в результате которых происходит смешение этносов и этнических культур.

Россия исторически всегда была поликультурным государством. Поэтому проблема этнического самоопределения, познания и приятия других культур при сохранении взаимосвязи с родным языком и культурой, самореализации в поликультурном мире всегда являлась актуальной для российского общества.

Опираясь на выше сказанное, следует отметить, что для России будет актуально создание не просто имиджа компании с узнаваемым брендом, а полиобразной имиджевой рекламы, которая будет исходить из доминирующей психологии, нравственных целей населения региона, например, честность, открытость и надёжность.

Как правило, потребитель отдает предпочтение компаниям с более известным брендом (речь идет не обязательно о мировом господстве, зачастую достаточно региональной популярности торговой марки) и хорошей репутацией. Более половины покупок не совершаются из-за того, что покупатель ничего не знает о фирме, предлагающей товар или услугу, даже, несмотря на то, что они могут превосходить по своим качественным характеристикам более известного партнера.

А ведь цена, сроки, гарантии и прочие свойства товара продавца значительно лучше. В данном случае подействовал положительный имидж конкурента. Любой продавец, достаточное время практикующий работу с кли-

ентом, ответственно скажет, что позитивный имидж компании или бренда при продаже является вероятным залогом успеха [3].

К сожалению, в России существует мнение, что имиджевая реклама — это хорошо продающийся миф и что самом деле такого понятия (в реальной и профессиональной среде) просто не существует. Ведь для того, чтобы рекламировать свой имидж, он должен существовать.

В российской рекламе термин «имиджевая реклама» появился достаточно давно, почти сразу с появлением отрасли. Это перенятый опыт западных компаний, которые занимались тем, что рекламировали не преимуществами конкретного продукта, не отличия его от конкурента, не визуализировали текущее позиционирование. Многие компании через ассоциативные образы рекламировали торговую марку или суб-бренд, апеллируя к эмоциональным мотивам.

Большинству российских компаний необходимо задуматься об использовании именно имиджевой рекламы, которая напрямую не повышает уровень продаж, но помогает сформировать устойчивый положительный образ компании, который будет ассоциироваться с определенным набором товаров или услуг. Конечно, это повлечет увеличение рекламного бюджета, но, в перспективе развития бренда и компании в целом, произведет положительный эффект.

Согласно толковому словарю Вебстера, «имидж» — это искусственная имитация или преподнесение внешней формы какого-либо объекта и, особенно, лица. Это мысленное представление о человеке или компании, о товаре или институте. Имидж это то, как компания выглядит в глазах окружающих людей: партнеров по бизнесу, клиентов, общественности. Необходимо отметить, что имидж в современном бизнесе решает практически все: люди будут с неохотой покупать очень хороший товар, если у компании сомнительная репутация [4].

Цели и задачи корпоративной (имиджевой) рекламы совершенно не похожи на цели прочих видов рекламы. Имиджевая реклама стремится уменьшить сопротивление покупателя при осуществлении ему продажи.

Имиджевая реклама может использоваться для достижения многих целей, в их числе можно назвать следующие:

- 1) Сообщить общественности о деятельности фирмы;
- 2) Определить конкурентное место фирмы на рынке;
- 3) Привлечь инвесторов;
- 4) Повысить стоимость акций компании;
- 5) Отрастить штатные изменения;
- 6) Привлечь квалифицированных специалистов;
- 7) Исправить пошатнувшийся имидж.

Известный рекламист Дэвид Огилви отмечает, что целью рекламы должно быть создание комплекса символов, и основной из них должен наиболее резко обозначать индивидуальность товара. Индивидуальный, отличительный имидж товара должен каждый раз возникать в голове потребителя при его виде и служить побуди-

тельным мотивом при выборе в пользу именно этого товара. Во всем многообразии выбора среди однородных товаров покупатель подвергается интенсивному воздействию бессознательных эмоциональных стимулов. Имиджи или образы в основном конструируются на эмоциональных ассоциациях, именно поэтому их воздействие оказывается столь эффективным [5].

Таким образом, основная цель имиджевой рекламы — это информирование о себе целевой группы, создание положительного имиджа компании, ознакомление потенциальных покупателей или пользователей с продукцией (услугой), с назначением продукции, ее характеристиками, а также с направлениями деятельности, с теми преимуществами, которые получает покупатель, обращаясь к компании.

Другая цель имидж-рекламы — создать благоприятное впечатление именно о данном товаре или фирме.

В целом же, основное назначение имидж-рекламы — закрепить в сознании широкого круга людей положительный образ товара или компании. Такая реклама во многом помогает сгладить неудачи отдельных рекламных компаний.

1) Создание эффективного имиджа направлено на решение четырех основных задач:

2) Создание у широкого круга потребителей благоприятного мнения о компании;

3) Убеждение в том, что деятельность компании приносит пользу обществу;

4) Формирование у потребителей ассоциации имени компании и ее товарного знака с высоким качеством товаров и услуг;

5) Повышение осведомленности потребителей о компании, создание мнения о компании, как о крупной, преуспевающей фирме.

Следовательно, основная задача имиджевой рекламы должна быть направлена на создание в умах потребителей эффективного рекламного образа компании. Сначала создается привлекательный образ рекламируемой компании, а затем он внедряется в сознание потребителей. Человеку свойственно всему придавать эмоциональную окраску, позитивную или негативную, пропускать через призму своих чувств и эмоций. Именно поэтому имиджи строятся на эмоциональных ассоциациях, чувственном и эмоциональном восприятии.

Имидж в рекламе, или рекламный образ, тесно связан с какой-либо потребностью целевой аудитории. Эта потребность передается константами фирменного стиля. Например, если речь заходит о корпоративной рекламе как средстве конструирования образа компании, то это вовсе не означает ограничения воздействия на целевые аудитории только рекламными средствами. Ведь элементы корпоративной рекламы весьма разнообразны: это название и логотип компании; буклеты, корпоративный сайт и корпоративное видео; фирменный стиль, воплощенный в сувенирной и полиграфической рекламно-информационной продукции. К корпоративной рекламе

можно даже отнести архитектурный стиль и оформление интерьера офиса компании и корпоративную спецодежду.

Все элементы рекламного стиля «работают» на имидж и вместе с тем, каждый компонент этого стиля, каждая его константа способна напомнить об имидже в целом (товарная марка, например, и ее разновидности).

Инструменты продвижения корпоративного имиджа многообразны и включает средства бизнес-коммуникаций: рекламу, PR, маркетинг, investor-relations. При этом происходит постепенная интеграция, взаимопроникновение всех названных сфер бизнес-коммуникаций.

Наиболее эффективными компонентами для имиджевой рекламы считаются:

- 1) Рекламные ролики на телевидении (блиц — ролик и ролик);
- 2) Наружная реклама;
- 3) Реклама в популярных газетах и журналах;
- 4) Участие в благотворительных акциях с освещением участия в средствах массовой информации.

Таким образом, имидж — это образ потребности, создаваемый художественными средствами.

Имидж целенаправленно формируется за счет опосредованного воздействия через СМИ и различного рода специальных мероприятий. Создание имиджа — медленный процесс и изменения не будут эффективными до тех пор, пока сознание целевых аудиторий не воспримет содержание корпоративного имиджа.

Имиджмейкер в своей работе соединяет две стадии создания рекламного имиджа:

- 1) Определение (осмысление) потребности, ее идентификация, описание ее в лаконичной, концептуальной форме;

Литература:

1. Ромат Е. В. Реклама: рекламный менеджмент, маркетинговые коммуникации, понятия брендинга. — 2-е изд. // СПб.: Питер, 2008.
2. Малиновская С. А. Реклама и маркетинг, URL: http://reclama.tj/?Zachem_neobhodimo_ocenivatmz_effektivnostmz_marketinga %3F: Imidzhevaya_i_tovarnaya_reklama (дата обращения: 17.10.2012).
3. Музыкант В. Л. Теория и практика современной рекламы. — Новосибирск: СП «Интербук», 2006.
4. Уткин Э. А. Рекламное дело. Учебник/Э. А. Уткин, А. И. Кочеткова. — М.: Инфра-М, 2002.
5. Огилви Д. Огилви о рекламе. — М.: ЭКСМО, 2003.

2) Отбор необходимых выразительных средств рекламного творчества (констант, художественных средств) для конкретного аудио-изуального существования концептуального замысла.

В результате все элементы рекламного стиля «работают» на имидж и вместе с тем, каждый компонент этого стиля, каждая его константа способна напомнить об имидже в целом (товарная марка, например, и ее разновидности).

На основе вышесказанного, следует отметить, что в России понятие «имидж» стало предметом общественного внимания и научного анализа в последние десятилетия.

Корпоративная (имиджевая) реклама — это реклама по созданию благоприятного образа (имиджа) компании и товара.

Ее основная цель — ознакомить потенциальных покупателей или пользователей с продукцией (услугой), с назначением продукции, ее характеристиками, а также с направлениями деятельности, с теми преимуществами, которые получает покупатель, обращаясь к компании.

Другая цель имидж-рекламы — создать благоприятное впечатление именно о данном товаре или компании.

В целом же, основное назначение имидж-рекламы — закрепить в сознании широкого круга людей положительный образ товара или компании.

Такая реклама во многом помогает сгладить неудачи отдельных рекламных кампаний.

Как правило, в российской рекламной практике имиджевую рекламу могут позволить себе фирмы с устойчивыми позициями на рынке, а значит, с устойчивыми доходами.

Наркотизация населения как угроза национальной безопасности государства

Богомолов Алексей Владимирович, магистрант;

Климентенок Герман Геннадиевич, магистрант;

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (г. Санкт-Петербург)

На протяжении последних десятилетий в мире произошли значительные социальные изменения. Закончилась индустриальная и началась постиндустриальная

эпоха развития человеческой цивилизации. В XXI веке мировое сообщество встретило новые вызовы общественного развития. Среди них особо следует выделить непре-

рывно растущий уровень наркотизации населения — одну из ведущих угроз существованию человечества. По свидетельству представителей Организации Объединенных Наций эта проблема выдвинулась в один ряд с такими грозными проблемами, как мировая ядерная война и всемирная экологическая катастрофа [9, 11, 14].

Среди социальных пороков самыми массовыми являются пьянство, алкоголизм, наркомания и токсикомания [1–11]. Их влияние сказывается на всех сферах жизнедеятельности человека, затрагивает интересы всех социальных слоев, групп — всего общественного организма страны. В кризисные моменты развития общества сила воздействия наркотизма значительно возрастает, что в свою очередь стимулирует другие деструктивные явления и процессы [13–15, 19].

Пьянство, алкоголизм, наркомания, токсикомания и связанная с ними преступность приобретают все более значительные масштабы и самым существенным образом сказываются на духовной и морально-психологической атмосфере в обществе, отрицательно влияют на экономику, политику и правопорядок [5, 6, 13, 22, 23]. Стабильно увеличивается количество лиц, допускающих потребление наркотиков, «молодеет» пьянство. Почти 4/5 потребителей наркотиков — лица в возрасте до 30 лет, расширяются детская и подростковая наркомания и токсикомания. Необходимость безотлагательных мер для формирования здорового, трезвого образа жизни обуславливает общественно-политическую актуальность разработки мероприятий по профилактике правонарушений, связанных с употреблением психотропных веществ (ПТВ).

