

**МОЛОДОЙ**

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

научный журнал



ОТ РЕДАКТОРА  
Ваше письмо от 10.08.15 г. получено. Благодарю за участие в журнале. Мы постараемся опубликовать статью в ближайшее время. С уважением, Редактор

*Блок, Николай Николаевич*

**10**  
2015  
Часть I

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 10 (90) / 2015

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*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, *кандидат географических 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*

Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Матроскина Татьяна Викторовна, *кандидат экономических 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 Николай Николаевич Блохин (1912–1993) — российский хирург-онколог, академик АН СССР и АМН СССР, общественный деятель.*

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](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

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 Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

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

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

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:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Голубцов Максим Владимирович

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Авезов А. Х., Жумаев Т. Х., Темиров С. А.**  
Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, вытекающих из сопла прямоугольной формы, на основе K-ε-модели турбулентности ..... 1
- Дикарев С. С., Рябухо Е. Н., Турка Т. В.**  
Исследование алгоритмов генерации простых чисел..... 6
- Колпак Е. П., Селицкая Е. А., Габриелян Л. А.**  
Математическая модель коррупции в системе «власть — общество» ..... 9
- Расулов Т. Х., Нуриддинов Ж. З.**  
Об одном методе решения линейных интегральных уравнений.....16
- Расулов Т. Х., Нуриддинов Ж. З.**  
О методе решения линейных интегральных уравнений сведением к дифференциальным уравнениям в частных производных высшего порядка с запаздывающим аргументом .....21
- Сорокина М. М., Петрушин П. В.**  
О спутниках τ-замкнутых n-кратно Ω-расслоенных формаций конечных групп .....24
- Турдиев Х. Х., Хомидов Ф. Ф., Райимов Д. Г.**  
Описание спектра одного интегрального оператора в гильбертовом пространстве с весом .....30
- Феклистов С. В., Нестерова Л. Ю.**  
Обобщенный закон ассоциативности.  
Таблица Кэли.....33

### ФИЗИКА

- Иванова О. М., Валуцкий Д. Э., Свекольников О. А.**  
Творческое задание как способ изучения фотоэффекта.....37

- Кузнецов М. С., Монгуш С. А., Чуйкина А. В.**  
Преимущества тория в ЯТЦ.....40

### ХИМИЯ

- Алимкулов С. О., Мурадова Д. К.**  
Биологическая роль фосфора в жизни растений.....44

### ИНФОРМАТИКА

- Асадуллина Л. И.**  
Implementation of enterprise resource planning systems in company management ..... 47
- Ермолаева В. В., Аленов Д. М., Филиппов Е. А.**  
Защита информации .....49
- Кравчук Д. И., Кравчук В. И.**  
Проблемы нейрокомпьютерных средств .....53
- Польшакова Н. В., Макаренко С. В.**  
Высокочастотный трейдинг: торговые роботы .... 55
- Таранова Э. Н., Лаврушина Е. Г.**  
Информационные технологии в обеспечении процесса Lifelong learning в сфере туристского бизнеса .....59
- Третьякова В. И., Мусатенко К. А.**  
Моделирование движения инерционного транспортного робота с выбором квазиоптимальной траектории при наличии внешних помех и априорной недостаточности информации.....63
- Фазылова Л. С., Устинова Л. В., Пак Д. В.**  
Программирование разностного метода решения одной задачи для уравнения гиперболического типа .....68
- Шалабаев Е. В.**  
Преимущества комплекснозначного нейрона на примере решения задачи оператора XOR ..... 71

## ГЕОГРАФИЯ

- Гаджиева Г. Н.**  
Экологическое состояние летних пастбищ  
Гусарского района и пути их оптимизации.....74
- Тетерина И. Р.**  
Анализ аграрного туризма и перспектив его  
развитие в Приморском крае .....76

## ЭКОЛОГИЯ

- Азарова С. В., Перегудина Е. В., Третьяков А. Н.,  
Капустина А. А.**  
Ценные и вредные элементы в рудах и отходах  
месторождений черной металлургии .....80
- Азарова С. В., Перегудина Е. В., Третьяков А. Н.,  
Капустина А. А.**  
Ценные и вредные элементы в рудах и отходах  
месторождений цветной металлургии .....82
- Асадуллина Л. И.**  
Производственная и экологическая безопасность  
деятельности ООО «Томскнефтехим».....85
- Вяткин М. Ф., Куимова М. В.**  
О влиянии выхлопных газов автомобилей на  
здоровье человека .....87
- Егорова М. С., Зубанов П. А., Худойкин К. Э.**  
Томская область: развитие «зеленых»  
технологий.....88
- Кондранова А. М., Куимова М. В.**  
К вопросу утилизации химических отходов.....91

- Лазарева Д. В.**  
Влияние уровня воды на изменение  
гидрохимических показателей в реке Вах Ханты-  
Мансийского автономного округа.....92
- Махотлова М. Ш.**  
Твердые бытовые отходы и экология .....95
- Никонова Е. Д., Кобзева Н. А.**  
To the question of alternatives to chemical  
fertilizers and pesticides.....96
- Тясто А. А., Куимова М. В.**  
О влиянии шумового загрязнения окружающей  
среды на здоровье человека.....98
- Федотов Д. В., Куимова М. В.**  
Some causes and effects of global warming .....99

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Демьяненко А. Н.**  
Современное состояние производства зерна  
в Новосибирской области ..... 101
- Колесова Ю. Н.**  
Сельские территории Упоровского района  
Тюменской области: проблемы и перспективы  
развития ..... 104
- Махотлова М. Ш.**  
Стимулирование инновационного развития  
в сельском хозяйстве..... 106
- Махотлова М. Ш.**  
Информационные технологии в сельском  
хозяйстве..... 108



# МАТЕМАТИКА

## Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, вытекающих из сопла прямоугольной формы, на основе К-е-модели турбулентности

Авезов Алижон Хайруллаевич, ассистент;  
 Жумаев Турсунбой Хусенович, студент;  
 Темиров Сохиб Амонович, студент  
 Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Основным инструментом исследования газодинамики, тепло-массообмена турбулентных струйных течений многокомпонентных газовых смесей является математическое моделирование, которое в отличие от физического эксперимента нередко экономически эффективнее и часто является единственно возможным методом исследований. В общем случае моделирование турбулентных струйных течений реагирующих газовых смесей основано на общепринятой системе связанных уравнений в частных производных, выражающих законы сохранения массы, импульса, энергии и вещества.

В работах [1 ÷ 9] приведены в основном результаты экспериментальных и теоретико — численных расчетов, посвященных исследованиям истечения воздуха, вытекающего из сопла прямоугольной формы.

В данной работе приводится метод расчета и некоторые численные результаты исследования трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, вытекающих из сопла прямоугольной формы.

**Постановка задачи.** Рассмотрим реагирующую струю, вытекающую из сопла прямоугольной формы и распространяющуюся в спутном (затопленном) потоке воздуха. В качестве начала координат декартовой системы выберем центр начального сечения струи: ось OX, направленной вдоль струи, а оси OY и OZ параллельны сторонам сопла, размером 2a и 2b соответственно. Предположим, что течение симметрично относительно оси OX и плоскостей YOX, ZOY, которые образуют границу области интегрирования и которые позволяют рассматривать только одну четверть прямоугольной струи.

Такое течение описывается следующей параболизированной системой уравнений [7 ÷ 11]:

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0, \tag{1}$$

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} + \rho w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial u}{\partial z}), \tag{2}$$

$$\rho u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho v \frac{\partial v}{\partial y} + \rho w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{4}{3} \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial v}{\partial z}) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial w}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial w}{\partial y}), \tag{3}$$

$$\rho u \frac{\partial w}{\partial x} + \rho v \frac{\partial w}{\partial y} + \rho w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{4}{3} \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial w}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial w}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial v}{\partial z}) - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial v}{\partial y}), \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \rho u \frac{\partial H}{\partial x} + \rho v \frac{\partial H}{\partial y} + \rho w \frac{\partial H}{\partial z} &= \frac{1}{Pr_T} \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T \frac{\partial H}{\partial y}) + \frac{1}{Pr_T} \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T \frac{\partial H}{\partial z}) + (1 - \frac{1}{Pr_T}) [\frac{\partial}{\partial y}(\mu_T u \frac{\partial u}{\partial y}) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T u \frac{\partial u}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T v \frac{\partial v}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T w \frac{\partial w}{\partial y})] + (\frac{4}{3} - \frac{1}{Pr_T}) [\frac{\partial}{\partial y}(\mu_T v \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T w \frac{\partial w}{\partial z})] - \\ &- \frac{\partial}{\partial y}(\frac{2}{3} \mu_T v \frac{\partial w}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_T v \frac{\partial w}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_T w \frac{\partial v}{\partial z}) - \frac{\partial}{\partial z}(\frac{2}{3} \mu_T w \frac{\partial v}{\partial y}) \end{aligned} \tag{5}$$

$$\rho u \frac{\partial C_i}{\partial x} + \rho v \frac{\partial C_i}{\partial y} + \rho w \frac{\partial C_i}{\partial z} = \frac{1}{Sc_T} \frac{\partial}{\partial y} (\mu_T \frac{\partial C_i}{\partial y}) + \frac{1}{Sc_T} \frac{\partial}{\partial z} (\mu_T \frac{\partial C_i}{\partial z}) + \dot{W}_i, \tag{6}$$

$$\rho u \frac{\partial k}{\partial x} + \rho v \frac{\partial k}{\partial y} + \rho w \frac{\partial k}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} (\frac{\mu_T}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\frac{\mu_T}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial z}) + G - \rho \epsilon, \tag{7}$$

$$\rho u \frac{\partial \epsilon}{\partial x} + \rho v \frac{\partial \epsilon}{\partial y} + \rho w \frac{\partial \epsilon}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} (\frac{\mu_T}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\frac{\mu_T}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial z}) + C_{\epsilon 1} G - C_{\epsilon 2} \rho \epsilon \frac{\epsilon}{k}, \tag{8}$$

где  $G = \mu_T [(\frac{\partial u}{\partial y})^2 + (\frac{\partial u}{\partial z})^2]$

$$H = c_p T + \frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + \sum_{i=1}^{N_k} C_i h_i^* \tag{9}$$

$$P = \rho T R \sum_{i=1}^{N_k} \frac{C_i}{m_i} \tag{10}$$

$$\mu_T = \frac{C_\mu \rho k^2}{\epsilon} \tag{11}$$

В уравнениях (1÷11)  $x, y, z$  — декартовы координаты,  $\rho$  - плотность;  $u, v, w$  - компоненты скорости;  $T$  - температура;  $H$  - полная энтальпия,  $P$  - давление;  $k$  - кинетическая энергия турбулентности;  $\epsilon$  - диссипация кинетической энергии турбулентности;  $C_i$  - массовая концентрация  $i$ - того компонента,  $N_k$  - число компонентов смеси;  $c_p$  - теплоёмкость при постоянном давлении;  $R, Sc_T$  - турбулентное число Прандтля и Шмидта;  $h_i^*$  - теплота образования  $i$  - того компонента;  $R$  - универсальная газовая постоянная;  $m_i$  - молекулярный вес  $i$ -того компонента;  $w_i$  - скорость образования  $i$ - того компонента, а также  $C_{\epsilon 1}, C_{\epsilon 2}, C_\mu, \sigma_k, \sigma_\epsilon$ , — эмпирические константы “ $k$ -  $\epsilon$ ” модели турбулентности.

**Краевые условия:**

$x=0$ :

1).  $\theta = y = a, \theta = z = b$ ;

$u = u_2, v = 0, w = 0, H = H_2, P = P_2, C_i = (C_i)_2, k = k_2, \epsilon = \epsilon_2.$

2).  $a < y < y_{+\infty}, b < z < z_{+\infty}$  (12)

$u = u_1, v = 0, w = 0, H = H_1, P = P_1, C_i = (C_i)_1, k = k_1, \epsilon = \epsilon_1.$

II.  $x > 0$ :

1).  $z = 0; 0 < y < y_{+\infty}; w = 0, \frac{\partial f}{\partial z} = 0, (f = u, v, H, C_i, k, \epsilon).$

2).  $y = 0, 0 < z < z_{+\infty}; v = 0, \frac{\partial f}{\partial y} = 0, (f = u, w, H, C_i, k, \epsilon).$

3).  $z \rightarrow z_\infty, y \rightarrow y_\infty.$

$u = u_1, v = 0, w = 0, H = H_1, P = P_1, C_i = (C_i)_1, k = k_1, \epsilon = \epsilon_1$

где индексом “1”, “2”,  $+\infty$  “отмечены соответственно величины окислителя и горючей струи, а также их значения на бесконечности, здесь  $i=1$  - окислитель, 2-горючие, 3- продукт горения, 4- инертный газ.

**Численный метод.** Системы уравнений (1÷11) с краевыми условиями (12) обезразмеривались введением безразмерных переменных по формулам:

$$\bar{x} = \frac{x}{b}, \bar{y} = \frac{y}{b}, \bar{z} = \frac{z}{b}, \bar{u} = \frac{u}{u_2}, \bar{v} = \frac{v}{u_2}, \bar{w} = \frac{w}{u_2}, \bar{\rho} = \frac{\rho}{\rho_2},$$

$$\bar{T} = \frac{T}{u_2^2 / (R/m)}, \bar{P} = \frac{P}{\rho_2 u_2^2}, H = \frac{H}{u_2^2}, \bar{\mu}_T = \frac{\mu_T}{\rho_2 u_2 b}, \bar{c}_p = \frac{c_p}{R/m},$$

$$\bar{k} = \frac{k}{u_2^2}, \bar{\epsilon} = \frac{\epsilon}{u_2^3 / b}, \bar{h}_i = \frac{h_i^*}{u_2^2}, \bar{w}_i = \frac{\dot{w}_i}{\rho_2 u_2 / b}.$$

Выходное сечение сопла преобразуем в квадратное по формуле  $\bar{y} = \bar{y}/L$  (где  $L = a/b$ ), а далее верхние черты будем опускать. Предполагается, что реакция протекает в зоне соприкосновения горючего с окислителем, т. е. рассматривается диффузионное горение.

Уравнение концентрации (6) преобразуется использованием консервативной функции Шваба-Зельдовича [12] относительно избыточных концентраций, которое позволяет освободиться от источников члена и приводит число уравнений диффузии к одному для четырехкомпонентной смеси.

При истечении дозвуковой свободной струи через сопло прямоугольного сечения в среду, градиентом давления в продольном направлении и малыми изменениями его в поперечной плоскости можно пренебречь, что иногда дает возможность проведения расчетов заданным давлением [10 ÷ 11].

Для численного интегрирования системы уравнений (1 ÷ 10) с краевыми условиями (12) используем двухслойную десятиточечную неявную конечно-разностную схему переменных направлений [8].

Большинство решений трехмерных параболизированных уравнений, было получено согласно методу с сегрегированием, предложенному Патанкармом и Сполдинггом и реализованному в процедуре SIMPLE [13] и несколько отличную формулировку, которая также приводит к уравнению Пуассона для обновления давления [10].

В данной работе приводится эффективный метод, подобный SIMPLE, прямым методом решать уравнение Пуассона для определения поправки к скоростям. Якобы лишнее уравнение неразрывности используются для расчета дисбаланса массы. В отличие от работы [11, 13] поправки приводятся по трем составляющим скоростям. Найденные решения  $u$ ,  $v$ ,  $w$  в новой итерации выражаются как расчетные ( $u_p$ ,  $v_p$ ,  $w_p$ ) и плюс поправочные ( $u_c$ ,  $v_c$ ,  $w_c$ ) и они определяются из уравнения неразрывности введением потенциала  $Q$ ,  $pu_c = \frac{\partial Q}{\partial x}$ ,  $pv_c = \frac{\partial Q}{L\partial y}$ ,  $pw_c = \frac{\partial Q}{\partial z}$  которое является решение

уравнения Пуассона:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q}{L^2 \partial y^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial z^2} = Q_p \tag{13}$$

где  $Q_p$  — источниковый член.