В 1993 г. постановлением Верховного Совета Российской Федерации была утверждена Концепция государственной политики по контролю за наркотиками. В большей степени она была направлена не на профилактику, а на борьбу с незаконным распространением наркотических средств.

Значительные изменения национальная система контроля незаконного оборота наркотиков стала претерпевать с принятием нового Федерального закона «О наркотических средствах и психотропных веществах» от 8 января 1998 года. Закон закрепляет правовые основы государственной политики в области оборота наркотических средств.

Для объединения усилий в борьбе с распространением этих негативных явлений в стране была принята государственная программа «Здоровье России» и Федеральная целевая программа «Комплексные меры противодействия злоупотреблению наркотиками и их незаконному обороту». Утверждена Концепция государственной политики по снижению масштабов употребления алкоголя и профилактике алкоголизма среди населения Российской Федерации на период до 2020 года.

Высокий уровень преступности обусловлен целым рядом противоречивых факторов, большинство которых имеют социально-экономические, нравственные, правовые и организационные корни. Это и безработица,

и материальное неблагополучие, падение общественной морали и нравственности, распространение наркомании и многое другое.

Следует отметить и главную причину преступности в стране — высокую доступность ПТВ, прежде всего алкогольной продукции.

В России неуклонно растет связанная с алкоголем и наркотиками преступность. За последние 10 лет число преступлений увеличилось в связи со злоупотреблением алкоголя более чем в 2 раза, наркотиков — в 3 раза. Если в 1990 году потреблялось не более 6 л алкоголя на душу населения, то в 2009 году более 18 литров. По заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения, при достижении уровня среднедушевого потребления в 8 л в год наступает процесс необратимого изменения генофонда нации. Если в 1990 году у нас в среднем спивались 30–35-летние, то в 2009 году эта печальная участь постигла в основном 20–25-летних.

Необходимо выделить несколько основных вопросов, остро стоящих перед властями и обществом в целом: криминализация молодежи, наркомания, алкоголизм, проституция, суицид, бродяжничество. Преступность несовершеннолетних в России достигла критических размеров. В 2009 году они совершили около 200 тысяч преступлений, 80 % из них — тяжкие. Почти 60 % преступлений совершают группы.

В России за пять лет от отравления водкой умерло 230 тысяч человек.

Суицид за последнее время достиг невероятных размеров. Ежегодно по собственному желанию в стране уходит из жизни около 40–50 тысяч человек. Причем эта печальная тенденция сохраняется с середины 90-х годов XX столетия.

Другая причина: совершающие преступления дети нездоровы. Так, 70 % несовершеннолетних, осужденных за те или иные виды преступлений, имеют психические аномалии, 17 % из них — умственно отсталые лица. Смертность от психических болезней возросла в 2 раза, что прежде всего связывается со злоупотреблением ПТВ. В 83 раза возросло число венерических заболеваний у детей до 14 лет.

Еще одна причина преступности — общий упадок духовно-нравственного потенциала населения страны. Синдром неполноценной нации, вырабатывавшийся у людей в начале 90-х годов прошлого века, привел к потере у молодежи национальной гордости, ее уходу от социально активной жизни.

На начало 2010 года общее число граждан России, употребляющих наркотики на регулярной основе, превышает 2,2 млн. человек. Но есть основания говорить о том, что эта цифра фактически приближается к пяти миллионам.

В целом в той или иной степени проблема наркотизации населения затрагивает около 30 млн. человек, то есть практически каждого пятого жителя нашей страны.

Наркомания окончательно превратилась в масштабную общенациональную проблему, несущую прямую угрозу государству. Ведь, по последним экспертным оценкам, каждый наркоман вовлекает в употребление наркотиков 13–15 человек, создавая тем самым своего рода «снежный ком» наркотизации всего населения.

Средний возраст приобщения к наркотикам в России составляет 15–17 лет, но участились случаи первичного употребления наркотиков детьми 11–13 лет. Отмечены и случаи употребления наркотиков в крупных городах детьми 6–7 лет.

Школы, вузы и места массового развлечения молодежи, в первую очередь дискотеки и ночные клубы, являются сегодня основными местами распространения наркотиков и алкоголя. Опросы учащихся старших классов Москвы и Санкт-Петербурга весной 2009 года показали, что почти 70% из них познакомились с наркотиками именно в этих местах.

Особое внимание к проблеме наркомании важно и в связи с тем, что наркомания становится в последние годы основной причиной роста заболевания ВИЧ-инфекцией. Наблюдалась опасная картина, когда почти 90% выявленных в последние годы случаев заражения ВИЧ-инфекцией были связаны с внутривенным употреблением наркотиков, а установленной причиной заражения явилось использование общих шприцев и игл.

Сложное положение складывается в местах лишения свободы, где в настоящее время содержится более 3,5 тысяч носителей ВИЧ-инфекции и больных СПИД, многие из которых даже в местах заключения продолжают иметь доступ к наркотикам.

Число преступлений, совершенных в состоянии наркотического и токсического одурманивания, только в 2009 году увеличилось на 13,3%. Значительно увеличилось число преступлений, связанных с незаконным изготовлением, приобретением и хранением наркотических средств и психотропных веществ. Удельный вес преступлений за последние два года вырос с 15,5% до 21,0%.

За последние десять лет количество ДТП, совершенных в результате употребления ПТВ, увеличилось на 21,6%, прирост количества лиц, погибших в результате ДТП, составил 21,5%, раненых — 27,8%.

Прогрессирующее потребление наркотиков и резкий рост цен на них создают благоприятные условия для появления и разрастания преступных структур, осуществляющих организованный сбыт наркотических средств.

При таком положении дел общее число наркоманов в России к 2015 году может превысить 5 млн. человек.

С полным основанием можно говорить о том, что существует реальная угроза национальной безопасности со стороны международного наркобизнеса, и даже о «наркотерроризме» по отношению к России.

Масштабы и темпы роста пьянства, алкоголизма, наркомании и токсикомании свидетельствуют о низкой результативности принимаемых мер. Нуждается в пересмотре существующая система взаимодействия между

различными министерствами, департаментами, комитетами, общественными и научными формированиями, религиозными конфессиями. Остается малоэффективной деятельность профсоюзов, студенческого движения, молодежных и подростковых организаций, женского движения, многочисленных ассоциаций и фондов, располагающих определенным опытом работы в данной области.

До настоящего времени слабо применяются передовые эффективные методы избавления от зависимости и реабилитации алкоголиков и наркоманов. Не создана действенная система антиалкогольной и антинаркотической пропаганды. Недостаточно используются возможности общероссийских и международных организаций в рамках программ ООН, ВОЗ, ЮНЕСКО и Интерпола в предупреждении пьянства и алкоголизма, в снижении фактов наркоманий и токсикоманий.

В этих условиях отсутствие адекватных и эффективных мер по противодействию распространению пьянства, алкоголизма, наркомании и токсикомании может привести к тому, что вышеозначенные проблемы превратятся в широкомасштабную угрозу для безопасности страны, здоровья и благополучия граждан России.

В результате анализа источников литературы можно выделить основные причины и факторы развития наркотизации населения России:

- Политическая и экономическая нестабильность.
 - Ослабление и дисфункции социальных институтов, чрезмерно высокие темпы социально-экономических и политических преобразований в связи с переходом постсоциалистических стран к рыночной системе хозяйствования.
 - Отсутствие или несовершенство законодательства или контроля его исполнения в сочетании с резким обострением социально-экономических проблем.
 - Коррупция.
 - Увеличивающийся спрос и высокая доступность ПТВ, в том числе, что особенно актуально, для подрастающего поколения.
 - Сохранение неравенства между промышленно развитыми и развивающимися государствами и либерализация внешнеторговой деятельности.
- В целом, среди причин, по которым наркотики так легко прижились в России безусловно самыми вескими являются следующие:
- развал системы детских и молодежных организаций;
 - резкое изменение социального статуса — расслоение в обществе;
 - массивное влияние западной культуры и пропаганда западного стиля жизни;
 - ценностный кризис в обществе — потеря жизненных ценностей;
 - ослабление семейных связей (в частных случаях).

Неправильно организованный досуг, дискотеки, бары, улица — все это становится почти нормой для молодых людей. Массовая наркотизация тесно связана с факторами, обуславливающими потребление ПТВ. Все это

скадывается на фоне недостатка информации и профилактики наркомании.

Стремительное распространение наркотиков и наркомании среди молодежи связано с одновременным существованием нескольких групп факторов. Здесь имеются в виду особенности возраста, системный кризис общества, снижение жизненного уровня населения и др. Рассмотрим их подробнее:

Призыв либерального крыла общества к «гуманизации» в отношении к ПТВ носит абстрактный характер без учета реальных условий, к которым относятся:

— Высокий уровень экономической и уголовной преступности в стране.

— Низкая степень правового воспитания граждан и недостаточная эффективность деятельности исполнительной власти.

— Недостаточно разработанная молодежная политика, отсутствие у молодежи реальных форм индивидуального самовыражения, сокращение позитивных форм досуга и излишняя коммерциализация досуговых и образовательных учреждений.

— Недостаточная степень гражданского сознания, особенно в вопросах обеспечения населения антинаркотической пропагандой.

Значительная роль среди этиологических факторов, приводящих к формированию аддиктивного поведения у несовершеннолетних, традиционно отводится семье. Влияние микросреды (ближайшего окружения индивида), куда, безусловно, включаются близкие родственники с индивидуально присущими социально-психологическими характеристиками, в ряде случаев является основным патогенным фактором в генезе наркологических заболеваний.

Одним из основных негативных последствий снижения жизненного уровня населения, является уменьшение роли семьи как ключевого социального института, обеспечивающего общественную стабильность. Здесь, помимо традиционных семейных дисгармоний, следует выделить несколько совершенно новых факторов:

— Изменение «системы ценностей» в сочетании с ревизией прошлого приводит к снижению авторитета старшего поколения в глазах молодежи.

— Пьянство, алкоголизм и наркомания одного или обоих родителей в современных условиях является наиболее значимым фактором риска наркозависимости у детей и подростков.

— Разрушение стандартов этики, морали и религиозности общества как основы для этических и моральных стандартов семьи.

— Недостаточная информированность родителей в вопросах формирования антинаркотических установок в сознании детей.

Нарушения поведения у детей и подростков, сопровождающиеся немедицинским потреблением ПТВ, могут быть обусловлены различными психологическими (или психиатрическими) причинами.

Психологические механизмы начала наркотизации заключаются в том, что окружающие микросоциальные условия не предоставляют хорошо развитому интеллектуально индивиду достаточных оснований для эмоционального и интеллектуального насыщения. Процесс жизни в этих случаях воспринимается субъективно индивидом как «скудный».

Каждая из групп вышеперечисленных факторов, сама по себе отнюдь не является однозначно наркопровоцирующей. Их одновременное воздействие порождает благоприятные условия для развития наркотизации населения. Для того чтобы преодолеть эту ситуацию и повысить эффективность действий, нужны усилия в различных направлениях.

Важно, чтобы проблема наркомании постоянно оставалась в поле зрения как государственных органов власти, так и населения. Нужно официально признать, что пьянство и наркомания являются огромной общегосударственной проблемой, требующей принятия комплекса мер как собственно внутри России, так и в содружестве с мировым сообществом.