Разностное уравнение (13) можно записать для потенциала  $Q$  в каждой точке сетки поперек потока в плоскости по  $i$  (нумерация  $i$  сечений по оси  $Ox$ ,  $j$  — по  $Oy$ ,  $k$  — по  $Oz$ ) и использовать трехдиагональную систему уравнений при следующих обоснованных допущениях:

$Q_{i-1,j,k} = 0$ ,  $Q_{i,j,k-1} = 0$  — означают, что поправки к скорости в плоскости  $(i-1)$  и в сечении  $(k-1)$ , в котором сохранение массы уже обеспечено.

$Q_{i+1,j,k} = 0$ ,  $Q_{i,j,k+1} = 0$  — означают, что поправки к скорости будут равны нулю, как и в плоскости  $(i+1)$  и в сечении  $(k+1)$ , когда достигается их сходимость в этой плоскости и в сечении соответственно.

Коротко опишем алгоритм решения поставленной задачи:

Решается разностное уравнение (2), находится  $u_p$ .

Решается разностное уравнение (3), находится  $v_p$  с использованием значения  $u_p$ .

Решается разностное уравнение (4), находится  $w_p$  с использованием значения  $u_p$  и  $v_p$ .

Решается разностное уравнение (13), с учетом допущения 1) и 2) и выполняются скорректированные скорости с помощью равенств,  $u = u_p + u_c$ ,  $v = v_p + v_c$ ,  $w = w_p + w_c$ .

Скорректированными значениями скоростей решаются уравнения энергии и уравнения концентрации относительно избыточных концентраций, а далее вычисляются отдельные компоненты концентрации.

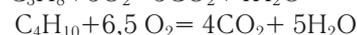
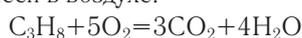
Вычисляются разностные уравнения (7) и (8) находится  $k$  и  $\epsilon$ , а затем турбулентная вязкость  $\mu_t$  по формуле (11).

Выращивание расчетной области (расширение границы струи) по оси  $Oz$  и  $Oy$  проводилось по условию:

$\max |F_{ijk} - F_{ijn}| > \delta$ , где  $F = \{u, H\}$ ,  $F_{ijn} = \{u_i, H_i\}$ , а  $\delta$  — малое число.

I, J, K

**Тестовые расчёты:** В качестве тестовой задачи для изложенного метода исследовано горение пропано-бутановой смеси в воздухе:



при следующих исходных значения окислителя и горючего:

$u_1 = 0$ ;  $u_2 = 61$  м / с;  $T_1 = 300$  К;  $T_2 = 1200$  К;  $(C_2)_2 = 0,12$ ;

$(C_4)_2 = 0,88$ ;  $(C_1)_1 = 0,232$ ;  $(C_4)_1 = 0,768$ ;  $P_1 = P_2 = 1$  атм;

$P_{T_1} = S_{C_{T_1}} = 0,65$ ;  $h_2^* = 11490$  ккал / кг

При задании исходного значения кинетической энергии турбулентности ( $k_2$ ) струи основывались на экспериментальных работах [9, 14], где оно варьировалось 1–10 % от исходной скорости струи. Для скорости диссипации кинетической энергии турбулентности не имеются экспериментальные данные.

В качестве исходных значений диссипации кинетической энергии турбулентность ( $\epsilon_2$ ) взята на порядок меньше, чем от кинетической энергии турбулентности струи. Исходные значения  $k$  и  $\epsilon$  покоящегося воздуха не превышали 1 % от начальных значений кинетической энергии турбулентности и её диссипации горючей струи соответственно.

Некоторые численные результаты приведены на рис. 1-2. Результаты свидетельствуют, что динамические границы смещения струи в направлении большой оси ( $OZ$ ) отстаёт, в то время как в направлении малой оси она растёт на некотором расстоянии вниз по потоку их значения становятся равными, после чего обе ширины возрастают практически одинаково. При этом форма струи стремится к осесимметричной т. е. переходит в круглую ( $\bar{x}=5$ ). При больших начальных значениях турбулентности ( $k=5\%$ ) струи приводит к заметному затуханию скорости вдоль оси струи (Рис.1) и сокращению длины ядра струи на начальном участке. Разрушение потенциального ядра струи сопровождается резкой интенсификацией процесса перемешивания струи с окружающей средой (окислителем).

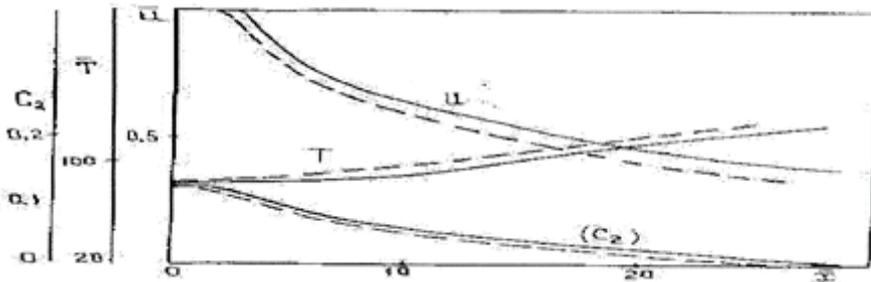


Рис. 1

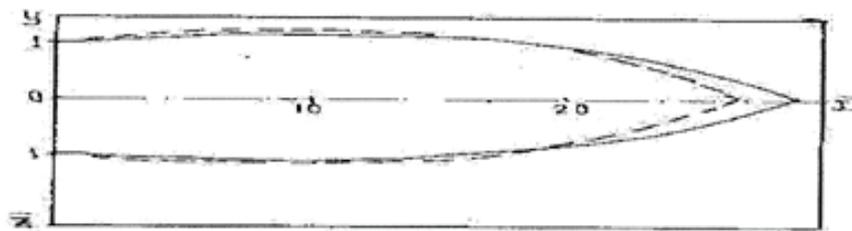


Рис. 2

Интенсивность перемешивания приводит к нарастанию температуры, и быстрой потере горючего вещества  $C_2$  (Рис.1), а это естественно приводит к расширению ширины и укорачиванию длины факела (Рис.2). Сохранение начального участка струи, а также длина факела, полученная при помощи наших численных расчетов, согласуется с вычисленной по приближенной формуле, приемлемой для инженерной практики, приведенной в монографии [15]. Эти согласия были получены при начальных значениях кинетической энергии турбулентности составляющей 1% от исходной скорости и модифицированных эмпирических константах “k-e” модели турбулентности  $C_{e1}=1,3$ ,  $C_{e2}=1,5$  вместо  $C_{e1}=1,4$  и  $C_{e2}=1,92$ .

Из параметров плотности или скорости только эксперимент или хорошо обоснованная математическая модель может показать, какой из них является наиболее важным для интенсивного перемешивания турбулентных струй. Так как основные характеристики факела (его длина, форма) определяются при прочих равных условиях диффузионными потоками реагентов. В этих целях численно исследованы влияния спутности  $m_u$  ( $m_u = u1/u2$ ) при неизменных данных исходных значениях горючей струи и окислителя на параметры факела.

Результаты показали, что при значениях параметра спутности  $m_u$  в диапазоне изменения  $0 \leq m_u \leq 0,164$  длина факела увеличивается, а дальнейшее увеличение  $m_u$  до 0,5 приводит к уменьшению длины факела примерно на 15%, в сравнении с оптимальным значением  $m_u = 0,164$ .

На рис. 3 и 4 соответственно изображены линии максимальных значений температуры (сплошная линия при  $m_u = 0,164$ , пунктирная линия при  $m_u = 0,3$ ) и изменения границы зоны смешения при различных значениях режимного параметра  $m_u$ . Из этих результатов вытекает, что факел приобрел круглую форму и ширина факела при  $m_u = 0,3$  уже, чем при  $m_u = 0,164$ . Выявлено, что спутность потоков существенно не влияет на максимальную температуру факела. Увеличение значения параметра спутности  $m_u$  приводит к медленному затуханию осевого значения скорости, уменьшению интенсивности перемешивания и заметному сужению ширины зоны смешения, чем в затопленном потоке (рис.4). В тоже время  $m_u$  на осевое значение температуры и концентрации незначительно, а также существенно не влияет на максимальную температуру факела.

Численное моделирование и исследование трехмерных турбулентных струй, реагирующих газов на основе метода, предложенного в данной работе, является эффективным для дозвуковых диффузионных горений и течений с химиче-

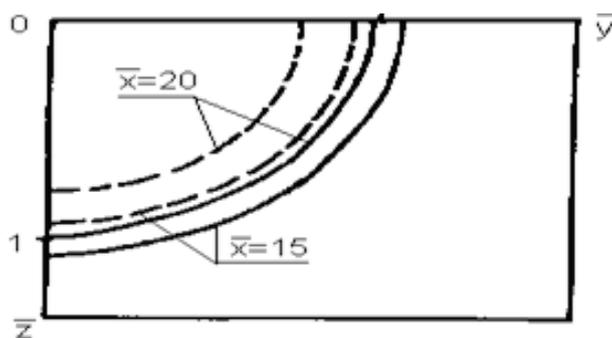


Рис. 3

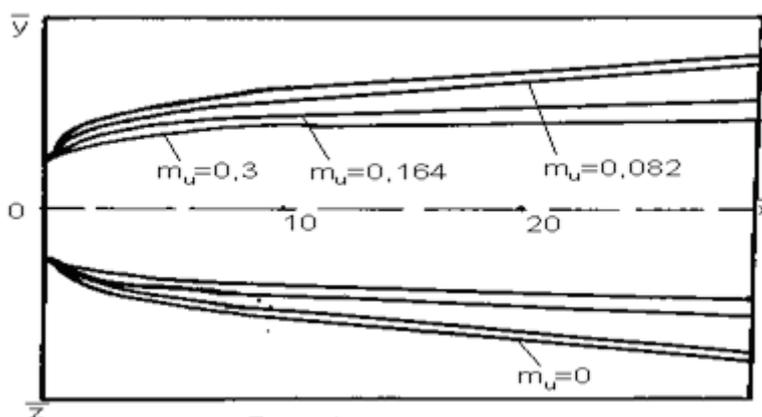


Рис. 4

скими реакциями. Позволяет провести исследования в широком диапазоне изменений исходных параметров струи горючего и окислителя, а также влияния соотношения сторон сопла.

Литература:

1. Туркус, В. А. Структура воздушного приточного факела, выходящего из прямоугольного отверстия Отопление и вентиляция. 1933 N 5.
2. Палатник, И. Б., Темирбаев Д. Ж. О распространении свободных турбулентных струй, вытекающих из насадки прямоугольной формы. // Проблемы теплоэнергетики и теплофизики. Изд. Каз ССР, Алма-Ата, 1964, вып. 1, с. 18–28.
3. Сфорца, Стейгер, Трентакосте. Исследование трехмерных вязких струй. // Ракетная техника и космонавтика. 1966, N 5, с. 42–50.
4. Ларюшкин, М. А. Некоторые закономерности влияния начального уровня турбулентности на развитие прямоугольной струи. Тр. Московского энергетического института, 1981, N524, с. 26–30.
5. Кузов, К. Аэродинамика струй, истекающих из прямоугольных сопел. // Промышленная теплотехника, том 12, N 4, 1990, с. 38–44
6. Nikjooy, M., Karki K. C., Mongia H. C. Calculation of turbulent three-dimensional jet — induced flow in rectangular enclosure. // AIAA pap — 19900, n 0684 — p1–10. РФЖ 1991, N 1, 1Б144.
7. Мак-Гирк Дж. Дж., Роди В. Расчет трехмерных турбулентных свободных струй. / В сб. Турбулентные сдвиговые течения. Т. 1. М.: Машиностроение, 1982, с. 72–88.
8. Ходжиев, С. Исследование трехмерных турбулентных струй реагирующего газа, истекающего в спутном (загорелом) потоке в воздухе при диффузном горении. // Узб. журнал. Проблемы механики. Тошкент, ФАН, N2, 1993 — с. 28–33
9. Агулыков, А., Джаугаштин К. Е., Ярин Л. П. Исследование структуры трехмерных турбулентных струй // Изв. АН СССР, МЖГ, 1975, N 6, с. 13–21.
10. Оран, Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков: Пер. с англ. — М.: Мир, 1990—660 с.
11. Андерсон, Д., Тоннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т-х.: — М.: Мир, 1990, Т 2. 792–384 с.

12. Шваб, А. В. Связь между температурными и скоростными моделями газового факела // Сб. Исследование процессов горения натурального топлива под ред. Г. Ф. Кнорре, Госэнергоиздат, 1948.
13. Patankar, S. V., Spalding D. B. Heat and mass transfer in boundary layers. — London: Morgan — Grampion, 1967 // Перевод: Патанкар С., Сполдинг Д. Тепло- и массообмен в пограничных слоях. — М.: Энергия. 1971, 127 с.
14. Двойнишников, В. А., Ларюшкин Н. А., Князьков В. П. Влияния начальных условий на развитие турбулентности струи // Энергетика и транспорт. — М.: 1981, № 4. с. 167–170.
15. Вулис, Л. А., Ярин Л. П. Аэродинамика факела. — Л.: Энергия. 1978. — 216 с.

## Исследование алгоритмов генерации простых чисел

Дикарев Сергей Сергеевич, студент;

Рябухо Елена Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Турка Татьяна Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент

Донбасский государственный педагогический университет (г. Славянск, Украина)

**Ключевые слова:** вероятностный алгоритм, простые числа, псевдопростые числа, слабо псевдопростые числа, эффективность теста.

### Введение

С развитием возможностей вычислительной техники в криптографии и возникновением в 1976 году идеологии открытого ключа, начали активно использовать фундаментальные результаты теории чисел и современной алгебры. В них на первый план выходит порядок цифр, с которыми приходится работать. Такие числа должны быть достаточно большими, чтобы обеспечивать крипто-аналитическую устойчивость алгоритма, который используется. В то же время, их нужно генерировать сравнительно быстро. Это обуславливает важность построения эффективных алгоритмов для проверки большого случайного числа на простоту (случайность выбранного числа так же важна для обеспечения устойчивости). Все такие алгоритмы можно разделить на две группы: детерминированные и вероятностные. Первые устанавливают простоту числа математически строго, и, как правило, требуют много времени для проверки, в то время как другие просто минимизируют вероятность погрешности в определении простоты после каждого последовательного своего запуска.

### Постановка задачи

Сформулируем основные направления поиска больших простых чисел.

1. Для заданного большого натурального числа  $n$  выяснить, является ли оно простым. Можно последовательно перебирать простые числа меньше заданного числа (точнее меньше  $\sqrt{n}$ ), чтобы найти все его делители. Тогда приобретает актуальность не столько время работы алгоритма, как его асимптотическое поведение при росте количества цифр числа  $n$ .

2. Найти большое простое число. Самые большие простые числа, найденные на сегодня, имеют специальный

вид. Для чисел специального вида разработаны алгоритмы проверки на простоту, которые невозможно применить к обычным числам. Такие числа нельзя считать случайными, и они почти не применяются в асимметрических криптосистемах. Например, числа Мерсенна, это числа вида  $M_p = 2^p - 1$ . В начале февраля 2013 математик Кертис Купер, участник проекта вычислений GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search), нашел сорок восьмое простое число Мерсенна, десятичная запись которого имеет 17 425 170 знаков.

3. Найти большое случайное простое число. В этом случае мы тестируем различные случайные числа заданной сложности (под сложностью имеем в виду количество знаков в бинарной записи числа), пока не встретим простое.

4. Найти простое число, которое будет делителем заданного натурального числа (разложить заданное натуральное число на множители). Эта задача часто возникает в криптоанализе, и в некотором смысле служит обобщением первой проблемы — ведь если нам не удалось найти ни одного собственного делителя числа  $p$  — это и означает, что оно простое. На самом деле, разложить число на множители сложнее, чем проверить его на простоту — существование полиномиального алгоритма для разложения числа на множители не доказано.

В этой работе рассматривается первая проблема — проверка простоты большого числа.

### Формализация задачи

Дано натуральное число  $p$ . Установить, является ли оно простым с помощью некоторого алгоритма. Важнейшим критерием качества нашего алгоритма будет время его выполнения. Это время можно существенно умень-

шить, если использовать вероятностные методы проверки. Вероятностные тесты работают намного быстрее детерминированных, но имеют определенный недостаток. После положительного прохождения числом теста, остается вероятность того, что оно на самом деле составное.