Литература:

1. Бахтин Ю. К. Факторы формирования здоровья человека и их значение // Молодой ученый. — 2012. - № 5. — с. 397–400.
2. Бахтин Ю. К., Соломин В. П., Макарова Л. П., Сыромятникова Л. И. Значение медико-валеологического образования студентов и опыт его реализации в педагогическом университете // Молодой ученый. — 2012. — № 6. — с. 372–375.
3. Буйнов Л. Г. Сохранение здоровья школьников как педагогическая проблема [Текст]/Л. П. Макарова, М. В. Пазыркина // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 4. — с. 242.
4. Буйнов Л. Г. О мотивации к здоровому образу жизни студентов педагогического университета [Текст]/В. П. Соломин, Ю. К. Бахтин, Л. П. Макарова // Молодой ученый. — 2013. — № 6. — с. 730–732.
5. Концепция профилактики употребления психоактивных веществ в образовательной среде: Утверждена заместителем Министра образования и науки Российской Федерации 05.09.2011/В сб. матер. к науч.-практ. конф. «Стратегии взаимодействия государственных структур, общественных организаций и религиозных объединений в области профилактики наркомании». — СПб. — РГПУ им. А. И. Герцена, — 2012. — С. 80–94.
6. Кошкина Е. А. Корчагина Г. А. Стратегии профилактики наркомании/Профилактика наркомании подростков. М.: ИПРАН, 2000. — 346 с. — с. 76–83.

7. Макарова Л. П., Корчагина Г. А. Особенности состояния здоровья современных школьников // Вестник Герценовского университета. — 2007. — № 6. — С. 47–48.
8. Макарова Л. П. О необходимости системного подхода к превентологии [Текст]/В. П. Соломин, Л. П. Макарова // Профилактическая и клиническая медицина. — 2011. — № 3. — С. 484–485.
9. Макарова Л. П. Методологические основы превентологии (профилактики социальных отклонений) // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2012. — № 145. — С. 44–54.
10. Макарова Л. П., Соловьев А. В., Сыромятникова Л. И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // Молодой ученый. — 2013. — № 12 (59). — С. 494–496.
11. Матусевич М. С., Новожилова А. П. Методические основы построения программ снижения риска наркотизации в молодежной среде на уровне муниципального образования // Молодой ученый. — 2012. — № 8. — С. 360–364.
12. Матусевич М. С. Методические подходы к комплексному решению проблемы наркомании на уровне реализации локальных психолого-педагогических программ [Текст]/С. П. Хвезенко, М. С. Матусевич // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. — 2009. — № 1. — с. 222–226.
13. Матусевич М. С. Модель виктимности [Текст]/А. А. Канчурина, М. С. Матусевич, О. В. Шатровой // Молодой ученый. — 2013. — № 9. — С. 306–307.
14. Плахов Н. Н. Борьба с алкоголизмом и табакокурением — проблема педагогики // Профилактическая и клиническая медицина. — 2011. — № 3 (40). — С. 476–477.
15. Плахов Н. Н. Биологические предпосылки формирования зависимостей // В кн.: Профилактика социальных отклонений: Учебно-методическое пособие/Под ред. В. П. Соломина. — СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. — 2011. — С. 12–20.
16. Плахов Н. Н. Профилактика информационной зависимости детей и подростков [Текст]/А. Е. Бойков, Н. Н. Плахов // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 12. — С. 42–45.
17. Плахов Н. Н. Безопасность жизнедеятельности: психолого-педагогические основания здоровья // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2012. — № 145. — с. 90–95.
18. Соловьев А. В., Савчук О. В., Хартанович И. А. Влияние личностных особенностей эмоционально-волевой сферы человека на процессы адаптации к действию знакопеременных ускорений // Новости оториноларингологии и логопатологии. — 2002. — № 4 (32). — С. 16–19.
19. Соловьев А. В. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников [Текст]/Л. П. Макарова, Л. И. Сыромятникова // Молодой ученый. — 2013. — № 12 (59). — с. 494–496.
20. Сыромятникова Л. И. Компетентностный подход к изучению медико-валеологических дисциплин будущими специалистами безопасности жизнедеятельности [Текст] // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2009. — № 98. — С. 201–204.
21. Сыромятникова Л. И. Концептуальный подход преподавания медико-валеологических дисциплин будущим специалистам безопасности жизнедеятельности [Текст]/Л. И. Сыромятникова, М. Г. Романцов, И. К. Шац // Профилактическая и клиническая медицина. — 2009. — № 1. — с. 195–197.
22. Сыромятникова Л. И. Организационно-методические условия преподавания медико-валеологических дисциплин будущим специалистам безопасности жизнедеятельности [Текст]/А. А. Борисов, Л. И. Сыромятникова, Л. П. Борисова // Молодой ученый. — 2012. — № 5. — С. 507–509.
23. Сыромятникова Л. И. Особенности гендерных условий профилактики наркомании старшеклассников [Текст]/Л. И. Сыромятникова, И. Н. Шпет, Л. Г. Буйнов // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — С. 660–662.

Пользовательский контент в новых социальных медиа

Жуков Александр Сергеевич, кандидат филологических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Современное развитие массовых коммуникаций характеризуется активным участием в процессе распространения информации людей, не связанных напрямую с профессиональной журналистикой. Этот процесс в настоящее время обретает такой глобальный масштаб,

что все больше привлекает внимание исследователей, которые занимаются осмыслением и анализом деятельности пользователей на уровне интернет-коммуникации, где сложились устойчивые формы участия интернет-аудитории в создании медиа-продукта, использующегося в том

числе и профессиональными СМИ. Такие формы участия интернет-пользователей в создании информационных потоков иначе называют гражданской журналистикой.

Мультимедийность, гипертекстуальность и интерактивность традиционно называют базовыми признаками Интернета как части медиасистемы [1, 63–109]. Первый признак связан с тем, что в Интернете, в отличие от традиционных СМИ, возможно представление и текстовой, и видео, и фото, и аудиоинформации в рамках одного информационного продукта. Гипертекст позволяет читать текст «не только горизонтально, как на бумаге, но и с помощью внутренних ссылок просматривать его «вглубь»» [1, 63]. И, наконец, третий признак — интерактивность, являющийся, с нашей точки зрения первостепенным, поскольку Интернет, как никакое другое СМИ, даёт столь широкие возможности для обратной связи СМИ с аудиторией; возможности для общения, обсуждения актуальных проблем. Именно интерактивность дала почву для того, чтобы Интернет стал площадкой активного участия аудитории в массовой интернет-коммуникации.

Интерактивность (от англ. *interaction* — «взаимодействие») — это понятие, которое определяет характер и степень взаимодействия между объектами коммуникационного процесса.

Это выражается в использовании многочисленных форм организации коммуникации, которые в настоящее время не ограничиваются лишь электронной почтой, форумом (веб-приложение для организации общения посетителей сайта), чатами (средство обмена сообщениями в режиме реального времени) и гостевыми книгами (упрощённый вариант форума, когда человек оставляет сообщения, адресованные редакции или посетителям), как это было ещё несколько лет назад.

К этим формам в настоящее время добавляются такие как блог, возможность оставить сообщение на странице материала издания, голосования.

Работа современных интернет-СМИ немислима без их представительств в социальных сетях (онлайн-сервис, позволяющий организовывать коммуникацию между большими группами людей, связанными общими целями), блогах (своего рода интрнет-дневниках, позволяющих регулярно добавлять текстовую или аудиовизуальную информацию и вступать в диалог с читателем блога) и видеохостингах (сайт, позволяющий загружать и просматривать видео в браузере).

Медиаисследователи констатируют, что «тексты, написанные не журналистами, а теми, кто не принимает непосредственного участия в создании массового информационного продукта, а также любительские фотографии и видео стали полноценной частью информационной картины мира и базовым понятием, на котором построена концепция современного Интернета — Web 2.0» [1, 279]. User Generated Content (UGC), или контент, созданный пользователями, в настоящее время имеет огромное значение не только на сайтах интернет-СМИ, блогах,

но и в социальных сетях, которые являются важной частью информационного медиапространства.

Любой пользователь в социальной сети, в блогах или на сайте интернет-СМИ может быть тем, кто создаёт посты, информационные поводы, и/или тем, кто их лишь комментирует, оценивает.

Одни пользователи создают поводы для обсуждения, выступают в роли журналистов. Они публикуют посты в социальных сетях и блогосфере, площадках, предназначенных для частных выступлений — «от своего лица». Такими пользователями могут быть как малоизвестные люди, желающие делиться информацией, увиденной или услышанной ими в реальных обстоятельствах, или своими размышлениями по какому-либо информационному поводу, уже опубликованному в средствах массовой информации, так и известные персоны, являющиеся представителями общественных, политических, экономических, культурных институтов и выступающие в социальных сетях или блогосфере в роли либо частных, либо официальных лиц.

Другие пользователи, напротив, не создают информационных поводов, не участвуют в создании информационной повестки, а оставляют реплики и комментарии к тому или иному материалу журналиста (или при обсуждении того же материала в социальных сетях), а также посту в социальной сети. Они выступают лишь в роли общественных комментаторов, роли чисто созерцательной.

Заметим, что один и тот же пользователь часто выступает и в роли создающего посты, поводы для обсуждений, и в роли комментатора этих постов.

В зависимости от того, какую роль выбирает человек в процессе интернет-коммуникации, весь пользовательский контент по форме можно поделить на первичный и вторичный. Первичный контент — это *сообщения*, публикуемые пользователями в виде *постов* (от англ. *post* — «письмо»). Пост — это сообщение информационного, развлекательного или иного характера в блоге или социальной сети от пользователя, обращённое к интернет-аудитории.

Вторичный контент — это *сообщения*, публикуемые пользователями в виде комментариев, реплик и т. д. на посты в социальных сетях, в блогосфере либо на профессиональный журналистский материал, размещённый на сайте интернет-СМИ.

Рассмотрим примеры постов из социальной сети Facebook. Этот интернет-сервис представляет собой площадку, где может создать аккаунт не только любой человек, но и любая организация, занимающаяся какой-либо деятельностью, в том числе и интернет-СМИ. При условии подписки в ленте новостей аккаунта появляются посты, на которые владелец аккаунта может отреагировать тремя способами: во-первых, нажать кнопку «нравится» («like»); во-вторых, «поделиться», т. е. опубликовать понравившийся пост на своей странице или отправить его другому человеку; и, в-третьих, прокомментировать, т. е. выступить в качестве комментатора.

Посты в Facebook могут иметь различные жанровые формы: информация о произошедшем событии, в том числе репортажная, а также комментарий, реплика, размышления (чаще в виде рефлексии), ссылка на другой ресурс, видео или фотография (или подборка фотографий) с комментарием и без него и т.д. В то же время необходимо отметить, что часто пост в социальных медиа привязан к какому-либо информационному поводу из текущей информационной повестки дня.