### Требования к вероятностному алгоритму проверки простоты

1. С самого начала мы считаем, что число простое, а с помощью алгоритма попробуем установить, является ли оно составным (установить непростоту числа значительно легче, чем простоту).

2. Алгоритм устанавливая простоту числа может ошибиться, а именно — составное число определяет как простое.

3. Алгоритм зависит от параметра, который выбирается каждый раз случайным образом. Мы можем применять алгоритм много раз с разными значениями параметра, и с каждым его последующим применением, вероятность того, что исследуемое число является составным, должна уменьшаться.

4. После того как параметр пробегает все заранее определенное параметрическое множество, наш вероятностный алгоритм превращается в детерминированный.

### Алгоритм частичного деления

Можно рассматривать алгоритм частичного деления как вероятностный тест. Пусть нам надо проверить простоту числа  $n$ . Мы проверяем, не делится ли оно на какое-то из чисел  $2, 3, \dots, a$ . В этом случае  $a$  является параметром, а параметрическим множеством будет  $2, 3, \dots, \sqrt{n}$ . Когда  $a$  пробегает все множество параметров, то тест становится детерминированным. Но в этом случае, вряд ли можно говорить об эффективности этого теста, если мы планируем проверять с его помощью очень большие числа.

Но перед проверкой данного числа на простоту с помощью малой теоремы Ферма и других методов, целесообразно провести базовое исследование на наличие малых простых делителей. Это позволяет существенно сократить время поиска простого числа, в случае, когда нас интересует нахождение хотя бы одного такого числа (эта проблема возникает в кратковременных процедурах шифрования, когда время при кодировании-декодировании для нас играет большую роль, чем время, которое требуется для криптоанализа).

Алгоритм базового метода может быть представлен следующими шагами:

1. Задаем  $l$  — нижнюю границу диапазона, в котором должно находиться простое число.

2. Задаем  $u$  — верхнюю границу диапазона, в котором должно находиться простое число.

3. Проверяем корректность задания диапазона  $2 < l \leq u$ .

4. Подсчитываем максимальное количество попыток  $r \leftarrow 100([\log_2 u] + 1)$ .

5.  $r \leftarrow r - 1$ .

6. Если  $r < 0$ , то лимит попыток исчерпан (событие очень мало вероятно, и на практике практически никогда

не встречается. В том случае, когда это все же случилось, нужно просто перезапустить тест).

7. Выбираем в заданном интервале  $1 \leq n \leq u$  случайное число  $n$ .

8. Если  $n$  меньше чем 2000, то тестирование выполняется методом пробного деления на все известные простые числа, которые меньше чем  $n$ .

9. Если  $n$  больше чем 2000, то тестирование выполняется методом пробного деления на все простые числа, меньше чем 2000. Если делитель существует, то переходим к шагу 5.

10. На этом шаге можно приступить к проверке числа  $n$  на простоту другим методом (который не связан с методом частичного деления).

11. Если результат теста отрицательный ( $n$  оказалось составным), переходим к шагу 5.

12. Если результат тест положительный, то мы генерируем простое число, что нам и было нужно.

Ключевым в этом тесте является пункт 9. Он позволяет отбросить 85 % чисел перед запуском выбранного нами алгоритма для исследования простоты.

Следует отметить, что эффективность частичного деления никак не зависит от основного алгоритма (который запускается на 10 шаге). Очевидна целесообразность использования частичного деления.

### Псевдопростые числа

Псевдопростым числом называют составное натуральное число, которое имеет некоторые свойства простых чисел. Существование псевдопростых чисел препятствует работе алгоритмов, которые используют те или иные свойства простых чисел.

Согласно малой теореме Ферма для любого простого числа  $p$  и для произвольного натурального числа  $n$  взаимнопростого с  $p$ , имеет место сравнение:

$$a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p} \quad (1)$$

На основе этой теоремы можно построить достаточно мощный тест на простоту.

### Тест Ферма

Для  $n > 1$  выбираем  $a > 1$ , и вычисляем  $a^{n-1} \pmod{n}$ , если результат не равен 1, то  $n$  составное, если 1, то  $n$  — псевдопростое по основанию  $a$  или псевдопростое число Ферма.

Некоторые составные числа являются псевдопростыми по любым основаниям. Это так называемые абсолютно псевдопростые числа, их еще называют числами Кармайкла. Ситуация, когда исследуемое число окажется совершенно псевдопростым, очень мало вероятно, но формально мы не можем ее опускать.

### Эффективность теста Ферма для слабо псевдопростых чисел

Исследуем насколько эффективен тест Ферма для чисел, которые не являются числами Кармайкла. Такие числа будем называть слабо псевдопростыми.

Обозначим через  $W$  множество всех значений параметра  $a$ , для которых  $n$  проходит тест Ферма на простоту, а именно

$$W = \{a \in N : a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}\} \quad (2)$$

Поскольку, по нашему предположению,  $n$  не является абсолютно псевдопростым, то  $|W| < |Z_n^*|$ , т. е.  $W$  не может совпадать со всей мультипликативной группой  $Z_n^*$  вычетов, взаимнопростых с  $n$ . Легко понять, что  $W$  — подгруппа группы  $Z_n^*$ , поэтому  $\frac{|Z_n^*|}{|W|} \geq 2$ . Это означает, что среди элементов параметрического множества нашего вероятностного теста, максимум половина из них может привести к продолжению прогонки (все вычеты с  $Z_n^* \setminus W$  сразу покажут, что  $n$  не является простым). Отсюда следует, что после  $k$  прогонок теста Ферма для слабо псевдопростого числа, вероятность погрешности в определении простоты числа  $n$  составит не более  $2^{-k}$  (конечно же, при условии случайного выбора вычетов из параметрического множества).

Таким образом, тест Ферма будет эффективным для чисел, которые не являются абсолютно псевдопростыми — мы можем с большой точностью устанавливать простоту таких чисел. Проблема лишь в том, что следует сначала отсеять числа Кармайкла, а это почти нереально для тех порядков чисел, которые сейчас применяются в криптографических протоколах.

### Тест Соловея-Штрассена

Рассмотрим тест, который строится на обобщении малой теоремы Ферма. Используем критерий Эйлера.

**Утверждение 1.** Для произвольного нечетного  $n$  следующие условия эквивалентны:

1.  $n$  — простое;
2. для произвольного  $a \in Z$  выполняется сравнение:

$$a^{\frac{n-1}{2}} \equiv \left(\frac{a}{n}\right) \pmod{n}, \quad \left(\frac{a}{n}\right) = \pm 1. \quad (3)$$

Этот критерий позволяет нам использовать следующий вероятностный тест.

1. Выбираем  $U$  — коэффициент точности (чем больше этот коэффициент, тем выше точность установки простоты  $n$ ).
2.  $k \leftarrow 1$ .
3. Выбираем из упорядоченного по величине массива простых чисел  $k$  — непростое число.
4. Проверяем, выполняется ли сравнение (3).
5. Если сравнение не выполняется, то ответ « $n$  — составное».
6. Если сравнение выполняется, то  $k \leftarrow k + 1$ .
7. Если  $k < U$ , то переходим к третьему шагу.
8. Если  $k > U$ , то ответ: « $n$  — псевдопростое с вероятностью  $1 - 2^{-U}$ ».

Легко видеть, что этот тест удовлетворяет требованиям эффективного вероятностного теста на простоту: множеством параметров выступают простые числа,

меньше  $\sqrt{n}$ , и после каждого прогона теста вероятность того, что простота числа определена неправильно, уменьшается вдвое. При этом тест Соловея-Штрассена лишен главного недостатка теста Ферма — для всех натуральных  $n$  многократная прогонка теста уменьшает вероятность ошибки до нуля.

Следует также отметить главный недостаток теста Соловея-Штрассена — это время его выполнения. Если возведение в степень по модулю можно осуществить за сравнительно малое время, то про вычисление символа Лежандра этого сказать нельзя. Проблема усложняется необходимостью проводить тест несколько раз — при этом уменьшение вероятности ошибки мы считаем приемлемой.

Формализуем задачу. Пусть для нас приемлема вероятность погрешности  $\varepsilon$ . Для ее обеспечения нам достаточно  $k$  прогонок теста, где  $2^{-k} < \varepsilon$ . Мы можем существенно уменьшить время, необходимое для обеспечения достаточной точности определения простоты, если улучшим оценку  $\frac{|Z_n^*|}{|W|} \geq 2$ , заменив двойку на какое-то большее число.

Видим, что слишком большое количество прогонок теста Соловея-Штрассена, необходимое для достижения приемлемой точности оценки простоты больших натуральных чисел, делает его практически не применимым. Однако тест допускает модификации, которые позволяют оптимизировать количество его последовательных применений для достижения заданной точности. Дальнейшая оптимизация теста Соловея-Штрассена реализована в вероятностных тестах Леманна, Миллера-Рабина. Эти тесты подробно рассмотрены в [4].

### Оценки скорости алгоритмов

Приведем эмпирические оценки скорости алгоритмов (количество операций, необходимых для проведения одного цикла теста), описанных в этой работе. Такие оценки чаще всего предоставляются в виде некоторой функции от числа проверяемого и содержат в себе некоторые константы, численное значение которых для нас неважно — ведь имеет значение лишь асимптотика этой функции при увеличении порядка исследуемого числа. Доказательство этих оценок не приводится, поскольку оно опирается на некоторые нетривиальные факты теории алгоритмов. Подробно методы получения оценок такого рода описаны в книге [6].

1. Для теста на основе частичного деления, количество операций для полной проверки числа  $n$  на простоту не превышает  $C\sqrt{n}$  для некоторой константы  $C > 0$ . Эта оценка следует из того, что для каждого частичного деления необходимо лишь конечное число операций (для нас нужно, чтобы она не зависела от  $n$ ). На практике, уже для чисел порядка 1030 получаем такое количество операций, которое не способен выполнить за приемлемое время мощный компьютер. Для вероятностной модификации теста частичного деления время зависит от мощности параметрического множества, которое обеспечивает заданную точность проверки простоты. В рассматриваемом нами примере это множество имеет мощность  $O(\log n)$ .

2. Для тестов Ферма и Соловея-Штрассена количество операций оценивается числом  $O(\log n)^3$ , то есть полиномиальной функцией от количества знаков числа  $n$ . Необходимость запускать эти тесты большое количество раз увеличивает эту оценку до  $O(\log n)^4$  — в соответствии с мощностью параметрического множества.

В то же время, быстрые детерминированные тесты показывают значительно худшие результаты. Полиномиальный алгоритм, предложенный Агравалом, Кайялом и Саксен, дает результат  $O\left(\left(\log n\right)^{\frac{15}{2}}\right)$  [2].

**Выводы.** Исследование алгоритмических проблем теории чисел, является актуальным с момента изобретения первых криптосистем с открытым ключом. Причем важно как совершенствование самих криптографических алгоритмов и методов генерации простых чисел, так и исследования устойчивости этих алгоритмов с точки зрения криптоанализа. Использование вероятностных тестов дает нам существенный выигрыш в скорости. Значение погрешности при установлении простоты числа, получаемого уже после небольшого количества прогонок тестов, может удовлетворить даже требовательного криптографа.

Литература:

1. Alford, W.R.; Granville, A.; Pomerance, C. There are Infinitely Many Carmichael Numbers // Annals of Mathematics. — 1994. — № 139. — P. 703–722.
2. Agrawal, M.; Kayal, N.; Saxena, N. Primes is in P // Annals of Mathematics. — 2004. — № 160. — P. 781–793.
3. Василенко, О. Н. Современные способы проверки простоты чисел // Кибернетический сборник. — 1988. — № 25. — с. 162–187.
4. Василенко, О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. — М.: МЦНМО, 2006. — 336 с.
5. Коблиц, Н. Курс теории чисел в криптографии. — М.: Научное изд-во: ТВП, 2001. — 254 с.
6. Черемушкин, А. В. Лекции по арифметическим алгоритмам в криптографии. — М.: МЦНМО, 2002. — 104 с.

## Математическая модель коррупции в системе «власть — общество»

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор;  
 Селицкая Екатерина Александровна, ассистент;  
 Габриелян Лариса Арменовна, студент  
 Санкт-Петербургский государственный университет

*Поставлена математическая задача о коррупции на основе модели системы «властных иерархий», разработанной Михайловым А. П. Математическая модель представляет собой краевую задачу для нелинейного дифференциального уравнения в частных производных.*

**Ключевые слова:** краевые задачи, математическое моделирование, коррупция.

Производственная деятельность человека сопровождается созданием им материальных ценностей, промышленных объектов, перераспределением ресурсов, как между различными слоями социального общества, так и между различными географическими регионами. Распределение ресурсов не может быть «справедливым» ни для целей организации создания новых ценностей, ни для удовлетворения личных потребностей и запросов отдельных групп лиц, участников социальной и экономической деятельности. В отдельных «точках» производственных и межличностных взаимоотношений человека возникают механизмы решения поставленных задач не оговоренные моральными и договорными соглашениями такие, как злоупотребление служебным положением, дача или получение взятки, незаконное использование физическим лицом или группой лиц своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства. Часть нарушений такого рода в рамках законодательств различных стран относится к коррупции [8, 13, 24, 34, 39, 59, 64, 72, 95].

Коррупция может пронизывать все уровни системы управления — от низовых структур до вершин государственной власти. В большинстве стран она охватывает политиков и чиновников всех уровней, принимающих политические и экономические решения. Как разлагающий общественную безопасность этот феномен имеет способность поражать, не смотря на борьбу с ней [1, 12, 15, 35, 66, 68], не только государственные структуры управления, но и негосударственные, общественные или коммерческие организации: здравоохранение [6], экономику [2, 41, 79, 83], систему государственных закупок [20], природопользование [62], вооруженные силы [63, 75], систему образования [85], бизнес сообщество [11].

Коррупционеры используют свое положение в системе социально-экономических взаимоотношений не только для решения задач в интересах общества, но и в личных целях методами, не предусмотренными установленными правилами. В некоторых случаях использование служебных полномочий в личных целях сопровождается и ускоренным решением частных общественных задач [10, 41]. Однако, в целом, коррупция оказывает отрицательное воздействие на системы управления и социальные взаимоотношения в обществе [44, 74, 76, 89, 91, 92, 94]. Это явление уходит корнями в далекое прошлое и отсутствие противодействия ей приводит к ее разрастанию и проникновению во все сферы жизни человека и со временем может представлять угрозу безопасности государства [14, 31, 42, 65, 67, 74].

Территория России разделена на 8 территориальных округов — Центральный, Северо-Западный, Южный, Приволжский, Уральский, Сибирский, Дальневосточный, Северо-Кавказский [81], расположенных на разных расстояниях от центрального округа. Каждый округ имеет свою промышленность, сельское хозяйство, административный аппарат, бюджет, доходы, финансовые долги, производимую продукцию и т.п. Регионы расположены в различных климатических поясах с различными природными ресурсами. Существенно отличаются их производственные мощности и номенклатура выпускаемой продукции. Поэтому оценить эффективность управления регионом, исходя из каких-либо экономических показателей, не представляется возможным. Соответственно трудно оценить и размер коррупции в стране, исходя из статистических данных по РФ [45, 82].

Большинство работ, посвященных исследованию коррупции, основывается не на криминальной статистике, а на социологических исследованиях [19, 44]. Поэтому значительное число разработанных моделей, прежде всего математических, трудно сопоставить с реальными статистическими данными. Тем не менее на основе анализа результатов решения математических задач можно оценить ущерб от коррупционной деятельности и предложить варианты управленческих решений по ограничению коррупции. При разработке математических моделей коррупции широко используется аппарат математической теории игр [16, 26, 28, 29, 33, 37, 46], методы и формализм теории потоков в сетях [18, 32, 36, 43, 77] с учетом наличия систем управления [61, 93]. Разрабатываются статистические модели коррупции [27, 86], модели борьбы с ней [3, 25, 38, 69, 90] и модели социального контроля [4, 87, 88]. Предлагаются различные модели межличностных взаимоотношений [17, 50, 80, 84] и модели формирования групп [9, 56, 60, 73]. Ниже предлагается математическая модель коррупции, за основу которой взята модель Михайлова А. П. «власть общество» [70, 71]. В модели используется аппарат уравнений в частных производных, а сама модель основывается на концепциях механики сплошных сред с учетом протекающих в них реакций [48, 70, 78, 97, 98].