Например, пост пользователя Сергея Кубрина (24 октября 2013 года, 14:43): «Объясните мне, бестолковому, почему Евтушенко плохой поэт? Это и отсылка к интервью с Бродским, и к постам в ленте. Я же ничего не соображаю в таких вопросах». Этот пост опубликован в день, когда по телевидению шла серия программ, посвящённых поэту Евгению Евтушенко. Тот же информационный повод стал предметом поста Ирины Петровской (23 октября 2013 года, 00:13): «Удивительная деликатность Первого канала — «Диалоги с Евгением Евтушенко» идут уже больше 40 минут, но ни разу еще не прерывались рекламой».

Ещё один пример поста, привязанного к информационному поводу (отставка главного санитарного врача РФ), от пользователя Михаила Дегтяря (24 октября 2013 года, 23:08): «Невероятно: Первый канал рекламирует «Боржоми». Стоило Онищенко уйти и сразу — беспредел!!»

Не менее часто публикуются посты в социальных медиа в форме репортажных заметок. Например, пост Ирины Петровской (2 октября 2013 года, 01:51): «Покупаю сигареты. Тетка-продавщица, не отрываясь от разговора по телефону, выкладывает на прилавок два блока с картинками. На одном изображена жуткая рука и написано крупными буквами: «Ампутация». На другом что-то менее жуткое и крупными буквами «Импотенция». Выбрала импотенцию»)). Или в посте того же пользователя (4 октября 2013 года, 19:44): «Такие странные люди порой на московских улицах попадаются. Иду сегодня по Гиляровского, навстречу, громко шаркая ногами, медленно ползет дедок в длинном светлом плаще, в стоптанных ботинках и с огромной хозяйственной сумкой в руке (не бомж!). Поравнявшись со мной, вдруг останавливается и спрашивает: «Простите, а вы с собаками когда-нибудь дело имели?» «Да, — отвечаю, слегка оторопев. — А что?» «Вы не знаете, они соленую рыбу едят?»))».

Как было отмечено выше, первичные посты часто

представляют собой форму мнения или комментария по какому-либо информационному поводу из повестки дня или недели. Так, в связи с событиями на Украине довольно часто в ленте Facebook встречаются посты-мнения людей как известных, так и рядовых, интересующихся данным вопросом и имеющих по этому вопросу собственную позицию. Вот лишь некоторые примеры: пост пользователя Альфреда Коха: «Момент истины. Вот она — революция. Не знаю, чем кончится... Завтра будет ясно. Похоже Майдан передавит. Силовики уже потеряли моральный дух. Они теперь за Яныка в бой не пойдут. И они уже поняли, что будет бой, а не избиение младенцев. А про бой они не договаривались»... (22 февраля 2014 года, 01:47); пост пользователя Ксении Лариной: «Верховная Рада похожа на принтер, одуревший от свободы). Если Юлю освободят, она будет президентом». (21 февраля 2014 года, 20:53). Иногда посты приобретают форму призыва, как, например, в публикации пользователя Олега Дусаева: «Украинцы! Друзья, знакомые, незнакомые, неважно. Я хочу, чтобы вы знали, что я скорблю и оплакиваю вместе с вами каждого убитого человека. Я не знаю, что там и о чем говорят политики, мне все равно. Лично для меня украинцы братья. И ваше горе — это мое горе». (22 февраля 2014 года, 11:16).

Часто пользователи публикуют посты-отчёты, например: пост пользователя Григория Заславского: «Сегодня в Библиотеке иностранной литературы, в Овальном зале была презентация книги Натальи Зазулиной «Война 1812 года. Мифы и реальность». Хорошая книга, уникальные материалы из итальянских, британских, австрийских архивов. Миша прочитал, сказал, ошибок не нашёл. Ему я верю. Был Ямбург, хорошо выступал, был директор Исторической библиотеки Афанасьев, тоже интересно говорил — о дилетантах, которые — в лучших случаях — оказываются интереснее, точнее, свободнее специалистов. А Александр Ильич Музыкантский все два часа почти не выпускал из рук телефона — то ему звонят, что кто-то ещё задержан и сидит где-то, то он — кому-то из милицейских начальников, договаривался об освобождении. Под разговоры про грозу 12 года»... (22 февраля 2014 года, 00:34).

В данной работе мы лишь наметили некоторые точки для исследования, и надо отметить, что пользовательский контент в Интернете, как первичный, так и вторичный, его жанровые формы, функции, целевые установки ещё требуют своего осмысления и изучения.

Литература:

1. Интернет-СМИ: теория и практика: Учеб. пособие для студентов вузов/Под ред. М.М. Лукиной. — М.: Аспект Пресс, 2010. — 348 с.

Social practices of rehabilitation of disabled children in the context of social changes

Kashina Anna Vladimirovna, student;

Rodionova Valentina Ivanovna, Associate Professor, PhD;

Aleksandra Vasilevna Neverova, Specialist, the English language teacher

The Institute of the Service Sector and Entrepreneurship (Branch) of «Don State Technical University» (Shakhty, Russia)

The article deals with the problem of social rehabilitation of a disabled child in the context of social changes in modern society. We analyse the prospects for the success of this process. The authors draw attention to the fact that the solution to the problem of socialization and re-socialization of children with disabilities is one of the most pressing problems of our time that requires immediate attention.

Keywords: *people with disabilities, children with disabilities, people with reduced capabilities, socialization, re-socialization, adaptation.*

«Children have neither past, nor future. They simply enjoy their present unlike us, adults»

Jean de La Bruyère

The impact of social practices on the person in the sphere of social work is complex and multifaceted. Particular attention is paid to the processes of adaptation of children with disabilities and their successful socialization. Currently, the research in the sphere of social rehabilitation of disabled children is complex and structured. Different areas of scientific knowledge draw attention to this problem that is by its relevance one of the most urgent ones and requires searching for the most productive ways to solve it. The scale of the problem became more acute in our country in the late nineties and attracted the attention of prominent sociologists, educators, psychologists and politicians.

The process of social adaptation of children with disabilities is the problem of formation and development of the individual in society as an equal and free person able to lead normal life among healthy people. It has recently acquired special importance due to the fact that in the new millennium with its rapid progress, the development of technology and the entry into a new era of post-industrial society it is possible to change our attitude to people who are in difficult life situation and to implement social assistance and their progressive integration into modern society as fully valid members. And this is the problem that has been pursued by social scientists throughout the history of human civilization. It affected the fundamental concepts such as charity, mercy, kindness, humanity and tolerance and can not leave us indifferent to ourselves and to the current dismal situation in the modern world.

The purpose of this paper is to define and analyse some aspects of social rehabilitation of disabled children through the evaluation of the impact of social technologies on the implementation of safe socialization and constructive re-socialization of children with disabilities.

To study the essence of the problem it is necessary to define the basic terms. The term «adaptation» translated from Latin literally means «fitting», «adjustment». Initially, the term was borrowed from biology where the adaptation means the adjustment of the organism to external conditions in the process of evolution including morpho-physiological and be-

havioral components. From a sociological point of view, in this context, we propose the following interpretation of this concept referring to the ideas of the researcher YA Urmantseva: «Adaptation is an adjustment of the characteristics by the teleobject-system to the peculiarities of the environment for the realization of the specific objectives within this environment» [1, p. 36]. In other words, we can understand the adaptation both as the adjustment to the environment through the adoption of its specific features and the process of inculturation that is the process by which a person adapts to and assimilates the culture in which he lives i. e. entering human culture by a teleobject-system through the adoption of social norms in order to realize personal aspirations.

Scientists point out that «teleobject-system» means absolutely any object that is active, determined and able to self-adaptation process by creating the conditions necessary for its implementation in relation to the objectives and characteristics specific to this object and to the environment [2, p. 4]. Adaptation is an integral part of the effective socialization of any person and his or her entry into the community as a fully valid member. But the psychological aspects and fear to feel unwanted and alien make children with disabilities undergo a process of de-socialization. When an individual loses certain social values and norms this process is often followed by his or her exclusion from a particular group or society as a whole. Thus, the child loses links with society, alienates and withdraws into himself or herself. In such a situation social workers, psychologists, teachers and professionals working with children with disabilities should initiate the process of re-socialization i. e. repeated socialization immediately.

Psychologists identified four main types of adaptation of the people with disabilities to the community. The first is an active-positive type that is the type of people with disabilities who seek the way out of negative life situations; they have a positive attitude to life, rather high self-esteem, enthusiasm influencing others, vitality and independence of thoughts and actions. The second one is the passive-positive type. The people of this type have rather low self-esteem. They are quite satisfied with the current state of affairs that

exists in their life for today, for example, the overprotective care of relatives who meet all their needs with the help of the rest of the family. Therefore, they are generally positive and peaceful, but not active enough to change their life and fulfill themselves through art, sport, etc. The third is the passive-negative type; the people of this type are rather dissatisfied with their own position and at the same time have no desire to try to improve the situation. At the same time such people have rather low self-esteem, the cautious attitude to the surrounding world, the constant expectation of a dirty trick or a new trouble. And the fourth type is an active-negative type. The psychological discomfort and dissatisfaction with their lives is combined with a belief in the possibility of changing their lives for the better, but not by their own efforts but with the help of someone else, for example, the state or parents. The type of adaptation of the child with disabilities depends on the child's immediate environment, his or her agents of socialization and, of course, on the key values of the society he or she lives in.

Each state has different approaches to resolving this problem due to various political, socio-economic and psychopedagogical conditions. Thus, according to E. I. Kholostova, a typical example in this respect is a comparison of two systems of social welfare — European and American. The social system of the European continent was influenced by the collapse of existing bonds in the community, which entailed the weakening and in consequence the lack of support for those who need it from the immediate environment. In America, however, the emphasis was shifted towards self-reliance, personal initiative and independence. Thus, the system is free from the influence of government agencies. For example, to a certain extent, we can regard the Declaration of Independence of the disabled people as a result of the success of rehabilitation of disabled people in the United States. The so-called Independent Living Centers that have become widespread not only on the territory of the USA but also in Britain, Russia, Canada and Sweden are of great importance. [3]

On the territory of our country the solution to the problem of adaptation of children with disabilities is badly needed. Many experts have been working on the creation of innovative techniques designed to socialize disabled children with the members of the society. [4] An example is the so-called «Play therapy» developed by the Institute of Personality Development with the participation of G. I. Reprintseva, which is applied for the prevention and correction of neurotic reactions, fatigability and abnormalities in behavior and communication among the children of this category. «Ringo-hope» is a technique which is widespread abroad. It was developed by Russian scientists. One of the authors is L. E. Argun who is the Honored Worker of Physical Culture of the RSFSR, Honored Master of Sports of the USSR. He is the author of many scientific works, techniques and books on physical education for teenagers and children with disabilities.

The problem of social protection and rehabilitation of children is permanently under the control of federal and re-

gional authorities of Rostov region. «Dobrodeya» is a rehabilitation center that makes an important contribution to the common solution for the problem of adaptation and socialization of children with disabilities. It is located in the Cotton Textile Combine raion in the town of Shakhty. Disabled children who suffer from cerebral palsy are provided with specialized assistance. Medico-social patronage is successfully implemented to teach parents to the methods of rehabilitation of the child at home as well as social and psychological patronage for family relationships correction. The center also provides consultative assistance: informs parents about the entitled social benefits and familiarizes them with the laws and normative documents that stipulate all sorts of social assistance and support for children with disabilities.