**Модель коррупции.** В модели «власть-общество» [70, 71] за основу берется совокупность властных полномочий в системе «властных иерархий». В модель вводится функция  $p(t, x)$ , описывающая плотность распределение властных полномочий на одного представителя власти на территории. В количественном отношении это может быть, например, общий объем ресурсов, которые распределяет властная структура на текущий момент времени. Предполагается, что властные полномочия передаются от точки к точке по принципу близкодействия. Этот процесс в модели можно описать на основе принципов, используемых для описания систем «реакция-диффузия». В реально существующей системе «центр-периферия» властные полномочия убывают от центра к периферии. Поэтому функция  $p(t, x)$  должна быть убывающей функцией координаты, если считать, что центр расположен в начале координат. Поскольку властные полномочия на местах передаются обществу, то в модель вводится «реакция общества» в виде функции  $F(t, x)$ . Динамика распределения власти, в разработанной в [70, 71] модели, для отрезка  $[0, l]$  описывается уравнением

$$n(x) \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( Dn(x) \frac{\partial p}{\partial x} \right) + n(x)F(t, x), \quad (1)$$

где  $n(x)$  — плотность распределения числа представителей властной структуры на территории,  $D$  — положительная постоянная. К этому уравнению добавляются граничные условия

$$\left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=l} = 0,$$

соответствующие «наполнению» властных полномочий на концах отрезка, и начальные условия

$$p(0, x) = p_0(x).$$

Общее количество полномочий на всей территории подсчитывается по формуле

$$P(t) = \int_0^l n(x)p(t, x) dx,$$

а общее количество представителей властных структур —  $N(t) = \int_0^l n(x) dx$ .

В «базовой» модели [70, 71] предлагается принять экспоненциальное распределение чиновников вдоль отрезка ( $n = n_0 e^{\beta x}$ ,  $\beta$  — постоянная) растущее от центра к периферии, и принимается, что

$$F(t, x) = k_1 (H - kx - p),$$

где  $k_1, k, H$  — положительные постоянные. Таким образом, уравнение (1) при этих предположениях принимает вид

$$\frac{\partial p}{\partial t} = e^{-\beta x} \frac{\partial}{\partial x} \left( D e^{\beta x} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + k_1 (H - kx - p).$$

Это уравнение приводится к виду

$$\frac{\partial p}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \beta \frac{\partial p}{\partial x} \right) + k_1 (H - kx - p).$$

Если слагаемое  $D \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}$  в этом уравнении описывает «естественную» передачу полномочий [70], то слагаемое  $D\beta \frac{\partial p}{\partial x}$  сопоставляется с конвективным переносом полномочий со скоростью  $D\beta$ . При положительных значениях параметра  $\beta$  (численность аппарата увеличивается от центра к периферии) часть полномочий будет возвращаться центру, а при отрицательных  $\beta$  — передаваться от центра к периферии.

Под коррупцией в рассматриваемой модели можно понимать утрату части полномочий властными структурами на территории:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = e^{-\beta x} \frac{\partial}{\partial x} \left( D e^{\beta x} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + k_1 (H - kx - p - \varphi(x)p). \tag{2}$$

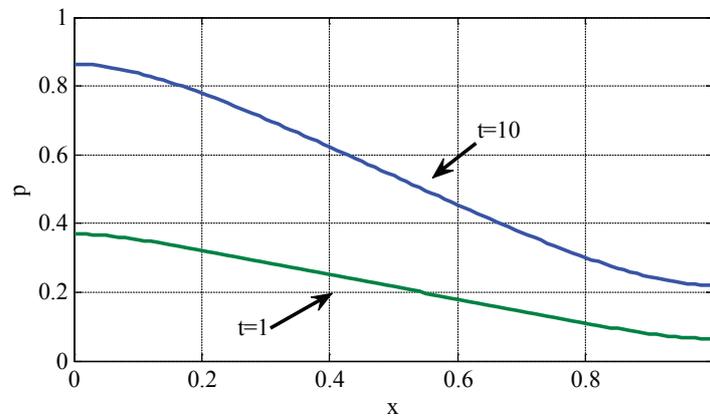


Рис. 1

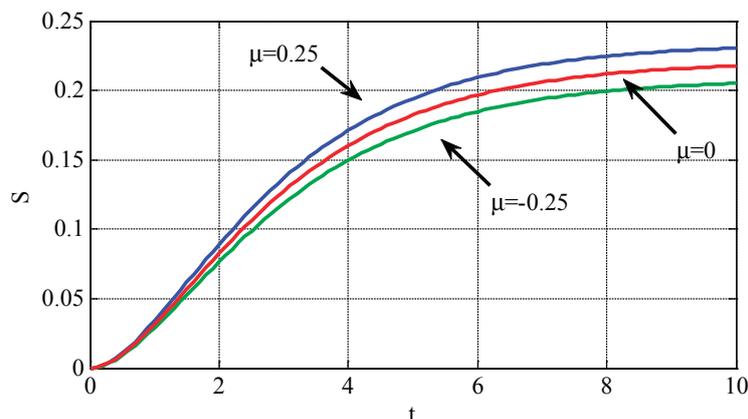


Рис. 2

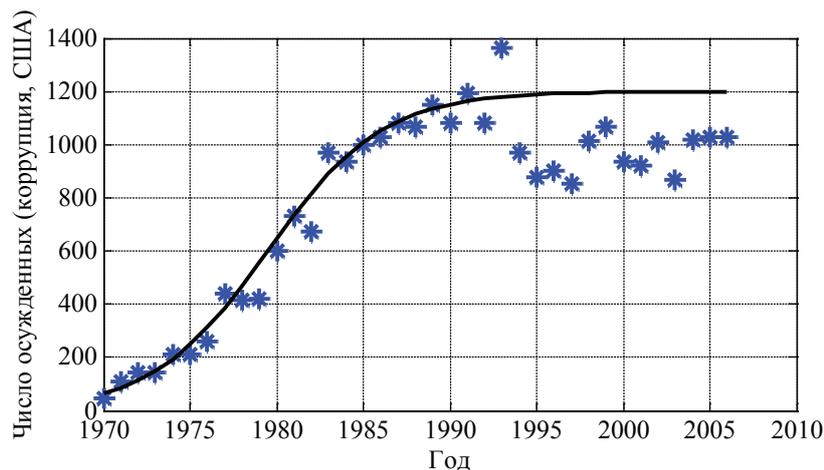


Рис. 3

Динамика изменения числа осужденных в США за коррупционные преступления близка к «логистической» зависимости. Аналогичной зависимостью описываются и экспериментальные данные по кинетике роста растений [47, 57, 58]. Аналогичные расчетные зависимости следуют из некоторых моделей для живых систем [54, 60]. Поэтому для описания коррупционных явлений можно использовать и методы построения моделей в задачах популяционной биологии и социальной самоорганизации, основывающиеся на различных типах взаимоотношениях между биологическими сообществами и социальными группами [7, 17, 46, 50, 60]. Коррупционная система может быть представлена и как неизлечимое заболевание или как орган живой функциональной системы, работающий только при поступлении в него питательных веществ [5, 21, 40, 49, 96, 99]. Она может рассматриваться и как биологическое сообщество, являющееся, например, хищником по отношению к социальному сообществу [22, 23, 51–54]. Последнее можно рассматривать как сообщество, находящееся под влиянием внешних «агрессивных» сред [30, 47].

**Заключение.** Разработанная модель «коррупции», в основе которой лежит модель «власть-общество» А. П. Михайлова, не учитывает наличие материальных ресурсов, необходимых для существования, как самой системы, так и коррупционного сообщества внутри него. Наряду с экономической составляющей не учитываются и противодействующие коррупции социальные и политические движения в обществе. Тем не менее, она отражает реальное распределение властных полномочий в системе «центр-периферия» и возможные варианты «коррупционных» потерь.

#### Литература:

1. Айрапетян, Э. С. Механизм эффективного противодействия коррупции, его элементы и совершенствование // Молодой ученый. — 2013. — № 3. — с. 342–344.
2. Алферова, А. Б. Коррупция как фактор изменения политической лояльности // Молодой ученый. — 2011. — № 11–2. — с. 46–48.
3. Антоненко, А. В., Угольницкий Г. А., Усов А. Б. Статические модели борьбы с коррупцией в иерархических системах управления // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2013. — № 4. — с. 164.
4. Ардельянова, Я. А. Модели социального контроля коррупции и возможности их реализации в России // Пространство и Время. — 2013. — № 1 (11). — с. 182–187.
5. Балыкина, Ю. Е., Колпак Е. П. Математические модели функционирования фолликула щитовидной железы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2013. — № 3. — с. 20–31.
6. Барановская, Е. А., Аксенова-Сорохтей Ю. Н. К вопросу о коррупциогенных рисках в системе здравоохранения // Приволжский научный вестник. — 2015. — № 3–2 (43). — с. 21–23.
7. Басков, О. В. Критерий непротиворечивости «квантов» информации о нечетком отношении предпочтения лица, принимающего решения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2014. — № 2. — с. 12–18.
8. Басова, Л. А. Является ли коррупция нормой? (нормативно-правовые основания коррупционного поведения, на примере Г. Ярославля) // Молодой ученый. — 2011. — № 11–2. — с. 6–8.
9. Белогривцева, М. В., Гвоздарёва Л. П. Модель принятия решений об участии в коррупции и ее применение // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. — 2011. — № 1. — с. 29–35.

10. Бидова, Б. Б. Для кого — взятка, для кого — оплата услуг? // Молодой ученый. — 2014. — № 18. — с. 683–685.
11. Боккоева, Г. Н. Противодействие коррупции и теневой экономике в целях улучшения делового климата бизнес-сообщества // Молодой ученый. — 2013. — № 12 (59). — с. 252–255.
12. Бородина, А. Ю. Универсальная электронная карта как инструмент в борьбе с коррупцией // Молодой ученый. — 2014. — № 1. — с. 205–208.
13. Бочарова, А. Э. Коррупция в России // Молодой ученый. — 2014. — № 21 (80). — с. 499–501.
14. Бугров, К. Д. Коррупция и разложение Российской Империи: античные модели критической мысли в российской политической культуре второй половины XVIII в. // Уральский исторический вестник. — 2011. — № 3 (32). — с. 105–113.
15. Бузун, Е. В. Роль правовой культуры в преодолении коррупционных факторов в правотворчестве // Молодой ученый. — 2013. — № 7. — с. 269–271.
16. Буре, А. В. Об одной теоретико-игровой модели тендера // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2015. — № 1. — с. 25–32.
17. Буре, В. М., Екимов А. В., Сvirкин М. В. Имитационная модель формирования профиля мнений внутри коллектива // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2014. — № 3. — с. 93–98.
18. Валиотти, Н. А. Нейросетевая модель для дифференцированной оценки влияния одновременных внешних событий в сфере розничной торговли // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2014. — № 2. — с. 93–98.
19. Верховин, В. И. Насколько эффективна западная система инфорсменты? // Личность. Культура. Общество. — 2011. — Т. XIII. — № 4 (67–68). — с. 141–150.
20. Вершинина, Е. С. Коррупционная составляющая государственных закупок // Молодой ученый. — 2015. — № 3 (83). — с. 626–630.
21. Гасратова, Н. А., Бойцов Д. С., Габриелян Л. А., Тюганова Т. М. Математическая модель иммунного ответа организма млекопитающих на поражение кожи ожогом // Молодой ученый. — 2014. — № 12 (71). — с. 1–7.
22. Гасратова, Н. А., Столбовая М. В., Бойцов Д. С., Степанова Д. С. Математическая модель хищник-жертва на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — с. 1–10.
23. Гасратова, Н. А., Столбовая М. В., Неверова Е. Г., Бербер А. С. Математическая модель «ресурс-потребитель» // Молодой ученый. — 2014. — № 10 (69). — с. 5–14.
24. Головченко, А. В. Криминологическая характеристика коррупции // Молодой ученый. — 2009. — № 11. — с. 207–210.
25. Горбанева, О. И. Статические модели учета фактора коррупции при распределении ресурсов в иерархических системах управления // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2012. — № 6 (131). — с. 207–211.
26. Горбанева, О. И., Угольницкий Г. А. Теоретико-игровые модели распределения ресурсов при управлении качеством речной воды в условиях коррупции. Часть II // Эвристические алгоритмы и распределенные вычисления. — 2014. — Т. 1. — № 2. — с. 21–29.
27. Горбанева, О. И., Угольницкий Г. А. Статистические модели учета фактора коррупции при распределении ресурсов в трехуровневых системах управления // Управление большими системами: сборник трудов. — 2013. — № 42. — с. 195–216.
28. Горбанева, О. И., Угольницкий Г. А. Теоретико-игровые модели распределения ресурсов при управлении качеством речной воды в условиях коррупции. Часть I // Эвристические алгоритмы и распределенные вычисления. — 2014. — Т. 1. — № 1. — с. 16–24.
29. Горбанева, О. И., Усов А. Б., Угольницкий Г. А. Модели коррупции в иерархических системах управления // Проблемы управления. — 2015. — № 1. — с. 2–10.
30. Горбунова, М. В., Колпак Е. П., Крицкая А. В. Математическая модель антропогенного воздействия на одиночную популяцию. В сборнике: Синергетика в общественных и естественных науках: девятые Курдюмовские чтения материалы Международной междисциплинарной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. редкол.: Лапина Г. П. (отв. ред.) и др.. Тверь, 2013. с. 165.
31. Грачев, С. И., Морозова А. С. Коррупция как фактор существования терроризма // Вестник Казанского юридического института МВД России. — 2015. — № 1 (19). — с. 68–71.
32. Денин, К. И. Математическая модель множественной коррупции в системе управления приемлемым развитием // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2007. — № 3. — с. 3–5.
33. Денин, К. И., Угольницкий Г. А. Теоретико-игровая модель коррупции в системах иерархического управления // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2010. — № 1. — с. 156–162.

34. Дзотов, Ч. А. Институт юридической клиники как средство противодействия коррупции // Молодой ученый. — 2012. — № 5. — с. 326–328.
35. Добрынин, Л. А. Российская модель системной коррупции и стратегия ее преодоления // Экономика и управление. — 2012. — № 6 (80). — с. 30–35.
36. Домашук, П. В. Информационное моделирование коррупции // Образовательные ресурсы и технологии. — 2015. — № 1 (9). — с. 119–125.
37. Епархина, О. В. Моделирование коррупции // Ярославский педагогический вестник. — 2013. — Т. 1. — № 1. — с. 110–116.
38. Епархина, О. В. Моделирование коррупции: параметры, условия, возможности // Вестник Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова. Серия Гуманитарные науки. — 2011. — № 3. — с. 124–125.
39. Жадан, В. Н. О коррупции и криминологической характеристике коррупционных преступлений // Молодой ученый. — 2015. — № 5 (85). — с. 345–351.
40. Жукова, И. В., Колпак Е. П. Математические модели злокачественной опухоли // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2014. — № 3. — с. 5–18.
41. Заикин, Н. Н. Роль конкуренции и коррупции в модели экономического роста // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. — 2014. — № 1. — с. 14–21.
42. Зайончковский, П. А. Правительственный аппарат самодержавной России в XIX в. М.: Мысль, 1978. — 288 с.
43. Зенюк, Д. А., Малинецкий Г. Г., Фаллер Д. С. Имитационная модель коррупции в иерархических системах // Компьютерные исследования и моделирование. — 2014. — Т. 6. — № 2. — с. 321–329.
44. Исагалиева, А. С., Зилькорнеева Л. И. Уровень доверия граждан города Астрахани к государственной власти (на примере конкретного социологического исследования) // Молодой ученый. — 2014. — № 2 (61). — с. 677–680.
45. Карманов, М. В. Статистика и коррупция в современной России // Вопросы статистики. — 2013. — № 2. — с. 83–86.
46. Колабутин, Н. В. Двухуровневая кооперация в дифференциальной игре технологического альянса // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2015. — № 1. — с. 42–63.
47. Колесин, И. Д., Старков В. Н., Гасратова Н. А. Одиночная популяция под антропогенным давлением // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2014. — № 6 (96). — с. 226–232.
48. Колпак, Е. П. Введение в механику сплошных сред учебное пособие / Е. П. Колпак; С. — Петерб. гос. ун-т. СПб. 2004.
49. Колпак, Е. П., Балыкина Ю. Е., Котина Е. Д., Жукова И. В. Математическая модель нарушений функционирования щитовидной железы // Молодой ученый. — 2014. — № 2 (61). — с. 19–24.
50. Колпак, Е. П., Бронникова А. И., Полежаев В. Ю. Математическая модель стачечного движения в России в начале XX века // Молодой учёный. — 2015. — № 3 (83). — с. 4–15.
51. Колпак, Е. П., Габриелян Л. А., Бронникова А. И., Крылова В. А. О математических моделях симбиоза // Молодой ученый. — 2015. — № 4 (84). — с. 6–14.
52. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Балыкина Ю. Е., Гасратова Н. А. Математическая модель одиночной популяции на биллокальном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 1. — с. 28–33.
53. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Столбовая М. В., Балыкина Ю. Е. Математическая модель логистической популяции на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — с. 6–14.
54. Колпак, Е. П., Горыня Е. В., Крылова В. А., Полежаев Д. Ю. Математическая модель конкуренции двух популяций на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 12 (71). — с. 12–22.
55. Колпак, Е. П., Жукова И. В., Степанова Д. С., Крицкая А. В. О численных методах решения эволюционных уравнений на примере математической модели «хищник-жертва» // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 20–30.
56. Колпак, Е. П., Скороходова Т. В. Математическая модель роста числа учащихся в средней и высшей школах России. В сборнике: Синергетика в естественных науках. Восьмые Курдюмовские чтения материалы Международной междисциплинарной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. Ответственный редактор: Лапина Г. П.. Тверь, 2012. с. 274–275.
57. Колпак, Е. П., Столбовая М. В. Математическая модель кинетики роста растений // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2013. — № 12 (90). — с. 230–232.
58. Колпак, Е. П., Столбовая М. В. Математическая модель роста растений. В сборнике: Синергетика в общественных и естественных науках: девятые Курдюмовские чтения материалы Международной междисциплинарной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. редкол.: Лапина Г. П. (отв. ред.) и др.. Тверь, 2013. с. 186

59. Коновалова, О. М. Криминологическая характеристика коррупции // Молодой ученый. — 2014. — № 1. — с. 231–233.
60. Крылова, В. А., Колпак Е. П., Сыромолотова К. И., Воротова Т. А. Математические модели формирования спортивных групп // Молодой учёный. — 2015. — № 8 (88). — С. 10–19.
61. Кузин, В. И. Модель влияния коррупции на региональное развитие // Стратегия устойчивого развития регионов России. — 2013. — № 16. — с. 25–30.
62. Кузнецов, А. В. К вопросу о коррупционных преступлениях в области охраны природных ресурсов (криминологический аспект) // Вестник Омской юридической академии. — 2015. — № 1 (26). — с. 73–77.
63. Кулагина, В. Н. Основные принципы противодействия коррупции в вооруженных силах Российской Федерации // Международный научно-исследовательский журнал. — 2014. — № 3–2 (22). — с. 99.
64. Кусакина, Е. А., Устинов А. А. Социально-психологические факторы, влияющие на коррупционные правонарушения в уголовно-исполнительной системе // Молодой ученый. — 2013. — № 1. — с. 265–266.
65. Лаптев, Р. А., Коварда В. В., Шатунова А. Р. Понятие и виды коррупции как социального и исторического явления // Молодой ученый. — 2014. — № 18. — с. 386–388.
66. Латов, Ю. В. Коррупция в системе угроз национальной безопасности России // Актуальные проблемы экономики и права. — 2015. — № 1 (33). — с. 46–53.
67. Ломакин, С. В. Налоги и коррупция как элементы развития оппортунизма в РФ // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — с. 380–383.
68. Магомадов, Н. С. Х. Коррупция в современном российском обществе: состояние и борьба с ней // Молодой ученый. — 2015. — № 6 (86). — с. 497–499.
69. Матвеев, А. В. Основные модели противодействия коррупции // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. — 2013. — Т. 2. — № 4 (04). — с. 42–45.
70. Михайлов, А. П. Моделирование системы «власть-общество». М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 144 с.
71. Михайлов, А. П., Ланкин Д. Ф. Моделирование оптимальных стратегий ограничения коррупции // Математическое моделирование. — 2006. — Т. 18. — № 12. — с. 115–124.
72. Михалева, Г. В., Ромашова Т. В. Некоторые вопросы правового обеспечения борьбы с коррупцией // Молодой ученый. — 2014. — № 2 (61). — с. 588–592.
73. Морозова, Н. С. Виртуальные формации и виртуальные лидеры в задаче о движении строем группы роботов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2015. — № 1. — с. 135–149.
74. Нагимова, А. М. Коррупция как фактор торможения процессов реформирования общества // Научные труды Центра перспективных экономических исследований. — 2013. — № 6. — с. 189–194.
75. Окунева, К. Д. Совершенствование порядка безвозмездной передачи военного имущества в муниципальную собственность как направление по повышению эффективности противодействия коррупции // Право в Вооруженных силах. — 2015. — № 1 (211). — с. 11–14.
76. Патокина, Е. А. Циклическая бюрократия и коррупция: человеческий фактор как связующее звено между «идеальной» и «неидеальной» бюрократией // Молодой ученый. — 2011. — № 11–2. — с. 92–94.
77. Полякова, Л. Н., Карелин В. В., Буре В. М., Хитров Г. М. Точные штрафные функции в задаче управления одной системой массового обслуживания // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2015. — № 1. — с. 75–82.
78. Пронина, Ю. Г. Оценка устойчивости упругой трубы под давлением коррозионных сред Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2006. — № 3. — с. 55–63.
79. Прохорова, И. А. Коррупция и теневая экономика в деятельности ФНС. Послание президента // Молодой ученый. — 2014. — № 21 (80). — с. 409–412.
80. Розин, М. Д., Суцкий С. Я., Угольницкий Г. А., Антоненко А. В. Дескриптивный подход к моделированию коррупции как фактора социальной конфликтности // Инженерный вестник Дона. — 2011. — Т. 17. — № 3. — с. 412–423.
81. Российский статистический ежегодник. М.: Статистика России, 2013. — 717 с.
82. Рузанов, Д. П. Коррупция: теоретические модели и эмпирические исследования // Научные труды Вольного экономического общества России. — 2010. — Т. 133. — с. 262–271.
83. Румянцева, Е. Е., Тер-Овсепян С. В. Методология количественной оценки совокупного финансово-экономического ущерба от коррупции // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. — 2015. — № 1. — с. 213–219.
84. Рыжкин, А. И., Усов А. Б. Математическая модель борьбы с коррупцией в системе контроля водяного балласта судов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2013. — № 4 (176). — с. 17–20.

85. Рязова, Е. П. Коррупция в школе: причины, методика расследования и методы противодействия // Законность и правопорядок в современном обществе. — 2015. — № 23. — с. 83–85.
86. Северцев, Н. А., Фесечко А. И. Логико-вероятностные модели риска взятки и коррупции // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2010. — Т. 2. — с. 208–211.
87. Семенчин, Е. А., Новикова О. С., Новиков С. Ю. Приватизация в условиях коррупции и ее моделирование // Наука. Инновации. Технологии. — 2006. — № 1. — с. 85–87.
88. Смагин, В. Н. Модель взятки и оценка потерь от коррупции // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. — 2015. — Т. 9. — № 1. — с. 39–45.
89. Терехова, Т. А. Влияние личностных особенностей на склонность к коррупционной деятельности // Молодой ученый. — 2011. — № 11–2. — с. 122–127.
90. Угольницкий, Г. А., Усов А. Б. Моделирование коррупции в трехуровневых системах управления // Проблемы управления. — 2014. — № 1. — с. 53–62.
91. Хаванова, И. С. Высокий уровень психологической устойчивости личности как значимый фактор противодействия коррупции // Молодой ученый. — 2014. — № 15. — с. 242–244.
92. Чернов, Е. Н. Коррупция и ее отрицательное воздействие на развитие карьеры государственных служащих // Молодой ученый. — 2013. — № 12 (59). — с. 798–801.
93. Чернушкин, А. А. Модель оптимальной эксплуатации биоресурсов с учётом налогов и коррупции // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2012. — № 6 (131). — с. 203–207.
94. Шедий, М. В. Типология коррупции и основные модели коррупционных стратегий поведения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Право. — 2011. — № 8. — с. 86–96.
95. Южанин, А. О. Транснациональная коррупция: глобальная проблема современности // Молодой ученый. — 2012. — № 5. — с. 351–353.
96. Balykina, Y. E., Kolpak E. P., Kotina E. D. Mathematical model of thyroid function // Middle East Journal of Scientific Research. — 2014. — Т. 19. — № 3. — с. 429–433
97. Pronina, Y. Analytical solution for the general mechanochemical corrosion of an ideal elastic-plastic thick-walled tube under pressure // International Journal of Solids and Structures. — 2013. — Т. 50. — № 22–23. — с. 3626–3633.
98. Pronina, Y. G. Estimation of the life of an elastic tube under the action of a longitudinal force and pressure under uniform surface corrosion conditions // Russian metallurgy (Metally). — 2010. — Т. 2010. — № 4. — с. 361–364.
99. Zhukova, I. V., Kolpak E. P., Balykina Yu. E. Mathematical Model of Growing Tumor // Applied Mathematical Sciences. — Vol. 9. — 2014. N 30. — 1455–1466.

## Об одном методе решения линейных интегральных уравнений

Расулов Тулкин Хусенович, кандидат физико-математических наук, доцент;  
 Нуриддинов Жавлон Зафарович, ассистент  
 Бухарский государственный университет (Узбекистан)

*В этой статье изложен метод решения линейных интегральных уравнений сведением к дифференциальным уравнениям в частных производных первого порядка с запаздывающим аргументом. Преимущество изучаемого метода в том, что он анализируется на примерах различной природы.*

**Ключевые слова:** линейные интегральные уравнения, дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом, формула дифференцирования, частная производная, функциональный ряд.

Рассмотрим линейное интегральное уравнение

$$u(x, y) = f(x, y) + \lambda \int_p^x \int_q^y K(x, y, t_1, t_2) u(t_1, t_2) dt_1 dt_2, \quad (1)$$

здесь  $\lambda \in R$ ,  $0 < p < 1$ ,  $0 < q < 1$  — параметры,  $f$ ,  $K$  известные функции определенные в  $[a, b]^2$ ,  $[a, b]^4$ , соответственно,  $u$  определенная в  $[a, b]^2$  неизвестная (или искомая) функция, допускается что все они имеют частные производные любого порядка. Основной целью статьи является сведение интегрального уравнения (1) к обыкновенному дифференциальному уравнению и его решению.

Для достижения этой цели используем формулу дифференцирования по параметру определенного интеграла с переменными пределами, т. е. формулу

$$\frac{d}{d\alpha} \int_{a(\alpha)}^{b(\alpha)} f(x, \alpha) dx = f(b, \alpha) \frac{db}{d\alpha} - f(a, \alpha) \frac{da}{d\alpha} + \int_{a(\alpha)}^{b(\alpha)} \frac{\partial f(x, \alpha)}{\partial \alpha} dx. \quad (2)$$

Здесь  $\alpha$  - параметр,  $x$  — переменная интегрирования.

Для решения выше указанных интегральных уравнений, сведение их дифференциальным уравнениям создаёт возможность большего углублённого изучения интегральных уравнений. Согласно проводимым исследованиям решение дифференциальных уравнений в общем — то сложнее по отношению к решениям интегральных уравнений. Но для освещения некоторых вопросов во время исследования не исключена вероятность необходимости сведения заданного интегрального уравнению к заданному дифференциальному уравнению. Что интересно, в результате преобразования приходим к дифференциальному уравнению с запаздывающим аргументом [1].

Решению интегрального уравнения удовлетворяет соответствующее ему дифференциальное уравнение. Но решение дифференциального уравнения будет более общим, чем решение интегрального уравнения [1–8].

В этой статье познакомимся сведением интегральных уравнений (1) к дифференциальным уравнениям в частных производных. В результате приходим к дифференциальным уравнениям в частных производных с запаздывающим аргументом. Известно, что  $t_1, t_2$  в интегральном уравнении (1) переменные интегрирования, мы считаем, что  $x, y$  параметрами и применяем формулу (2). Выполнение которых рассмотрим на примерах.

**Пример 1.** Следующее

$$u(x, y) = xy + \lambda \int_{px}^x \int_{qy}^y \frac{u(t_1 t_2)}{t_1 t_2} dt_1 dt_2, \quad 0 < p < 1, 0 < q < 1 \quad (3)$$

интегральное уравнение преобразуем к дифференциальному уравнению.

Сперва найдём производные обеих частей уравнения по параметру  $y$  соответственно по формуле (2):

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} &= x + \lambda \int_{px}^x dt_1 \frac{\partial}{\partial y} \int_{qy}^y \frac{u(t_1, t_2)}{t_2} dt_2 = x + \lambda \int_{px}^x dt_1 \left[ \frac{1}{y} u(t_1, y) - \frac{1}{qy} u(t_1, qy) \cdot q \right] = \\ &= x + \frac{\lambda}{y} \int_{px}^x \frac{u(t_1, y)}{t_1} dt_1 - \frac{\lambda}{y} \int_{px}^x \frac{u(t_1, y)}{t_1} dt_1 - \frac{\lambda}{y} \int_{px}^x \frac{u(t_1, qy)}{t_1} dt_1. \end{aligned}$$

С целью избавления от последних двух интегралов, далее находим частные производные параметру  $x$  после упрощений получим указанное ниже дифференциальное уравнение в частных производных:

$$\frac{\partial^2 u^2(x, y)}{\partial x \partial y} = 1 + \frac{\lambda}{xy} [u(x, y) - u(px, y) - u(x, qy) + u(px, qy)]. \quad (4)$$

Здесь  $px, qy$  - запаздывающие аргументы, а  $x, y$  простые аргументы (независимые переменные).

Решение уравнения (3) получим виде:

$$u(x, y) = \frac{xy}{1 - \lambda(1-p)(1-q)}, \quad (5)$$

здесь

$$|\lambda| < \frac{1}{(1-p)(1-q)}.$$

**Пример 2.** Следующее

$$xyu(x, y) = 1 + \lambda \int_{px}^x \int_{qy}^y u(t_1 t_2) dt_1 dt_2 \quad (0 < p < 1, 0 < q < 1) \quad (6)$$

интегральное уравнение преобразуем к дифференциальному уравнению.

Сперва найдём производные обеих частей по параметру  $y$  :

$$\begin{aligned} x[y \frac{\partial u}{\partial y} + u(x, y)] &= \lambda \int_{px}^x dt_1 \frac{\partial}{\partial y} \int_{qy}^y u(t_1 t_2) dt_2 = \lambda \int_{px}^x [u(t_1, y) - qu(t_1, qy)] dt_1 = \\ &= \lambda \int_{qx}^x u(t_1, y) dt_1 - \lambda q \int_{px}^x u(t_1, qy) dt_1. \end{aligned}$$

Теперь находим частные производные по параметру  $x$  , после упрощений получим:

$$xy \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x \partial y} + x \frac{\partial u(x, y)}{\partial x} + y \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} + (1 + \lambda)u(x, y) = -\lambda ru(px, y) - \lambda qu(x, qy) + \lambda rqu(px, qy). \tag{7}$$

Решение уравнения (6) получим в виде:

$$u(x, y) = \frac{A}{xy}, A = \frac{1}{1 - \lambda \ln \frac{1}{p} \ln \frac{1}{q}}, |\lambda| < \frac{1}{\ln \frac{1}{p} \ln \frac{1}{q}}. \tag{8}$$

Ознакомимся с отдельными образцами дифференциальных уравнений в частных производных с запаздывающим аргументом. Такие уравнения встречаются в математической физике и технических науках.

**Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.** Ищем решения дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка в виде нижеследующего функционального ряда:

$$u(x, y) = u_0(x, y) + \lambda u_1(x, y) + \lambda^2 u_2(x, y) + \dots + \lambda^n u_n(x, y) + \dots \tag{9}$$

Здесь  $u_0, u_1, u_2, \dots$  пока неизвестные функции. Их определение означает нахождение решение задачи.

**Пример 3.** Задано следующее

$$\frac{\partial u(x, y)}{\partial x} = \lambda u(x - \sigma, y - \omega) \tag{10}$$

дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом. Здесь  $\sigma > 0, \omega > 0$  - постоянные числа,  $x - \sigma, y - \omega$  запаздывающие аргументы,  $x, y$  простые аргументы (независимые переменные).

Считая, что решение записано в виде функционального ряда (9) подставим его в уравнение (10), в результате получим тождество:

$$\frac{\partial u_0(x, y)}{\partial x} + \lambda \frac{\partial u_1(x, y)}{\partial x} + \lambda^2 \frac{\partial u_2(x, y)}{\partial x} + \dots + \lambda^n \frac{\partial u_n(x, y)}{\partial x} + \dots \equiv \lambda [u_0(x - \sigma, y - \omega) + \lambda u_1(x - \sigma, y - \omega) + \lambda^2 u_2(x - \sigma, y - \omega) + \dots]$$

Приравниваем одинаковые степени  $\lambda^m (m = 0, 1, 2, 3, \dots)$  обеих частей равенства:

$$\frac{\partial u_0(x, y)}{\partial x} = 0, \text{ здесь } u_0(x, y) = C_0(y);$$

$$\frac{\partial u_1(x, y)}{\partial x} = u_0(x - \sigma, y - \omega) = C_0(y - \omega).$$

Интегрируя его по  $x$  в результате получим

$$u_1(x, y) = xC_0(y - \omega) + C_1(y).$$

$C_0(y), C_1(y)$  — произвольные функции, не зависящие от параметра  $x$ . А также

$$\frac{\partial u_2(x, y)}{\partial x} = u_1(x - \sigma, y - \omega) = (x - \sigma)C_0(y - 2\omega) + C_1(y - \omega).$$

Интегрируя его по  $x$  получим

$$u_2(x, y) = \frac{1}{2}(x - \sigma)^2 C_0(y - 2\omega) + xC_1(y - \omega) + C_2(y).$$

Подобно этому

$$\frac{\partial u_3(x, y)}{\partial x} = u_2(x - \sigma, y - \omega) = \frac{1}{2}(x - 2\sigma)^2 C_0(y - 3\omega) + (x - \sigma)C_1(y - 2\omega) + C_1(y - \omega)$$

Отсюда

$$u_3(x, y) = \frac{1}{3!}(x - 2\sigma)^3 C_0(y - 3\omega) + \frac{1}{2!}(x - \sigma)^2 C_1(y - 2\omega) + xC_2(y - \omega) + C_3(y).$$

Точно таким же методом можно найти нижеследующие:

$$u_4(x, y) = \frac{1}{4!}(x - 3\sigma)^4 C_0(y - 4\omega) + \frac{1}{3!}(x - 2\sigma)^3 C_1(y - 3\omega) + \frac{1}{2!}(x - \sigma)^2 C_2(y - 2\omega) + xC_3(y - \omega) + C_4(y)$$

.....

Теперь все найденные значения  $u_n(x, y)$  подставим в ряд (9), в результате имеем:

$$u(x, y) = [C_0(y) + \lambda C_1(y) + \lambda^2 C_2(y) + \dots + \lambda^n C_n(y)] + \lambda x [C_0(y - \omega) + \lambda C_1(y - \omega) + \lambda^2 C_2(y - \omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - \omega) + \dots] +$$

$$\begin{aligned}
 &+ \frac{\lambda^2}{2!} (x - \sigma)^2 [C_0(y - 2\omega) + \lambda C_1(y - 2\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - 2\omega) + \dots] + \\
 &+ \frac{\lambda^3}{3!} (x - 2\sigma)^3 [C_0(y - 3\omega) + \lambda C_1(y - 3\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - 3\omega) + \dots] + \\
 &+ \frac{\lambda^4}{4!} (x - 3\sigma)^4 [C_0(y - 4\omega) + \lambda C_1(y - 4\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - 4\omega) + \dots] + \dots
 \end{aligned}$$

Обозначим:

$$P(y) = C_0(y) + \lambda C_1(y) + \dots + \lambda^n C_n(y) + \dots,$$

тогда можно записать

$$P(y - k\omega) = C_0(y - k\omega) + \lambda C_1(y - k\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - k\omega) + \dots,$$

(здесь  $k = 1, 2, 3, \dots$ ). Значит решение можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = &P(y) + \lambda x P(y - \omega) + \frac{\lambda^2}{2!} (x - \sigma)^2 P(y - 2\omega) + \frac{\lambda^3}{3!} (x - 2\sigma)^3 P(y - 3\omega) + \dots + \\
 &+ \frac{\lambda^n}{n!} (x - (n-1)\sigma)^n P(y - n\omega) + \dots
 \end{aligned} \tag{11}$$

Теперь выводим некоторые частные решения этого уравнения (11):

а) Пусть  $P(y) = e^y$ , тогда

$$P(y - k\omega) = e^{y - k\omega} = e^{-k\omega} \cdot e^y, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Из решения (11)

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = &e^y [1 + (\lambda e^{-\omega})x + \frac{1}{2!} (\lambda e^{-\omega})^2 (x - \sigma)^2 + \frac{1}{3!} (\lambda e^{-\omega})^3 (x - 2\sigma)^3 + \\
 &+ \frac{1}{4!} (\lambda e^{-\omega})^4 (x - 3\sigma)^4 + \dots]
 \end{aligned} \tag{12}$$

б) Пусть  $P(y) \equiv C$  будет произвольным постоянным числом, тогда

$$P(y - k\omega) \equiv C, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

из решения (11) имеем:

$$u(x, y) = C [1 + \lambda x + \frac{\lambda^2}{2!} (x - \sigma)^2 + \frac{\lambda^3}{3!} (x - 2\sigma)^3 + \dots]. \tag{13}$$

**Примечание.** В частном случае в уравнении (10) возможно  $\sigma = 0$  или  $\omega = 0$  или  $\sigma = \omega = 0$ . В этих случаях, соответственно этим случаям решение (11) более упрощается.

**Пример 4.** Задано дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial u(x, y)}{\partial y} = \lambda \varphi(x) u(x - \sigma, y - \omega) \tag{14}$$

с запаздывающими аргументами. Здесь  $\sigma > 0$ ,  $\omega > 0$ ,  $\varphi(x)$  - заданная функция.

И в это же уравнение подставляем ряд (9), потом в полученном тождестве путем приравнивания коэффициентов находим  $u_n$ :

$$\frac{\partial u_0(x, y)}{\partial y} = 0, \text{ здесь } u_0(x, y) = C_0(y);$$

$$\frac{\partial u_1(x, y)}{\partial y} = \varphi(x) u_0(x - \sigma, y - \omega) = \varphi(x) C_0(x - \sigma).$$

Отсюда

$$u_1(x, y) = y \varphi(x) C_0(x - \sigma) + C_1(x);$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial u_2(x, y)}{\partial y} = &\varphi(x) u_1(x - \sigma, y - \omega) = \varphi(x) [(y - \omega) C_0(x - 2\sigma) \varphi(x - \sigma) + \\
 &+ C_1(x - \sigma)]
 \end{aligned}$$

или

$$u_2(x, y) = \frac{1}{2!} (y - \omega)^2 \varphi(x) \varphi(x - \sigma) C_0(x - 2\sigma) + y \varphi(x) C_1(x - \sigma) + C_2(x).$$

Точно таким же способом можно найти

$$u_3(x, y) = \frac{1}{3!} (y - 2\omega)^3 \varphi(x) \varphi(x - \sigma) \varphi(x - 2\sigma) C_0(x - 3\sigma) +$$

$$+ \frac{1}{2!}(y - \omega)^2 \varphi(x)\varphi(x - \sigma)C_1(x - 2\sigma) + y\varphi(x)C_2(x - \sigma) + C_3(x)$$

.....

Подставляя их в ряд (9) можно записать:

$$u(x, y) = [C_0(x) + \lambda C_1(x) + \lambda^2 C_2(x) + \dots + \lambda^n C_n(x)] +$$

$$+ \lambda y \varphi(x) [C_0(x - \sigma) + \lambda C_1(x - \sigma) + \lambda^2 C_2(x - \sigma) + \dots + \lambda^n C_n(x - \sigma) + \dots] +$$

$$+ \frac{\lambda^2}{2!} (y - \omega)^2 \varphi(x)\varphi(x - \sigma) [C_0(x - 2\sigma) + \lambda C_1(x - 2\sigma) + \dots + \lambda^n C_n(x - 2\sigma) + \dots] +$$

$$+ \frac{\lambda^3}{3!} (y - 2\omega)^3 \varphi(x)\varphi(x - \sigma)\varphi(x - 2\sigma) [C_0(x - 3\sigma) + \lambda C_1(x - 3\sigma) + \dots + \lambda^n C_n(x - 3\sigma) + \dots] +$$

Введем следующее обозначение:

$$P(x) = C_0(x) + \lambda C_1(x) + \dots + \lambda^n C_n(x) + \dots,$$

отсюда

$$P(x - k\sigma) = C_0(x - k\sigma) + \lambda C_1(x - k\sigma) + \dots + \lambda^n C_n(x - k\sigma) + \dots$$

(здесь  $k = 1, 2, 3, \dots$ ). Тогда решение приходит к простому виду:

$$u(x, y) = P(x) + \lambda y \varphi(x) P(x - \sigma) + \frac{\lambda^2}{2!} (y - \omega)^2 \varphi(x)\varphi(x - \sigma) P(x - 2\sigma) +$$

$$+ \frac{\lambda^3}{3!} (y - 2\omega)^3 \varphi(x)\varphi(x - \sigma)\varphi(x - 2\sigma)\varphi(x - 3\sigma) P(x - 4\sigma) + \dots \tag{15}$$

Здесь  $P(x)$  произвольная функция переменной  $x$ .

При различных конкретных видах  $\varphi(x)$  и  $P(x)$ , из (15) можно получить различные частные решения. Допустим

$$P(x) \equiv C, \quad \varphi(x) = e^x,$$

тогда

$$P(x - k\sigma) \equiv C, \quad \varphi(x - k\sigma) = e^{x - k\sigma} = e^x \cdot e^{-k\sigma}.$$

Поэтому из (15) получим нижеследующее частные решение:

$$u(x, y) = C[1 + (\lambda e^x)y + \frac{1}{2!}(\lambda e^x)^2(y - \omega)^2 e^{-\sigma} + \frac{1}{3!}(\lambda e^x)^3(y - 2\omega)^3 e^{-3\sigma} +$$

$$+ \frac{1}{4!}(\lambda e^x)^4(y - 3\omega)^4 e^{-6\sigma} + \dots + \frac{1}{n!}(\lambda e^x)^n(y - (n - 1)\omega) e^{\frac{-n(n+1)}{2}\sigma} + \dots].$$

Литература:

1. Ш. Т. Максудов. Элементы линейных интегральных уравнений. Ташкент, 1975 (на узбекском языке).
2. И. И. Привалов. Интегральные уравнение. Гостехиздат, М. 1935.
3. У. В. Ловитт. Линейные интегральные уравнение. Гостехиздат, М. 1957.
4. С. Г. Михлин. Лекции по линейным интегральным уравнениям. Гостехиздат М. 1959.
5. В. К. Кабулов. Интегральные уравнение типа баланса. «Фан» Т. 1961
6. А. Н. Филатов. Методы усреднения в дифференциальных и интегро- дифференциальных уравнениях. «Фан» Т. 1971.
7. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. «Наука» М. 1967.
8. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям. — М: Высшая школа, 1978.

## О методе решения линейных интегральных уравнений сведением к дифференциальным уравнениям в частных производных высшего порядка с запаздывающим аргументом

Расулов Тулкин Хусенович, кандидат физико-математических наук, доцент;  
 Нуриддинов Жавлон Зафарович, ассистент  
 Бухарский государственный университет (Узбекистан)

*Эта статья посвящена изложению метода решения линейных интегральных уравнений сведением к дифференциальным уравнениям в частных производных высшего порядка с запаздывающим аргументом. Преимущество изучаемого метода анализируется на примерах различной природы.*

**Ключевые слова:** линейные интегральные уравнения, дифференциальные уравнения, запаздывающие аргументы, частные производные высшего порядка, функциональный ряд.

Некоторые процессы не могут быть адекватно описаны обыкновенными дифференциальными уравнениями (т.е. уравнениями, в которые значения неизвестной функции и ее производных входит при одном и том же значении независимой переменной («времени»)). В связи с этим возникает необходимость рассматривать уравнения, в которых неизвестная функция входит при различных значениях аргумента. Одним из представителей таких уравнений является простейшее дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом или дифференциально-разностное уравнение вида

$$x'(t) = f[t, x(t), x(t-h)], \tag{1}$$

в котором  $x$  - неизвестная функция независимого аргумента  $t$ ,  $f: R^3 \rightarrow R$ , а  $h$  - положительное число (запаздывание). Таким образом, в уравнении (1) значение производной неизвестной функции в момент времени  $t$  определяется не только тем как ведет себя сама функция в это время (как это было в обыкновенных дифференциальных уравнениях), но и тем как она вела себя в предыдущий момент времени  $t-h$  ("  $h$  секунд назад»).

Простейшим примером процесса, описываемого дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом, может служить уравнение развития биологической популяции. Если считать, что скорость прироста популяции пропорциональна ее численности  $x(t)$  в настоящий момент, то мы получим известное уравнение Мальтуса или уравнение мальтузианского роста

$$x'(t) = Cx(t).$$

Если же исходить из (более реального) предположения о том, что скорость прироста пропорциональна численности лишь половозрелых особей (скажем, имеющих не меньший, чем  $h$  возраст), то мы придем к дифференциально-разностному уравнению

$$x'(t) = Cx(t-h),$$

поскольку величина  $x(t-h)$ , равная численности популяции в момент  $t-h$ , как раз и описывает численность взрослых особей родившихся " $h$  лет назад».

Одним из главных отличий дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом от обыкновенных дифференциальных уравнений является тот факт, что решения первых, вообще говоря, не допускают продолжения влево от начального отрезка, тогда как для вторых положительное и отрицательное направления времени полностью равноправны.

Рассмотрим линейное интегральное уравнение

$$u(x, y) = f(x, y) + \lambda \int \int_{pxqy} K(x, y, t_1, t_2) u(t_1, t_2) dt_1 dt_2, \tag{2}$$

здесь  $\lambda \in R$ ,  $0 < p < 1$ ,  $0 < q < 1$  — параметры,  $f, K$  известные функции определенные в  $[a, b]^2, [a, b]^4$ , соответственно,  $u$  определенная в  $[a, b]^2$  неизвестная (или искомая) функция, допускается что все они имеют частные производные любого порядка.

В этой статье познакомимся сведением интегральных уравнений (2) к дифференциальным уравнениям в частных производных [1–8]. В результате приходим к дифференциальным уравнениям в частных производных с запаздывающим аргументом [1]. Известно, что  $t_1, t_2$  в интегральном уравнении (1) переменные интегрирования, мы считаем, что  $x, y$  параметрами. Рассмотрим на примерах.

**Пример 1.** Следующее интегральное уравнение

$$u(x, y) = 1 + \lambda \int_{x-\sigma}^x \int_{y-\tau}^y e^{k(t_1+t_2)} u(t_1, t_2) dt_1 dt_2, \quad (\sigma > 0, \tau > 0, k > 0) \tag{3}$$

преобразуем к дифференциальному уравнению.