The rehabilitation center «Dobrodeya» gives teenagers the opportunity to determine their aptitude for a particular type of work and encourage them to make the choice of a future profession that will be in accordance with the individual talents and abilities. It offers pre-professional training in the following fields: «PC user», «Tailoring», «Hairdresser». Children learn the basics of computer science and take the first steps in the world of computer communications in the computer room of this centre. Because of the close work of the center with the Institute of the Service Sector and Entrepreneurship (Branch) of «Don State Technical University» children received IT training and obtained «PC User» certificates on the basis of the Institute.

The Psycho-pedagogical rehabilitation department offers training on vocation-related subjects for children in primary and secondary schools including IT, Handicraft, Music and Choreography. The experts of Psycho-pedagogical department offer corrective psychological, therapeutic treatment, speech therapy and other forms of assistance to children and adolescents with cerebral palsy. The Medical and Social Rehabilitation department administers treatment of CNS affliction, the musculoskeletal system at all stages of recovery period of the development of the disease. The treatment is carried out by experienced specialists: neurologists, an orthopedist, a pediatrician, a physician, a physiotherapist, a reflexologist, a physical therapist, an otolaryngologist, a psychiatrist, massage therapists, physical therapists and nurses. Medical care is provided around the clock.

In the Center much attention is paid to the ethical, aesthetic, environmental and other types of education by means of different forms of cognitive activities — games, quizzes, contests, drama, holidays, festivals, etc. All the modern equipment is at the disposal of specialists: apparatus, fitness equipment and technologies effective in the treatment of the musculoskeletal system diseases such as SCANNER-therapy, «MILTA», suits «Adele», «Graviton», Gross simulator, therapeutic blanket, whirlpool baths, underwater massage, vacuum massage, solarium, etc. There are two rooms for physical therapy (conductive and mechanical therapy), light therapy, thermotherapy, hydrotherapy, a treatment room, a swimming pool with sauna, a solarium, a garden and a herbal tea bar. All the departments work in close co-

operation with each other. It allows to create a consistent complex of corrective actions and to receive targeted positive results thus improving the quality of life for children with disabilities.

Thus, having defined the scope and specificity of the processes of social rehabilitation of disabled children we can con-

clude that in modern times much work is being done to solve the problems of children with disabilities and the results are being implemented in the field of social work through the use of modern social technologies that can help motivate children with disabilities to pursue and reach their goals being full members of our society.

Referencies:

1. Urmantsev, Y. A. Nature of adaptation (system explication) // Issues of Philosophy. — 2003. — № 3. — P. 21–36.
2. Belyaev, I. A. Adaptation as a form of individual integrity of human identity // VESTNIK. — 2010. — № 2 (108) — P. 4–10.
3. Kholostova, E. I. Social work with handicapped people: textbook. — Moscow: Publishing and Trade Corporation «Dashkov & K», 2006. — 240 p.
4. Akatov, L. I. Social rehabilitation of children with disabilities: textbook. — M.: Humanity Center VLADOS, 2003. — 368 p.

Проблемы дисграфии в психолого-педагогической литературе

Копрова Татьяна Петровна, учитель-логопед
МБОУ СОШ № 15 (г. Сургут)

История проблемы

Впервые на нарушение письменной речи, как на самостоятельную проблему, было обращено внимание еще в XIX веке А. Куссмаулем. Но это нарушение до начала XX века рассматривалось как одно из проявлений умственной отсталости. Однако, после того, как рядом исследователей были описаны случаи нарушения письма у детей с нормальным интеллектом, эти нарушения стали рассматриваться как самостоятельная патология речевой деятельности, не связанная с недостаточностью интеллекта.

Изначально в толковании природы нарушения письменной речи существовали различные подходы. Наибольшее распространение в литературе и особенно в практической диагностике получила точка зрения, утверждающая, что в основе нарушения письма лежит неполноценность зрительного восприятия и памяти. Исходя из этого, механизм нарушения письма основан на дефектности зрительных образов слов и отдельных букв. Постепенно понимание природы нарушения письма менялось. Оно уже не определялось как однородное оптическое нарушение. Большое значение в развитии учения о нарушениях письменной речи имела точка зрения невропатолога Н. К. Монакова [2]. Он впервые связал дисграфию с нарушениями устной речи, с общим характером речевого расстройства.

Впоследствии Е. Иллигом [2] был выделен ряд процессов, которые нарушаются при патологии письменной речи:

1) овладение оптическим единством буквы и акустическим единством звука;

2) соотнесение звука с буквой;

3) синтез букв в слово;

4) способность расчленять слова на оптические и акустические элементы;

5) определение ударения, мелодики слова, гласных;

6) понимание прочитанного.

Далее О. Ортон посвятил специальное исследование расстройствам устной и письменной речи у детей. Он установил, что затруднения у детей при обучении грамоте отличаются от нарушений чтения и письма у взрослых при повреждении головного мозга. Основное затруднение у детей заключается в неспособности составлять из букв слова. Ортон сделал вывод, что нарушения письменной речи у детей вызываются не только моторными затруднениями, но и нарушениями сенсорного характера.

Из ранних работ отечественных авторов заслуживают внимание работы клиницистов-невропатологов Р. А. Ткачева и С. С. Мнухина.

Анализируя наблюдения над детьми с врожденными нарушениями чтения, Р. А. Ткачев сделал вывод, что в основе данного дефекта лежат мнестические нарушения, т. е. нарушения памяти. Ребенок плохо запоминает буквы, слоги, не может соотнести буквы с определенными звуками. Особенно нарушается воспроизведение начала слова. Ткачев объясняет такие проявления нарушением ассоциативных связей между зрительными образами букв и слуховыми образами соответствующих звуков. При этом интеллект у детей остается сохранным. Это нарушение, по мнению Ткачева, вызывается влиянием наследственных факторов.

В работе С. С. Мнухина «О врожденной алексии и аграфии» говорится о том, что нарушения письма встречаются как у интеллектуально полноценных, так и у умственно отсталых детей. При различных степенях умственной отсталости нарушения письменной речи встречаются значительно чаще, чем у нормальных детей. Исходя из наблюдений, Мнухин делает вывод о том, что нарушения письменной речи не являются самостоятельным расстройством, а сопровождаются целым рядом других нарушений, которые не являются случайными, а возникают на общей с нарушениями письма психопатологической основе. Такой общей психопатологической основой, по мнению автора, является нарушение функции структурообразования. Дисграфия — более сложное проявление этого нарушения, а наиболее элементарные проявления — это расстройства «рядоговорения», механического воспроизведения рядов (порядковый счет, называние по порядку дней недели и т. д.). Мнухин считал, что в подавляющем большинстве случаев нарушения письменной речи отягощены наследственностью различной степени выраженности.

Овладение письменной речью означает для ребенка овладение особой и чрезвычайно сложной символической системой знаков и имеет в онтогенетическом развитии особые закономерности.

Развитие письменной речи в онтогенезе

Как говорит Делакура, особенность этой системы заключается в том, что она представляет собой символизм второй степени, который постепенно становится прямым символизмом. Это значит, что письменная речь состоит из системы знаков, условно обозначающих звуки и слова устной речи, которые, в свою очередь, являются знаками для реальных предметов и отношений. Постепенно эта срединная, или промежуточная, связь, именно устная речь, отмирает, и письменная речь превращается в систему знаков, непосредственно символизирующих обозначаемые предметы и отношения между ними.

Овладение письменной речью является на самом деле продуктом длительного развития сложных функций поведения ребенка, и, только подходя к моменту обучения письму с исторической точки зрения, то есть, только пытаясь понять этот момент во всей истории культурного развития ребенка, можно подойти к правильному разрешению всей психологии письма.

Развитие письменной речи не идет по единой прямой линии, сохраняя какое бы то ни было подобие прямой преемственности форм. В истории развития письменной речи у ребенка встречаются превращения одних форм письменной речи в другие.

Таким образом, овладение письмом с психологической стороны должно быть представлено не как чисто внешняя, механическая, извне данная ребенку форма поведения, но как известный момент в развитии его поведения, с необходимостью возникающий на его определенной точке,

генетически связанный со всем тем, что его подготовило и сделало возможным.

Развитие письменной речи принадлежит первой, наиболее ясной линии культурного развития потому, что оно связано с овладением известной внешней системой средств, выработанных и созданных в процессе культурного развития человечества. Однако для того, чтобы эта внешняя система средств стала психической функцией самого ребенка, системой его реакций, особой формой его поведения, для того, чтобы письменная речь человечества стала письменной речью самого ребенка, для этого нужны сложные процессы развития.

История развития письма начинается с возникновения первых зрительных знаков у ребенка. Именно жест является тем первоначальным зрительным знаком, в котором заключается будущее письмо ребенка. Жест, по правильному выражению, является письмом в воздухе, а письменный знак является очень часто просто закрепленным жестом [3].

Процессы обучения письменной речи вызывают к жизни новые, чрезвычайно сложные циклы развития таких психических процессов, возникновение которых означает столь же принципиальное изменение в общем духовном облике ребенка, как и обучение речи при переходе от младенчества к раннему детству.

Все исследования письменной речи подтверждают, что она трудна для ребенка раннего возраста, ибо требует произвольного употребления тех самых речевых функций, которыми непроизвольно ребенок уже пользовался раньше. Если ребенок очень живо рассказывал о каком-либо событии, а потом с большим трудом упрощенными фразами передал событие письменно, то это происходит главным образом потому, что в письменной речи он должен произвольно сделать то, о чем непроизвольно рассказывал устно. Ребенок, который говорит слово «Москва», но до обучения письменной речи не подзревает, что в этом слове содержится звукосочетание «ск» и что он произносит его, не зная, как выполнить данную задачу произвольно. Проблема произвольной деятельности находится в непосредственной зависимости от проблемы осознания этой деятельности.

Как правильно смотреть на процесс обучения письму, который ребенок продельвает самостоятельно? Можно считать, что развитие письма есть процесс чистого обучения, т. е. это двигательные навыки, которые ничего общего с развитием не имеют. Можно смотреть иначе: это процесс установления навыков, связанных с письмом, т. е. установление ассоциации между буквой и звуком и есть процесс развития.

Возникла классическая формула, которая гласит: письмо не представляет для ребенка ничего нового, а письменная речь есть ничто иное, как перевод устной речи в письменные знаки. Письменная речь — это зрительная форма существования устной речи. В письменной речи моделируется — обозначается определенными графическими значками — звуковая структура слов устной

речи, временная последовательность звуков переводится в пространственную последовательность графических изображений, т. е. букв. Однако исследования натолкнулись на центральную проблему, из анализа которой вырос ряд работ по психологии письма в школе. Оказалось, общим правилом для всех детей в разных странах является то, что ребенок в 9 лет, научившись писать, в отношении развития письменной речи, т. е. понимания текста и умения написать текст, очень значительно отстает в развитии своей устной речи. Спрашивается: почему же ребенок, научившийся писать, говорит как девятилетний, а пишет как двухлетний? Чем объясняется такое колоссальное расхождение между письменной и устной речью? Наблюдения показали, что дети, хорошо владеющие устной речью, пишут короткими, двухсловными предложениями, т. е. так, как говорит ребенок младше двух лет.

Проделанные рядом ученых исследования выдвинули другую теорию — теорию сдвигов, согласно которой при всяком приобретении новой функции у ребенка повторяются те трудности, которые он встретил при овладении другой, родственной функцией в более раннем возрасте. Так, при овладении устной речью ребенок прошел через известные этапы развития, и согласно теории сдвигов, при овладении письменной речью он должен пройти те же этапы.

Тогда возникает вопрос: действительно ли письменная речь является простым переводом устной в письменные знаки?

Ряд исследователей показали, что письменная речь абстрактнее устной. Она абстрактна в том отношении, что это речь без интонации. Ребенок начинает понимать интонацию раньше, чем саму по себе речь. Письменная речь абстрактна также в том отношении, что она совершается без собеседника. Письменная речь отличается от устной также и со стороны мотивации: мотивация стоит в начале развития речи ребенка. Потребность (это доказано) — необходимая предпосылка развития речи, и дети часто не говорят в раннем возрасте, потому что у них не возникает потребности в речи. Речь всегда имеет определенные мотивы — то, ради чего человек говорит.

В устной речи не приходится выдумывать мотивы: при каждом новом повороте разговора возникает необходимая фраза, за ней следующая дополнительная фраза и т. д. Таким образом, устная речь порождает мотивацию. В письменной речи мы должны сами создавать ситуацию, мотивы речи, т. е. действовать более произвольно, чем в устной речи.

Письменная речь с самого начала связана с осознанием и намерением, с волевыми функциями. Ряд исследований показывает, что в письменной речи ребенок должен в большей степени осознавать процессы говорения. Устной речью ребенок овладевает без такого полного осознания. Ребенок раннего возраста говорит, но не знает — как он это делает. В письменной речи он должен осознавать самый процесс выражения мыслей в словах.

Огромное расхождение между устной и письменной речью объясняется тем, что в письменной речи ребенок должен произвольно сделать то, что в устной речи он делает непроизвольно. В письме ребенок должен направить внимание не на саму речь, а на то, что находится за словами. Внимание ребенка настолько поглощено произвольно построением того, что он умеет делать непроизвольно, что от этого начинает изрядно страдать смысл. Сделать то и другое сразу ему непосильно.

Оказывается, что между развитием письменной речи и обучением грамматике имеется самая тесная связь, так что одной из наиболее частых причин плохого развития письменной речи является незнание грамматики. Между развитием письменного понимания и развитием письменной речи, т. е. между осознанием ребенком того, что он сам делает, и произвольным построением письменной речи существует непосредственная зависимость.

Письменная речь стоит в ином отношении, чем устная, и к внутренней речи. Устная речь в истории развития ребенка является предшественницей внутренней речи. Ребенок сначала начинает говорить громко, потом уже думать про себя. Письменная речь развивается вслед за внутренней речью и находится в прямой зависимости от последней.

Письменной речи, в общем, свойственны те же черты, что и устному монологу, но они более строго выражены. Письменная речь предполагает какое-то обдумывание, рождение в голове того, что мы хотим сказать. Известно, что в устной речи ее процесс никогда не протекает в два ряда: сначала формулирование фразы про себя, а затем ее устное изложение. Письменная же речь требует непрерывного функционирования внутренней речи, здесь выше требования к построению предложений, к выбору слов, к логике, к полноте раскрытия темы, к последовательности изложения, к правильности языка и т. д.

Если суммировать все сказанное, то расхождение между устной и письменной речью у школьника становится понятным. Необходимо рассматривать письменную речь как процесс возникновения новой формы речи, которая состоит в иных структурных и функциональных отношениях к другим формам и имеет свои законы развития.

Во-первых, письменная речь всегда сложнее и полнее устной. Предложения крупнее, чаще употребляются конструкции, осложняющие предложения, больше книжных слов. Даже размер целого сочинения, как показывают наблюдения, в письменном варианте обычно больше, чем в устном.

Во-вторых, в письменном варианте невозможны паузы, логические ударения, интонация, жесты и другие средства, играющие важную роль в устной речи. Письменная речь от этого проигрывает. В некоторой степени этот ее недостаток компенсируется знаками препинания, делением текста на абзацы, выделением слов шрифтом и подчеркиванием, дополнительными замечаниями.

В-третьих, письменная речь отягощена орфографией, которая отнимает у младших школьников много

сил. Известно, что некоторые дети, боясь орфографических ошибок, стараются писать сочинения покороче, попроще. Слабый орфографический навык является очень серьезной помехой в развитии письменной речи детей.

Наконец, письменная речь составляется и протекает значительно медленнее, чем устная, особенно в начальных классах. Для некоторых детей процесс письма как бы превращается в самоцель и закрывает главное — содержание и отбор языковых средств. Письменное изложение перестает быть для них чем-то связным, целым, а представляется набором слов и предложений.

Письменная речь — это речь подготовленная, подлежащая проверке, поддающаяся исправлению, совершенствованию. Поэтому овладение письменной речью особенно полезно для повышения общей языковой культуры. Письменная речь оказывает в школе все возрастающее влияние на устную речь учащихся.

Процесс письма взрослого человека является автоматизированным и отличается от характера письма ребенка, овладевающего этим навыком. Так, у взрослого письмо является целенаправленной деятельностью, основная цель которой — передача смысла или его фиксация. Процесс письма взрослого человека характеризуется целостностью, связностью, является синтетическим процессом. Графический образ слова воспроизводится не по отдельным элементам (буквам), а как единое целое. Слово воспроизводится единым моторным актом. Процесс письма осуществляется автоматизировано и протекает под двойным контролем: кинестетическим и зрительным.

Автоматизированные движения руки являются конечным этапом сложного процесса перевода устной речи в письменную. Этому предшествует сложная деятельность, подготавливающая конечный этап. Процесс письма имеет многоуровневую структуру, включает большое количество операций. У взрослого человека они носят сокращенный, свернутый характер. При овладении письмом эти операции предстают в развернутом виде.

А.Р. Лурия в своих исследованиях определяет следующие операции письма.

Письмо начинается с побуждения, мотива, задачи. Человек знает, для чего пишет: чтобы зафиксировать, сохранить на определенное время информацию, передать ее другому лицу, побудить кого-то к действию и т.д. Человек мысленно составляет план письменного высказывания, смысловую программу, общую последовательность мыслей. Начальная мысль соотносится с определенной структурой предложения. В процессе письма пишущий должен сохранить нужный порядок написания фразы, сориентироваться на том, что он уже написал и что ему предстоит написать.

Каждое предложение, которое предстоит записать, разбивается на составляющие его слова, так как на письме обозначаются границы каждого слова.

Одной из сложнейших операций процесса письма является анализ звуковой структуры слова. Чтобы правильно написать слово, надо определить его звуковую структуру,

последовательность и место каждого звука. Умение выделить фонемы в слове и правильно их дифференцировать является одним из самых необходимых условий развития звукового анализа. Для правильного протекания звукового анализа необходимо и второе условие — умение представить звуковую структуру слова в целом, а затем, анализируя ее, выделить звуки, сохраняя и фиксируя как количество, так и правильный порядок их в слове. Звуковой анализ, как подчеркивает Д.Б. Эльконин, есть не что иное, как «действие по установлению последовательности звуков в слове» [33]. Звуковой анализ слова осуществляется совместной деятельностью речеслухового и речедвигательного анализаторов. Большую роль при определении характера звуков и их последовательности в слове играет проговаривание: громкое, шепотное или внутреннее.

На начальных этапах овладения навыком письма роль проговаривания очень велика. Оно помогает уточнить характер звука, отличить его от сходных звуков, определить последовательность звуков в слове.

Следующая операция — соотнесение выделенной из слова фонемы с определенным зрительным образом буквы, которая должна быть отдифференцирована от всех других, особенно от сходных графически. Для точного различения графически сходных букв необходим достаточный уровень сформированности зрительного анализа и синтеза, пространственных представлений. Анализ и сравнение буквы не являются для первоклассника простой задачей.

Затем следует моторная операция процесса письма — воспроизведение с помощью движений руки зрительного образа буквы. Одновременно с движением руки осуществляется кинестетический контроль. По мере написания букв, слов кинестетический контроль подкрепляется зрительным контролем, чтением написанного. Процесс письма в норме осуществляется на основе достаточного уровня сформированности определенных речевых и неречевых функций: слуховой дифференциации звуков, правильного их произношения, языкового анализа и синтеза, сформированности лексико-грамматического строя речи, зрительного анализа и синтеза, пространственных представлений. Несформированность какой-либо из перечисленных функций может вызвать нарушение процесса овладения письмом, дисграфию. Для преодоления и предупреждения дисграфий необходимо рассмотреть механизм их возникновения.

Современное понимание механизмов нарушения письма

Дисграфия — это частичное специфическое нарушение процесса письма. Письмо представляет собой сложную форму речевой деятельности, многоуровневый процесс. В нем принимают участие различные анализаторы: речеслуховой, речедвигательный, зрительный, общедвигательный. Между ними в процессе письма уста-

навливается тесная связь и взаимообусловленность. Структура этого процесса зависит от этапа овладения навыком, задачами и характером письма. Письмо тесно связано с процессом устной речи и осуществляется только на основе достаточно высокого уровня ее развития.

Дисграфия обусловлена недоразвитием (распадом) высших психических функций, осуществляющих процесс письма в норме.

В письме всех детей, независимо от степени овладения ими соответствующим навыком, имеются специфические ошибки на замену и смешение букв. В основе таких ошибок лежат серьезные причины: несформированность фонетико-фонематической и лексико-грамматической сторон речи. Так пропуски гласных и согласных букв — «трва», «тава» вместо *трава*, перестановки букв в слове — «тко» вместо *кто*, перестановки и выпадения слогов — «кокродил», «кродил» вместо *крокодил*, появление лишних букв или слогов в слове — «тарава» вместо *трава*, недописывание букв или слогов в слове, обусловлены несформированностью фонематического восприятия и связанного с ним анализа и синтеза слова.

Процесс овладения письмом, как известно, предполагает четкость звукового анализа. В то же время установлено, что нарушение произношения даже одного звука может являться симптомом фонематического недоразвития и отрицательно влиять на формирование звукового анализа. Нарушается анализ не только тех слов, в состав которых входит неправильно произносимый звук, но и слов, включающих звуки, сходные с нарушенным по звучанию и месту образования. Звуки оказываются недостаточно акустически противопоставленными друг другу. Поэтому в письме буквы заменяются и смешиваются чаще, чем звуки в произношении.

Наряду со специфическими ошибками наблюдаются и такие ошибки, как пропуски букв, добавления, перестановки, замены букв по графическому сходству, ошибки на правила правописания, на запоминание написания трудных слов и др., которые можно встретить и у детей с нормальным речевым развитием. Однако в письме детей с фонематическим недоразвитием такие ошибки являются более стойкими и более распространенными.

Дети с недостатками речи в процессе письма не только пропускают буквы в словах, но и целые сочетания букв. Нередко наблюдаются перестановки, добавления отдельных букв за счет трудности сохранения звуковой последовательности элементов слова. Диктуемое записывается детьми так, как им легче удержать его в памяти. Сочетание согласных, неудобное для произношения, за-

меняется более легким, т. е. между согласными звуками ставится гласный или один из согласных звуков пропускается.