Сначала найдём частное производное по  $y$  :

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} &= \lambda \int_{x-\sigma}^x e^{kt} dt_1 \frac{\partial}{\partial y} \int_{y-\tau}^y e^{kt} dt_2 = \lambda \int_{x-\sigma}^x e^{kt} [e^{kt} u(t_1, y) - e^{k(y-\tau)} u(t_1, y-\tau)] dt_1 = \\ &= \lambda e^{ky} \int_{x-\sigma}^x e^{kt} u(t_1, y) dt_1 - \lambda e^{k(y-\tau)} \int_{x-\sigma}^x e^{kt} u(t_1, y-\tau) dt_1. \end{aligned}$$

Теперь находя с обеих сторон частную производную по  $x$ , после упрощений получим нижеследующее дифференциальное уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y} - \lambda e^{k(x+y)} u(x, y) &= -\lambda e^{-k\sigma} \cdot e^{k(x+y)} u(x-\sigma, y) - \\ &- \lambda e^{-k\tau} e^{k(x+y)} u(x, y-\tau) + \lambda e^{-k(\sigma+\tau)} e^{k(x+y)} u(x-\sigma, y-\tau). \end{aligned}$$

Здесь  $x-\sigma, y-\tau$  запаздывающие аргументы. Тогда

$$u(x, y) = 1 + A_1 e^{k(x+y)} + A_1 A_2 e^{2k(x+y)} + \dots + A_1 A_2 A_n e^{nk(x+y)} + \dots$$

$$A_n = \frac{1}{(nk)^2} (1 - e^{-nk\sigma})(1 - e^{-nk\tau}), n = 1, 2, 3, \dots \tag{4}$$

будет решением заданного интегрального уравнения (3).

Ознакомимся с отдельными образцами дифференциальных уравнений в частных производных высших порядков с запаздывающим аргументом. Такие уравнения встречаются в математической физике и технических науках.

**Дифференциальные уравнения в частных производных высших порядков.** Решения дифференциальных уравнений в частных производных высших порядков ищем в виде нижеследующего функционального ряда:

$$u(x, y) = u_0(x, y) + \lambda u_1(x, y) + \lambda^2 u_2(x, y) + \dots + \lambda^n u_n(x, y) + \dots \tag{5}$$

Здесь  $u_0, u_1, u_2, \dots$  пока неизвестные функции. Их определение означает нахождение решение задачи. Процесс решения дифференциальных уравнений высших порядков рассмотрим на примерах.

**Пример 2.** Пусть требуется решить следующее:

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} = \lambda u(x - \sigma, y - \omega) \tag{6}$$

дифференциальное уравнение высокого порядка. Здесь  $\sigma > 0, \omega > 0$ .

Подставим в это уравнение ряд (5), из полученного тождества путём приравнивания коэффициентов находим  $u_n(x, y)$ :

$$\frac{\partial^2 u_0(x, y)}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial u_0}{\partial x} \right) = 0, \text{ отсюда } \frac{\partial u_0}{\partial x} = C_0(y), \quad u_0(x, y) = x C_0(y) + D_0(y);$$

$$\frac{\partial^2 u_1(x, y)}{\partial x^2} = u_0(x - \sigma, y - \omega) = (x - \sigma) C_0(y - \omega) + D_0(y - \omega).$$

Отсюда в результате двухразового интегрирования по  $x$  вытекает следующее:

$$u_1(x, y) = \frac{1}{3!} (x - \sigma)^3 C_0(y - \omega) + \frac{1}{2!} x^2 D_0(y - \omega) + x C_1(y) + D_1(y).$$

Таким способом можно найти

$$\begin{aligned} u_1(x, y) &= \frac{1}{5!} (x - 2\sigma)^5 C_0(y - 2\omega) + \frac{1}{4!} (x - \sigma)^4 D_1(y - 2\omega) + \frac{1}{3!} (x - \\ &- \sigma)^3 C_1(y - \omega) + \frac{1}{2} x^2 D_1(y - \omega) + x C_2(y) + D_2(y). \end{aligned}$$

Найденные выражения  $u_n$  подставив в ряд (5), полученное решение можно записать в виде:

$$\begin{aligned} u(x, y) &= [D_0(y) + \lambda D_1(y) + \lambda^2 D_2(y) + \dots + \lambda^n D_n(y)] + \\ &+ \frac{\lambda}{2!} x^2 [D_0(y - \omega) + \lambda D_1(y - \omega) + \lambda^2 D_2(y - \omega) + \dots + \lambda^n D_n(y - \omega) + \dots] + \\ &+ \frac{\lambda^2}{4!} (x - \sigma)^4 [D_0(y - 2\omega) + \lambda D_1(y - 2\omega) + \dots + \lambda^n D_n(y - 3\omega) + \dots] + \\ &+ \frac{\lambda^3}{6!} (x - 2\sigma)^6 [D_0(y - 3\omega) + \lambda D_1(y - 3\omega) + \dots + \lambda^n D_n(y - 3\omega) + \dots] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ x[C_0(y) + \lambda C_1(y) + \lambda^2 C_2(y) + \dots + \lambda^n C_n(y)] + \\
 &+ \frac{\lambda}{3!} (x - 2\sigma)^3 [C_0(y - \omega) + \lambda C_1(y - \omega) + \lambda^2 C_2(y - \omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - \omega) + \dots] + \\
 &+ \frac{\lambda^2}{5!} (x - 2\sigma)^5 [C_0(y - 2\omega) + \lambda C_1(y - 2\omega) + \lambda^2 C_2(y - 2\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - 2\omega) + \dots] + \\
 &+ \frac{\lambda^3}{7!} (x - 3\sigma)^7 [C_0(y - 3\omega) + \lambda C_1(y - 3\omega) + \lambda^2 C_2(y - 3\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - 3\omega) + \dots] + \dots
 \end{aligned}$$

Примем обозначения:

$$P(y) = D_0(y) + \lambda D_1(y) + \lambda^2 D_2(y) + \dots + \lambda^n D_n(y) + \dots$$

и

$$Q(y) = C_0(y) + \lambda C_1(y) + \lambda^2 C_2(y) + \dots + \lambda^n C_n(y) + \dots$$

отсюда

$$P(y - k\omega) = D_0(y - k\omega) + \lambda D_1(y - k\omega) + \lambda^2 D_2(y - k\omega) + \dots + \lambda^n D_n(y - k\omega) + \dots$$

и

$$Q(y - k\omega) = C_0(y - k\omega) + \lambda C_1(y - k\omega) + \lambda^2 C_2(y - k\omega) + \dots + \lambda^n C_n(y - k\omega) + \dots$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

В этом случае решение примет вид:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) = &\left[ P(y) + \frac{\lambda}{2!} x^2 P(y - \omega) + \frac{\lambda^2}{4!} (x - \sigma)^4 P(y - 2\omega) + \frac{\lambda^3}{6!} (x - 2\sigma)^6 P(y - 3\omega) + \dots \right] + \\
 &+ \left[ x Q(y) + \frac{\lambda}{3!} (x - 2\sigma)^3 Q(y - \omega) + \frac{\lambda^2}{5!} (x - 2\sigma)^5 Q(y - 2\omega) + \frac{\lambda^3}{7!} (x - 3\sigma)^7 Q(y - 3\omega) + \dots \right].
 \end{aligned} \tag{7}$$

В решении  $P(y)$  и  $Q(y)$  любые независимые от  $x$  функции.

Например, если взять

$$P(y) = e^y, \quad Q(y) = e^{-y},$$

то из (7) получим единственное частное решение.

**Пример 3.** Пусть требуется решить следующее

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} = \lambda \frac{\partial^2 u(x - \sigma, y - \omega)}{\partial y^2}. \tag{8}$$

дифференциальное уравнение в частных производных высших порядков. Здесь  $\sigma > 0, \omega > 0$ .

Подставив в это уравнение ряд (5) получим тождество, потом методом приравнивания коэффициентов находим  $u_0, u_1, u_2, \dots$ :

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} = 0, \text{ отсюда } u_0(x, y) = x C_0(y) + D_0(y).$$

$$\frac{\partial^2 u_1(x, y)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u_0(x - \sigma, y - \omega)}{\partial y^2} = (x - \sigma) C_0''(y - \omega) + D_0''(y - \omega).$$

Интегрируем его два раза по  $x$ , тогда получим

$$u_1(x, y) = \frac{1}{3!} (x - \sigma)^3 C_0''(y - \omega) + \frac{1}{2} D_0''(y - \omega) + x C_1(y) + D_1(y).$$

А также

$$\frac{\partial^2 u_2(x, y)}{\partial x^2} = \lambda \frac{\partial^2 u_1(x - \sigma, y - \omega)}{\partial y^2}.$$

Здесь подставляя в правую часть значение выражения  $u_1$  и проинтегрировав два раза по  $x$  получим:

$$\begin{aligned}
 u_2(x, y) = &\frac{1}{5!} (x - \sigma)^5 C_0^{(4)}(y - 2\omega) + \frac{1}{4!} (x - \sigma)^4 D_0''(y - 2\omega) + \\
 &+ \frac{1}{3!} (x - \sigma)^3 C_1''(y - \omega) + \frac{1}{2!} x^2 D_1''(y - \omega) + x C_2(y) + D_2
 \end{aligned}$$

.....

Теперь подставив эти выражения  $u_n$  в ряд (5) запишем его виде:

$$\begin{aligned}
u(x, y) = & \left[ D_0(y) + \lambda D_1(y) + \lambda^2 D_2(y) + \dots + \lambda^n D_n(y) \right] + \\
& + \frac{\lambda}{2!} x^2 \left[ D''_0(y - \omega) + \lambda D''_1(y - \omega) + \lambda^2 D''_2(y - \omega) + \dots + \lambda^n D''_n(y - \omega) + \dots \right] + \\
& + \frac{\lambda^2}{4!} (x - \sigma)^4 \left[ D^{(4)}_0(y - 2\omega) + \lambda D^{(4)}_1(y - 2\omega) + \dots + \lambda^n D^{(4)}_n(y - 2\omega) + \dots \right] + \\
& + \frac{\lambda^3}{6!} (x - 2\sigma)^6 \left[ D^{(6)}_0(y - 3\omega) + \lambda D^{(6)}_1(y - 3\omega) + \dots + \lambda^n D^{(6)}_n(y - 3\omega) + \dots \right] + \\
& + x \left[ C_0(y) + \lambda C_1(y) + \lambda^2 C_2(y) + \dots + \lambda^n C_n(y) \right] + \\
& + \frac{\lambda}{3!} (x - 2\sigma)^3 \left[ C''_0(y - \omega) + \lambda C''_1(y - \omega) + \dots + \lambda^n C''_n(y - \omega) + \dots \right] + \\
& + \frac{\lambda^2}{5!} (x - 2\sigma)^5 \left[ C^{(4)}_0(y - 2\omega) + \lambda C^{(4)}_1(y - 2\omega) + \lambda^2 C^{(4)}_2(y - 2\omega) + \dots + \lambda^n C^{(4)}_n(y - 2\omega) + \dots \right] + \\
& + \frac{\lambda^3}{7!} (x - 3\sigma)^7 \left[ C^{(6)}_0(y - 3\omega) + \lambda C^{(6)}_1(y - 3\omega) + \lambda^2 C^{(6)}_2(y - 3\omega) + \dots + \lambda^n C^{(6)}_n(y - 3\omega) + \dots \right] + \\
& + \dots
\end{aligned}$$

Примем обозначения:

$$P(y) = D_0(y) + \lambda D_1(y) + \lambda^2 D_2(y) + \dots + \lambda^n D_n(y) + \dots$$

и

$$Q(y) = C_0(y) + \lambda C_1(y) + \lambda^2 C_2(y) + \dots + \lambda^n C_n(y) + \dots$$

Допускаем возможность нахождения производных любого порядка от них. Тогда решение примет вид:

$$\begin{aligned}
u(x, y) = & \left[ P(y) + \frac{\lambda}{2!} x^2 P''(y - \omega) + \frac{\lambda^2}{4!} (x - \sigma)^4 P^{(4)}(y - 2\omega) + \frac{\lambda^3}{6!} (x - 2\sigma)^6 P^{(6)}(y - 3\omega) + \dots \right] + \\
& + \left[ x Q(y) + \frac{\lambda}{3!} (x - 2\sigma)^3 Q''(y - \omega) + \frac{\lambda^2}{5!} (x - 2\sigma)^5 Q^{(4)}(y - 2\omega) + \frac{\lambda^3}{7!} (x - 3\sigma)^7 Q^{(6)}(y - 3\omega) + \dots \right].
\end{aligned} \tag{9}$$

В этом решении  $P(y)$  и  $Q(y)$  произвольные функции производные высших порядков которых существуют. В частном случае может случиться, что  $\sigma = \omega = 0$ , тогда общее решение (9) уравнения (8) более упрощается.

Литература:

1. Ш. Т. Максудов. Элементы линейных интегральных уравнений. Ташкент, 1975 (на узбекском языке).
2. И. И. Привалов. Интегральные уравнение. Гостехиздат, М. 1935.
3. У. В. Ловитт. Линейные интегральные уравнение. Гостехиздат, М. 1957.
4. С. Г. Михлин. Лекции по линейным интегральным уравнениям. Гостехиздат М. 1959.
5. В. К. Кабулов. Интегральные уравнение типа баланса. «Фан» Т. 1961
6. А. Н. Филатов. Методы усреднения в дифференциальных и интегро- дифференциальных уравнениях. «Фан» Т. 1971.
7. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. «Наука» М. 1967.
8. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям. — М: Высшая школа, 1978.

## О спутниках $\tau$ -замкнутых $n$ -кратно $\Omega$ -расслоенных формаций конечных групп

Сорокина Марина Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Петрушин Павел Викторович, магистрант

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

*В статье изучаются свойства  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенных формаций конечных групп. Установлена взаимосвязь между  $\tau$ -замкнутостью  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формации с  $\text{vpr}$ -направлением  $\varphi$  и  $\tau$ -замкнутостью*

ее  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутника в случае, когда  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов.

**Ключевые слова:** конечная группа, класс групп, формация групп,  $\Omega$ -расслоенная формация, подгрупповой функтор.

Теория формаций конечных групп представляет собой один из важных разделов современной теории классов групп. Понятие формации было введено В. Гашюцем в 1963 году [1]. Формации представляют собой классы групп, замкнутые относительно гомоморфных образов и подпрямых произведений. Ключевые результаты о формациях конечных групп представлены в монографиях Л. А. Шеметкова [2] и А. Н. Скибы [3]. При построении формаций важную роль играют функциональные методы. Так, например, в основе построения локальных и композиционных формаций, наиболее изученных в настоящее время, лежат функции, называемые в [2] экранами. В 1999 году В. А. Ведерников разработал новый функциональный подход к исследованию формаций групп, основанный на рассмотрении для них двух сопутствующих функций — функции-спутника и функции-направления [4]. Введенное в работе [4] понятие  $\Omega$ -расслоенной формации является естественным обобщением понятия локальной формации, а композиционные формации представляют один из видов  $\Omega$ -расслоенных формаций.

В последние годы была выявлена тесная связь между подгрупповыми функторами и классами конечных групп (см., например, [5]). Большую роль в этом направлении играют  $\tau$ -замкнутые формации, то есть такие формации, которые вместе с каждой своей группой содержат и все ее  $\tau$ -подгруппы. В настоящей работе рассматриваются  $\tau$ -замкнутые формации для регулярного подгруппового функтора  $\tau$ , замкнутого относительно композиционных факторов.

Хорошо известно, что свойства локальных, композиционных,  $\Omega$ -расслоенных формаций во многих случаях зависят от свойств их спутников (см., например, [4, 6, 7]). В этой связи интерес представляет изучение свойств спутников  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенных формаций. Целью данной работы является исследование взаимосвязи между  $\tau$ -замкнутостью  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формации с  $bnr$ -направлением  $\varphi$  и  $\tau$ -замкнутостью ее  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутника.

### 1. Основные определения, обозначения и предварительные результаты

Рассматриваются только конечные группы. Используются определения и обозначения, принятые в [2, 4, 5]. Приведем лишь некоторые из них.

$\mathfrak{G}$  — класс всех конечных групп.

$\mathfrak{S}$  — класс всех конечных простых групп.

$\mathfrak{A}$  — класс всех конечных абелевых групп.

$\mathfrak{R}_p$  — класс всех конечных  $p$ -групп.

$K(G)$  — класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы  $G$ ;  $K(\mathfrak{X})$  — объединение классов  $K(G)$  для всех  $G \in \mathfrak{X}$ .