Большое количество ошибок на правила правописания также находит объяснение в недостаточно сформированном фонематическом развитии детей. Так, ребенок, недостаточно различающий мягкие и твердые согласные, испытывает затруднения в усвоении правописания слов с твердыми и мягкими согласными перед гласными. Дети, практически слабо различающие и противопоставляющие звонкие и глухие согласные, делают ошибки в правописании сомнительной согласной в середине и в конце слова. Несмотря на заученное правило, они не могут его применить на практике.

Основным проявлением нарушения письма является то, что оно тесно связано с недоразвитием произносительной стороны речи, с затруднениями в различении звуков речи.

При этом надо иметь в виду, что очень часто фонематические затруднения бывают более стойкими по сравнению с произносительными.

У части детей недостатки произношения к моменту поступления в школу уже могут быть устранены, но формирование фонематических представлений, лежащих в основе звукового анализа, а, следовательно, обучения грамоте, может еще значительно отставать от нормы, что свидетельствует о неподготовленности ребенка к языковым наблюдениям, сравнениям, обобщениям.

Дисграфия может сопровождаться и неречевой симптоматикой (неврологическими нарушениями, нарушением познавательной деятельности, восприятия, памяти, внимания, психическими нарушениями). Неречевые симптомы определяются в этих случаях не характером дисграфии и в связи с этим не включаются в ее симптоматику, а совместно с нарушением письма входят в структуру нервно-психических и речевых расстройств (при алалии, дизартрии, нарушениях речи при умственной отсталости).

Вместе с тем дисграфия у детей с нормальным интеллектом может вызывать различные отклонения в формировании личности, определенные психические наслоения. У детей с дисграфией отмечается несформированность многих высших психических функций: зрительного анализа и синтеза, пространственных представлений, слухопроизносительной дифференциации звуков речи, фонематического, слогового анализа и синтеза, деления предложений на слова, лексико-грамматического строя речи, расстройства памяти, внимания, сукцессивных и симультанных процессов, эмоционально-волевой сферы.

Литература:

1. Белобрыкина О. А. Речь и общение. — Ярославль, 1998.
2. Волкова Г. А. Логопедия. — М., 1999.
3. Выготский Л. С. Педагогическая психология. — М., 1996.
4. Выготский Л. С. Психология развития ребенка. — М., 2003.
5. Гвоздев А. Н. Вопросы изучения детской речи. — М., 1961.

6. Жукова Н. С., Мастюкова Е. М., Филичева Т. Б. Логопедия. — М., 1998.
7. Лапшин В. А., Пузанов Б. П. Основы дефектологии. — М., 1990.
8. Левина Р. Е. Нарушения письма у детей с недоразвитием речи. — М., 1961.
9. Логопедия/под ред. Проф. Л. С. Волковой. — М., 1989.
10. Лурия А. Р. Очерки психофизиологии письма. — М., 1950.
11. Спирова Л. Ф., Ястребова А. В. Учителю о детях с нарушениями речи. — М., 1976.
12. Цветкова Л. С. Введение в нейропсихологию и восстановительное обучение. М., 2000.

Вербальная агрессия и основные формы ее проявления в молодежной среде (на примере студентов филиала ФГБОУ ВПО «ВГУЭС» г. Находка)

Простакишина Надежда Павловна, доцент;

Шпак Екатерина Сергеевна, студент

Филиал Владивостокского государственного университета экономики и сервиса в г. Находке

На современном этапе в системе ценностей молодежи произошли серьезные изменения, которые являются следствием негативных процессов в обществе. Эти изменения охватывают широкий спектр интересов, ценностей и психологических состояний — стремление к получению максимума удовольствий, цинизм и подчеркнутый прагматизм, равнодушие ко всему окружающему и политическая апатия, возросший интерес к религии и рост числа верующих, размывание критериев морали и нравственности, проникновение криминальной субкультуры, рост проявлений экстремизма и других форм противоправного поведения.

Актуальность проведенного исследования заключается в остроте проблемы вербальной агрессии в молодежной среде, с которой они встречаются в современном обществе: на улице, в учебных заведениях, в семье и других общественных местах. Речевая агрессия воспринимается в некоторой степени студентами как допустимая норма в определенных ситуациях и нередко находит общественное оправдание и одобрение.

Вербальная агрессия препятствует реализации основных задач эффективного речевого общения: затрудняет полноценный обмен информацией, сдерживает восприятие и понимание собеседниками друг друга, делает невозможной выработку общей стратегии взаимодействия. Она — спутник практически любой ссоры и самый опасный враг вежливости. Поэтому всестороннее изучение речевой агрессии является необходимым условием, обеспечивающим коммуникативную безопасность отдельной личности и общества в целом.

Слово агрессия происходит от латинского «aggredi», что означает «нападать». Оно издавна бытует в европейских языках, однако, значение ему придавалось не всегда одинаковое. До начала XIX века агрессивным считалось любое активное поведение, как доброжелательное, так и враждебное. Позднее, значение этого слова изменилось, стало более узким. Под агрессией стали понимать враждебное поведение в отношении окружающих людей.

В настоящее время рядом исследователей предложено множество определений агрессии. В толковом словаре С. И. Ожегова и Н. Ю. Шведовой дается следующее определение понятия «вербальной агрессии»: «это открытая неприязнь, вызывающая враждебность» [1, с. 98]. Исследователь Ю. Б. Можгинский определил «вербальную агрессию» как «действия и высказывания, направленные на причинение вреда, душевной и физической боли другому существу» [2, с. 176].

Вербальная агрессия предполагает использование речевых средств, наносящих боль, оскорбления. Это могут быть отрицательные отзывы и критические замечания, выражение отрицательных эмоций — недовольство другими в форме брани, затаенной обиды, недоверия, ярости, ненависти; высказывание мыслей и желаний агрессивного характера, оскорбления, упреки обвинения; угрозы.

На наш взгляд, наиболее глубоким является определение исследователя В. Ф. Пирожкова. По его мнению «агрессия» — это мотивированное деструктивное поведение индивида, противоречащее принятым правилам и нормам существования людей в социуме, причиняющее моральный, физический, или психологический ущерб [3, 197 с.].

Характеристика вербальной агрессии:

1. Вербальная агрессия препятствует эффективному общению;
2. Она наносит удар по самооценке и способностям собеседника;
3. Может быть открытой (гневные выпады и оскорбления) или скрытой (очень незаметной и постепенной);
4. Цель такой агрессии — скрытое подчинение и манипуляция партнером;
5. Вербальная агрессия наносит вред межличностным отношениям;
6. Вербальная агрессия может перерасти в физическую агрессию.

Психологи выделяют три группы причин, влияющих на агрессию: биологические, социальные и психологические. К биологическим факторам наиболее часто относят:

наследственность, отягощенную психическими заболеваниями, злоупотребление алкоголем, употребление наркотиков и психотропных препаратов, наличие в анамнезе тяжелых или повторных черепно-мозговых травм. К социальным факторам относят: полученное образование, наличие и характер выполняемой работы, семейное положение, общение в асоциальных группах. Психологические факторы: эмоциональная неустойчивость, импульсивность, тревожность, а также склонность к дисфориям, к эмоциям ярости и гнева.

Целью предпринятого нами исследования послужила необходимость выявления особенностей отношения современной молодежи к проявлениям вербальной агрессии.

Объектом исследовательской работы явилась студенческая молодежь 1–3 курсов филиала ФГБОУ ВПО «ВГУЭС» г. Находка. Общий объем выборочной совокупности составил 60 человек.

В нашем исследовании мы рассматриваем проявление вербальной агрессии в межличностной коммуникации. Межличностная коммуникация предполагает обмен сообщениями двумя или несколькими индивидами, вступившими в контакт друг с другом. Единицей коммуникации является речевой акт.

При проведении исследования респондентам было предложено выделить причины вербальной агрессии. Были получены следующие результаты:

1. враждебность по отношению к объекту агрессии (20% респондентов);
2. ответная реакция на агрессивное поведение оппонента (54%);
3. нарушение собеседником норм межличностной коммуникации (12%);
4. низкий уровень речевой и коммуникативной культуры собеседника (14%).

Таким образом, на намеренные словесные оскорбления и физическую агрессию большинство молодых людей реагирует аналогичным образом, не пытаясь себя сдерживать.

Вербальную агрессию можно считать постоянным

спутником нашей жизни. Этот факт подтверждается результатами предпринятого нами социологического исследования. На вопрос: «Сталкивались ли Вы когда-нибудь с проявлениями вербальной (словесной) агрессии?», 85% респондентов ответили положительно.

В результате анализа ответов на вопрос: «Используют ли респонденты в своем общении словесную агрессию», было выявлено отличие ответов по гендерному признаку. Было определено, что мужчины в большей степени прибегают к вербальной агрессии, нежели женщины. Так, 67% мужчин используют в своем общении вербальную агрессию, в то время как среди женщин этот показатель равняется 57%.

Иногда сложно выявить признаки вербальной агрессии. Одна и та же фраза может восприниматься нами по-разному: для одних — однозначное хамство и агрессия, для других — обычное поведение. Агрессия, ставшая повседневной, оскорбляет, задевает личность человека. Словом можно ранить. Поэтому очень важно уметь разобраться с причинами вербальной агрессии, научиться правильно на нее реагировать.

В ходе исследования были выявлены наиболее предпочтительные виды реакций на вербальную агрессию, при этом, не было выявлено ни одной ситуации, вызвавшей одинаковую реакцию всех респондентов, независимо от их пола и возраста.

На вопрос: «Как Вы реагируете на направленную на Вас вербальную агрессию», респондентам было предложено выбрать несколько ответов. Так, 55% ответили, что отвечают тем же (грубят), 15% относятся с юмором, 20% игнорируют, 10% ответили, что их реакция зависит от сложившейся ситуации.

Таким образом, проведенное нами исследование позволило определить иерархию мест, где респонденты чаще всего сталкиваются с агрессивно настроенными людьми. На первое место респонденты поставили общественные заведения (65%), на второе — общеобразовательные заведения (школы, институты) (25%), а 10% респондентов сталкивались с вербальной агрессией в семье (3-е место).



Диаграмма 1. Причины вербальной агрессии



Диаграмма 2. Реакция на вербальную агрессию

В результате исследования можно сделать вывод о том, что вербальная агрессия является повседневной чертой жизни молодежи на всех уровнях социальных

связей: в учебном заведении, в семье, с ровесниками (из-за эмоциональной неустойчивости, импульсивности поведения).

Литература:

1. С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. Толковый словарь Ожегова. 1949–1992;
2. Можгинский, Ю. Б. Агрессивность детей и подростков: распознавание, лечение, профилактика — 2-е издание, стереотипное. Москва: Когито-Центр, 2008. 181 с.
3. Пирожков В. Ф. Криминальная психология — М.: «Ось-89», 2001.

Конституционное право граждан на экологическую информацию

Тесьля Ольга Владимировна, магистрант

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации
Поволжский институт имени П. А. Столыпина (г. Саратов)

В статье раскрываются проблемы обеспечения конституционного права граждан Российской Федерации на получение экологической информации. Проанализировав вопросы законодательного регулирования данного права, автором предложены пути решения для эффективной реализации права граждан на получение достоверной экологической информации.

Ключевые слова: конституционное право, экологическая информация.

Экологические проблемы, такие как загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод в результате хозяйственной деятельности человека, приобретают все большее значение во всем мире. В России в условиях реформирования экономики и роста промышленного производства, практически не сопровождающегося обновлением производственной техники предприятий и разработкой эффективных малоотходных технологий, вопросы охраны окружающей среды приобретают особое значение. С неизменной стабильностью устанавливаются факты экологических правонарушений, противоречащих конституционному праву граждан на благоприятную окружающую среду. В связи с этим в правовой науке особенно актуальными стано-

вятся вопросы регулирования экологических прав человека. Важным средством обеспечения конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду является его взаимосвязь с правом на получение соответствующей экологической информации.

Право на информацию является одним из основополагающих прав личности. Оно вытекает из естественных прав каждого человека на жизнь и свободу. Это право закреплено в ст. 19 Всеобщей декларации прав человека, которая была принята Генеральной Ассамблеей ООН 10 декабря 1948 г. [1, 135].

Данное право находит подтверждение в Конституции Российской Федерации, п. 4 ст. 15 закрепляет прио-

ритет международного права. [1, 7]. Таким образом, используя эту статью, граждане Российской Федерации, могут применять нормы международного права, в том числе и Всеобщую декларацию прав человека. Конституция Российской Федерации содержит множество норм, регламентирующих право граждан на получение информации, а также механизмы реализации этого права. Так, часть 2 ст. 24 Конституции РФ предусматривает обязанность органов государственной власти и местного самоуправления, их должностных лиц обеспечивать каждому возможность ознакомления с документами и материалами, непосредственно затрагивающими его права и свободы. Статья 29 Конституции гласит, что право на доступ к информации является неотчуждаемым правом человека и гражданина. Статьей 41 определена ответственность должностных лиц за сокрытие фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей. И, наконец, статья 42 провозгласив право граждан на благоприятную окружающую среду, закрепила право гражданина на достоверную информацию о ее состоянии.

Российское законодательство содержит достаточно большое количество законодательных актов, обязывающих органы государственной власти и местного самоуправления соблюдать конституционное право граждан на получение информации, в том числе и экологической.

Федеральный закон от 27 июля 2006 года «Об информации, информационных технологиях и защите информации» [3] определил основные направления государственной политики в сфере информатизации. В статье 8 Закона наложено вето на ограничение доступа к информации о состоянии окружающей среды. Помимо этого, Законом предусмотрено обжалование в судебном порядке действий должностных лиц, нарушающих право на доступ к информации. В случае неправомерного отказа в доступе к информации или предоставления заведомо недостоверной информации, предусмотрено право на возмещение понесенного ущерба. Следует согласиться с выводами Кутузова В.И., что доступ к информации является формой и гарантией контроля общества за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, в том числе и контроля состояния окружающей среды [4,51].

Статья 3 Федерального закона РФ от 10 января 2002 года № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды» [5] возлагает ответственность на органы государственной власти и органы местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях. Законом, также закреплено право каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду. Реализация данного права может быть осуществлена гражданами (юридическими лицами) посредством направления обращений в органы государственной власти и органы местного самоуправления, а также иные орга-

низации запроса о состоянии окружающей среды в местах своего проживания, и принимаемых мерах по ее охране.

Федеральный закон от 23 ноября 1995 года № 174–ФЗ «Об экологической экспертизе» [6] является одним из немногих, в котором непосредственно указывается, что предусматриваемый в нем механизм правового регулирования представляет собой средство реализации конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду [7]. Статья 6 указанного Закона обязывает органы государственной власти субъектов РФ информировать население о намечаемых и проводимых экологических экспертизах и их результатах. Статья 9 предусматривает информирование федеральных органов исполнительной власти в области экологической экспертизы о намечаемой хозяйственной деятельности на территории соответствующего муниципального образования; информирование органов прокуратуры о начале реализации объекта экологической экспертизы без положительного заключения государственной экологической экспертизы. Статьей 19 Закона предусмотрена обязанность экспертной комиссии государственной экологической экспертизы принимать решения о реализации объекта с учетом общественного мнения. Однако, как правило, на практике, население не располагает информацией о предстоящей государственной экологической экспертизе того или иного объекта.

Помимо Конституции РФ и рассмотренных выше Федеральных законов правовое регулирование оборота экологической информации осуществляется многочисленными законодательными нормативными правовыми актами: Федеральным законом от 21.11.2011 N 323–ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Федеральным законом от 19 июля 1998 года № 113–ФЗ «О гидрометеорологической службе», Федеральным законом от 09.01.1996 года № 3–ФЗ «О радиационной безопасности населения», Федеральным законом от 21 октября 1995 года № 170–ФЗ «Об использовании атомной энергии» и т.д.

Экологическая информация — явление многостороннее и неоднозначное, проблемы правового регулирования информационных отношений являются предметом повышенного интереса. В юридической науке предпринято множество попыток сформулировать понятие экологической информации, однако, до настоящего времени, законодательно данный термин не закреплён. Это порождает определенные трудности в правоприменительной практике.

В содержании права на доступ к информации выделяют следующие элементы: объект права, субъект права, правовые возможности субъекта права. Объектом правонарушения выступают общественные отношения в сфере обеспечения населения экологической информацией, соблюдение конституционного права на доступ к экологической информации. Предметом является экологическая информация. Поскольку данное право носит не индивиду-

альный, а социальный характер субъекты данного права определены законодателем довольно широко (физические и юридические лица, общественные объединения и неправительственные природоохранные организации, органы государственной власти и органы местного самоуправления, правоохранительные органы и т. д.)

Необходимо отметить, что сокрытие или искажение экологической информации влечет наступление административной ответственности по основаниям, установленным ст. 8.5 Кодекса об административных правонарушениях РФ [8]. Кроме того, статьей 237 (глава 25) Уголовного кодекса [9] предусмотрена уголовная ответственность за сокрытие информации об обстоятельствах, создающих опасность для жизни или здоровья людей. Вместе с тем, как справедливо отмечает О. С. Карху, согласно формальному критерию ст. 237 УК РФ не входит в состав главы 26 «Экологические преступления», но поскольку в результате совершения предусмотренного в ней деяния вред причиняется жизни или здоровью людей либо окружающей среде, преступление носит экологический характер. Эта позиция не оспаривается ни уголовно-правовой, ни эколого-правовой доктринами [10, 17].

Проанализировав действующее законодательство можно сделать следующий вывод: в Российском законодательстве достаточно подробно регламентируются процессы, связанные со сбором, накоплением, распространением и доступом к экологической информации. Однако вследствие высокого уровня эколого-правового нигилизма население граждане имеют лишь общее представление об экологических проблемах [4, 115]. Несмотря на то, что закон обязывает органы экспертной комиссии

государственной экологической экспертизы принимать решения о реализации объекта с учетом общественного мнения, не всегда данное мнение берется в расчет и должностные лица не обязаны обосновывать свой отказ. Все это приводит к тому, что реализация права на получение экологической информации представляет собой очень серьезную проблему, что в свою очередь, не позволяет реализовать и другие конституционные права, такие как право на благоприятную окружающую среду, на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Все вышесказанное подтверждается относительно небольшой судебной практикой, отсутствием четкого механизма функционирования системы государственных органов, распоряжающихся экологической информацией.

Думается, что для эффективной реализации данного права необходимо введение легитимного понятия экологической информации, принятия специализированного законодательства, что позволит относить информацию именно к категории экологической и, в свою очередь, позволит субъектам экологических правоотношений отстаивать свои конституционные права в судах; законодательно закрепить процедурные гарантии своевременности уведомления общественности о намечаемых экологически значимых решениях; вменить в обязанность государству воспитание экологического сознания граждан, с целью умения отстаивать свои экологические права и профилактики противоправного поведения; предусмотреть систему поощрений граждан и юридических лиц за достоверную информацию об экологических преступлениях, предусмотренных главой 26 УК.

Литература:

1. Декларация по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, от 14 июня 1992 г.) // Международное право. Сб. документов. Т. 2. М.: БЕК, 1996.
2. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 года // Российская газета от 25 декабря 1993 года с учетом поправок, внесенных Законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30.12.2008 N 7—ФКЗ.
3. Федеральный закон от 20 февраля 1995 г. № 24—ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации» (в ред. Федерального закона от 10.01.2003 № 15—ФЗ) // Собрание законодательства РФ: 1995. — № 8. Ст. 609; 2003. — № 2. — Ст. 167.
4. В. И. Кутузов, А. А. Попов — Доступ к экологической информации: правовые аспекты Брянск: МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех», 2004.
5. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7—ФЗ (в редакции Федерального закона № 185—ФЗ от 02.07.2013 г.) // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 2. — Ст. 133.; 2013 г. № 14 Ст. 1648.
6. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174—ФЗ «Об экологической экспертизе» (в ред. Федерального закона от 17.02.09 № 314—ФЗ) // Собрание законодательства РФ: 1995. — № 48. — Ст. 4556; 2009. — № 15. — Ст. 1780.
7. «Комментарий к Федеральному закону от 23 ноября 1995 г. N 174—ФЗ «Об экологической экспертизе» (постатейный) (под ред. М. М. Бринчука) (дата обращения: 29.11.2013); доступ из справ.-правовой системы [КонсультантПлюс].
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195—ФЗ (ред. Федерального закона № 294 от 02.11.2013 г.) // Собрание законодательства РФ: 2002 г. № 1 Ст. 1; 2013 г. № 14 Ст. 1666.

9. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 года № 63–ФЗ (в редакции от Федерального закона № 302 от 02.11.2013 г.)// Собрание законодательства РФ: 1996 № 25 Ст. 2954; 2013 г. № 30 с. 4078
10. О. С. Карху — Юридическая ответственность за нарушение законодательства об экологической информации// Автореф. дис. канд. юрид. наук [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://law.edu.ru/book/book.asp>.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 3 (62) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М.Н.
Иванова Ю.В.
Лактионов К.С.
Сараева Н.М.
Авдеюк О.А.
Алиева Т.И.
Ахметова В.В.
Брезгин В.С.
Данилов О.Е.
Дёмин А.В.
Дядюн К.В.
Желнова К.В.
Жуйкова Т.П.
Игнатова М.А.
Коварда В.В.
Комогорцев М.Г.
Котляров А.В.
Кучерявенко С.А.
Лескова Е.В.
Макеева И.А.
Мусаева У.А.
Насимов М.О.
Прончев Г.Б.
Семахин А.М.
Сенюшкин Н.С.
Ткаченко И.Г.
Яхина А.С.

Ответственный редактор:

Кайнова Г.А.

Международный редакционный совет:

Айрян З.Г. (Армения)
Арошидзе П.Л. (Грузия)
Атаев З.В. (Россия)
Борисов В.В. (Украина)
Велковска Г.Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А.М. (Россия)
Досманбетова З.Р. (Казахстан)
Ешиев А.М. (Кыргызстан)
Игисинов Н.С. (Казахстан)
Кадыров К.Б. (Узбекистан)
Козырева О.А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л.В. (Украина)
Нагервадзе М.А. (Грузия)
Прокопьев Н.Я. (Россия)
Прокофьева М.А. (Казахстан)
Ребезов М.Б. (Россия)
Сорока Ю.Г. (Украина)
Узаков Г.Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н.Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А.К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61