$\Omega$  — непустой подкласс класса  $\mathfrak{S}$ .

$\mathfrak{G}_\Omega$  — класс всех конечных  $\Omega$ -групп, т. е. таких групп, для которых  $K(G) \subseteq \Omega$ .

Пусть  $\mathfrak{F}$  — формация групп.  $F$ -корадикалом группы  $G$  называется пересечение всех тех нормальных подгрупп группы  $G$ , факторгруппы по которым принадлежат  $\mathfrak{F}$ , и обозначается  $G^{\mathfrak{F}}$ .

Пусть  $\mathfrak{F}$  — класс Фиттинга.  $F$ -радикалом группы  $G$  называется произведение всех нормальных подгрупп группы  $G$ , принадлежащих  $\mathfrak{F}$ , и обозначается  $G_{\mathfrak{F}}$ .

Пусть  $\mathfrak{X}$  — класс групп,  $\mathfrak{F}$  — формация групп. Корадикальным произведением классов  $\mathfrak{X}$  и  $\mathfrak{F}$  называется класс  $\mathfrak{X} \circ \mathfrak{F} = \{G \in \mathfrak{G} \mid G^{\mathfrak{F}} \in \mathfrak{X}\}$ .

Пусть  $\mathfrak{X}, \mathfrak{H}$  — классы групп. Гашюцевым произведением классов  $\mathfrak{X}$  и  $\mathfrak{H}$  называется класс  $\mathfrak{X}\mathfrak{H} = \{G \in \mathfrak{G} \mid \exists N \triangleleft G, N \in \mathfrak{X}, G/N \in \mathfrak{H}\}$ .

Функция  $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$  называется  $\Omega F$ -функцией; функция  $g: \mathfrak{S} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$  называется  $F$ -функцией; функция  $\varphi: \mathfrak{S} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$  называется  $FR$ -функцией. Функции  $f, g$  и  $\varphi$  принимают одинаковые значения на изоморфных группах из области определения [4, с. 126].

Формация  $\Omega F(f, \varphi) = \{G \in \mathfrak{G} \mid G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G)\}$  называется  $\Omega$ -расслоенной формацией с  $\Omega$ -спутником  $f$  и направлением  $\varphi$ ; формация  $F(g, \varphi) = \{G \in \mathfrak{G} \mid G/G_{\varphi(A)} \in g(A) \text{ для всех } A \in K(G)\}$  называется расслоенной формацией со спутником  $g$  и направлением  $\varphi$  [4, с. 127].

Направление  $\varphi$   $\Omega$ -расслоенной формации называется  $b$ -направлением, если  $\varphi(A)\mathfrak{G}_A = \varphi(A)$  для любой абелевой группы  $A \in \mathfrak{S}$ ;  $n$ -направлением, если  $A \notin \varphi(A)$  для любой неабелевой группы  $A \in \mathfrak{S}$ ;  $r$ -направлением, если  $\varphi(A) = \mathfrak{G}_A \varphi(A)$  для любой группы  $A \in \mathfrak{S}$ ;  $x_1 \dots x_k$ -направлением, если  $\varphi$  является  $x_i$ -направлением для любого  $i \in \{1, \dots, k\}$  [7, с. 218].

Через  $\varphi_3$  обозначается направление  $\Omega$ -композиционной формации, т. е.  $\varphi_3(A) = \mathfrak{S}_{cA}$  для любого  $A \in \mathfrak{S}$ , где  $\mathfrak{S}_{cA}$  — класс всех конечных групп, у которых каждый главный  $A$ -фактор централен [4, с. 128].

$\Omega$ -спутник  $f$   $\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  называется внутренним, если  $f(A) \subseteq \mathfrak{F}$  для любой группы  $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$ ; минимальным  $\Omega$ -спутником формации  $\mathfrak{F}$ , если  $f$  является минимальным элементом множества всех  $\Omega$ -спутников формации  $\mathfrak{F}$ .

Пусть  $n \in \mathbb{N} \cup \{0\}$ ,  $\varphi$  — некоторая  $FR$ -функция. Всякая формация считается  $0$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$ . Формация  $\mathfrak{F}$  называется  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной с направлением  $\varphi$ , или, иначе,  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией, если  $\mathfrak{F}$  обладает  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником, т. е. таким  $\Omega$ -спутником, всякое значение которого является  $(n - 1)$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$  [7, с. 218].

Пусть  $\tau$  — отображение, которое ставит в соответствие всякой группе  $G$  некоторую систему  $\tau(G)$  ее подгрупп. Отображение  $\tau$  называется подгрупповым функтором, если  $(\tau(G))^{\varphi} = \tau(G^{\varphi})$  для любого изоморфизма  $\varphi$  каждой группы  $G$  [5, с. 13]. Подгрупповой функтор  $\tau$  называется регулярным, если выполняются два условия: 1)  $N \triangleleft G$ ,  $M \in \tau(G) \Rightarrow MN/N \in \tau(G/N)$ ; 2)  $M/N \in \tau(G/N) \Rightarrow M \in \tau(G)$  [5, с. 14]. Подгрупповой функтор  $\tau$  называется  $\Omega$ -радикальным, если для любой группы  $G$  и для любой  $N \in \tau(G)$  справедливо  $O_{\Omega}(G) \cap N = O_{\Omega}(N)$ ;  $\varphi$ -радикальным, если для любой группы  $G$  и для любой  $N \in \tau(G)$  для всех  $A \in \mathfrak{F}$  выполняется  $G_{\varphi(A)} \cap N = N_{\varphi(A)}$ ;  $\Omega\varphi$ -радикальным, если  $\tau$  является  $\Omega$ -радикальным и  $\varphi$ -радикальным [10, с. 76]. Подгрупповой функтор  $\tau$  называется замкнутым относительно композиционных факторов, если для любой  $N \in \tau(G)$  справедливо включение  $K(N) \subseteq K(G)$  для каждой группы  $G$  [10, с. 76].

Формация  $\mathfrak{F}$  называется  $\tau$ -замкнутой, если  $\tau(G) \subseteq \mathfrak{F}$  для любой группы  $G \in \mathfrak{F}$  [3, с. 23].  $\Omega$ -спутник  $\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  называется  $\tau$ -замкнутым, если все его значения являются  $\tau$ -замкнутыми формациями.

**Лемма 1.1** [4, лемма 5]. Пусть  $\varphi$  — произвольная  $FR$ -функция,  $\mathfrak{F} = \bigcap_{i \in I} \mathfrak{F}_i$ , где  $\mathfrak{F}_i = \Omega F(f_i, \varphi)$ ,  $i \in I$ . Тогда  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ , где  $f = \bigcap_{i \in I} f_i$ .

**Лемма 1.2** [4, лемма 3]. Пусть  $\mathfrak{M}$  — формация,  $K(\mathfrak{M}) \cap \Omega = \emptyset$ . Тогда  $\mathfrak{M} = \Omega F(m, \varphi)$ , где  $m$  —  $\Omega F$ -функция такая, что  $m(\Omega') = \mathfrak{M}$ ,  $m(A) = \emptyset$  для всех  $A \in \Omega$ ,  $\varphi$  — произвольная  $FR$ -функция. В частности, формации  $\emptyset$  и (1) являются  $\Omega$ -расслоенными формациями для любого непустого класса  $\Omega \subseteq \mathfrak{F}$ .

**Лемма 1.3** [7, лемма 3]. Пусть  $\mathfrak{M}$  и  $\mathfrak{H}$  —  $\Omega$ -расслоенные формации с  $r$ -направлением  $\varphi$ ,  $m$  и  $h$  — внутренние  $\Omega$ -спутники формаций  $\mathfrak{M}$  и  $\mathfrak{H}$  соответственно. Если  $\mathfrak{F}_1 = \Omega F(f, \varphi)$  с внутренним  $\Omega$ -спутником  $f$  таким, что  $f(\Omega') = \mathfrak{M} \circ \mathfrak{H}$ ,  $f(A) = m(A) \circ \mathfrak{H}$  для всех  $A \in \Omega \cap K(\mathfrak{M})$  и  $f(A) = h(A)$  для всех  $A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{M})$ , то  $\mathfrak{M} \circ \mathfrak{H} \subseteq \mathfrak{F}_1$  и  $f$  является внутренним  $\Omega$ -спутником формации  $\mathfrak{F}_1$ .

**Лемма 1.4** [4, лемма 4]. Пусть  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ , где  $\varphi$  — произвольная  $FR$ -функция. Тогда: 1)  $\mathfrak{F} = \Omega F(g, \varphi)$ , где  $g(A) = f(A) \cap \mathfrak{F}$  для любого  $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$ ; 2)  $\mathfrak{F} = \Omega F(h, \varphi)$ , где  $h(\Omega') = \mathfrak{F}$  и  $h(A) = f(A)$  для любого  $A \in \Omega$ .

**Лемма 1.5** [7, следствие 3]. Пусть  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с внутренним  $\Omega$ -спутником  $f$  и  $br$ -направлением  $\varphi$ . Тогда: 1)  $\mathfrak{N}_p f(Z_p) \subseteq \mathfrak{F}$  для всех  $Z_p \in \Omega$ ; 2)  $\mathfrak{F}$  обладает внутренним  $\Omega$ -спутником  $g$  таким, что  $g(A) = f(A)$  для всех  $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus \mathfrak{X})$  и  $g(Z_p) = \mathfrak{N}_p f(Z_p)$  для всех  $Z_p \in \Omega$ .

**Лемма 1.6** [9, теорема 5.38]. Если  $\mathfrak{X}$  —  $S_n$ -замкнутый класс групп,  $\mathfrak{H}$  — формация, то  $\mathfrak{X} \circ \mathfrak{H} = \mathfrak{X}\mathfrak{H}$ .

**Лемма 1.7** [8, следствие 5.8]. Пусть  $f$  — внутренний  $\Omega$ -спутник  $\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  с  $br$ -направлением  $\varphi$ , удовлетворяющим условию  $\varphi \leq \varphi_3$ . Тогда формация  $\mathfrak{F}$  обладает единственным максимальным внутренним  $\Omega$ -спутником  $h$ , причем  $h(A) = \mathfrak{F}$  для всех  $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus \mathfrak{X})$  и  $h(Z_p) = \mathfrak{N}_p f(Z_p)$  для всех  $Z_p \in \Omega$ .

## 2. Свойства $n$ -кратно $\Omega$ -расслоенных формаций

**Лемма 2.1.** Если  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация, то  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенная формация для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

**Доказательство.** Докажем лемму методом математической индукции.

1. Установим справедливость утверждения при  $n = 1$ . Действительно, если  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ , то  $\mathfrak{F}$  — формация. Это означает, что  $\mathfrak{F}$  —  $0$ -кратно  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ .

2. Предположим, что при  $n = k$  утверждение верно.

3. Покажем, что утверждение верно при  $n = k + 1$ . Пусть  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация. Тогда по определению  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  обладает  $\Omega\varphi_k$ -спутником  $f$ , то есть таким  $\Omega$ -спутником  $f$ , все значения которого являются  $\Omega\varphi_k$ -расслоенными формациями. Согласно предположению индукции, все значения  $f$  являются  $\Omega\varphi_{(k-1)}$ -расслоенными формациями. Следовательно,  $f$  является  $\Omega\varphi_{(k-1)}$ -спутником формации  $\mathfrak{F}$ , и значит,  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_k$ -расслоенная формация. Итак, утверждение верно при  $n = k + 1$ .

Из пунктов 1–3 по методу математической индукции утверждение верно для любого  $n \in \mathbb{N}$ . Лемма доказана.

**Следствие 2.1.1.** Если  $\mathfrak{F}$  —  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ , то  $\mathfrak{F}$  —  $(n - 1)$ -кратно  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$  для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

В следующих леммах приводятся примеры  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенных формаций.

**Лемма 2.2.** Пусть  $\varphi$  —  $FR$ -функция. Тогда формации (1) и  $\emptyset$  являются  $\Omega\varphi_n$ -расслоенными формациями для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

Доказательство. Докажем лемму методом математической индукции.

1. Установим справедливость утверждения при  $n = 1$ . Действительно, по лемме 1.2 формации (1) и  $\emptyset$  являются  $\Omega$ -расслоенными формациями с направлением  $\varphi$ .
2. Предположим, что при  $n = k$  утверждение верно.
3. Покажем, что утверждение верно при  $n = k + 1$ .

Пусть  $\mathfrak{F}_1 = (1)$ . Согласно лемме 1.2,  $\mathfrak{F}_1 = \Omega F(m_1, \varphi)$ , где  $m_1(\Omega') = (1)$  и  $m_1(A) = \emptyset$  для любого  $A \in \Omega$ . По предположению индукции формации (1) и  $\emptyset$  являются  $\Omega\varphi_k$ -расслоенными формациями. Следовательно,  $m_1$  является  $\Omega\varphi_k$ -спутником формации  $\mathfrak{F}_1$ , и значит,  $\mathfrak{F}_1$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация.

Пусть  $\mathfrak{F}_2 = \emptyset$ . Согласно лемме 1.2,  $\mathfrak{F}_2 = \Omega F(m_2, \varphi)$ , где  $m_2(A) = \emptyset$  для любого  $A \in \{\Omega'\} \cup \Omega$ . По предположению индукции формация  $\emptyset$  является  $\Omega\varphi_k$ -расслоенной формацией. Следовательно,  $m_2$  является  $\Omega\varphi_k$ -спутником формации  $\mathfrak{F}_2$ , и значит,  $\mathfrak{F}_2$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация.

Из пунктов 1–3 по методу математической индукции утверждение верно для любого  $n \in \mathbb{N}$ . Лемма доказана.

Следствие 2.2.1. Пусть  $\varphi$  — FR-функция. Тогда формации (1) и  $\emptyset$  являются  $n$ -кратно расслоенными формациями с направлением  $\varphi$  для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

Лемма 2.3. Пусть  $Z_p \in \Omega$ ,  $\varphi$  —  $b$ -направление  $\Omega$ -расслоенной формации. Тогда формация  $\mathfrak{N}_p$  является  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

Доказательство. Докажем лемму методом математической индукции.

1. Установим справедливость утверждения при  $n = 1$ , то есть покажем, что  $\mathfrak{N}_p$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ . Пусть  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ , где  $f(Z_p) = (1)$ ,  $f(A) = \emptyset$  для любого  $A \in \Omega \setminus (Z_p)$ ,  $f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$ . Докажем, что  $\mathfrak{N}_p = \mathfrak{F}$ .

Пусть  $G \in \mathfrak{N}_p$ . Так как  $Z_p \in \Omega$ , то  $Z_p \in K(G) \cap \Omega$ . Поскольку  $\varphi$  является  $b$ -направлением, то  $\mathfrak{N}_p \subseteq \varphi(Z_p)$ , и значит,  $G \in \varphi(Z_p)$ . Тогда  $G = G_{\varphi(Z_p)}$  и  $G/G_{\varphi(Z_p)} \cong 1 \in f(Z_p)$ . Так как  $G \in \mathfrak{N}_p$  и  $\mathfrak{N}_p$  — формация, то  $G/O_\Omega(G) \in \mathfrak{N}_p = f(\Omega')$ . Следовательно,  $G \in \mathfrak{F}$  и  $\mathfrak{N}_p \subseteq \mathfrak{F}$ .

Допустим, что  $\mathfrak{N}_p \subset \mathfrak{F}$  и  $G$  — группа наименьшего порядка из  $\mathfrak{F} \setminus \mathfrak{N}_p$ . Тогда  $G$  — монолитическая группа с монолитом  $N = G^{\mathfrak{N}_p}$ . Пусть  $K(N) = (A)$ . Если  $A \notin \Omega$ , то  $N \notin O_\Omega(G)$  и  $O_\Omega(G) = 1$ . Так как  $G \in \mathfrak{F}$ , то  $G/O_\Omega(G) \cong G \in f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$ . Противоречие. Пусть  $A \in \Omega$ . Тогда  $A \in K(G) \cap \Omega$  и, ввиду  $G \in \mathfrak{F}$ , получаем  $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$ . Следовательно,  $f(A) \neq \emptyset$ . Из строения  $\Omega$ -спутника  $f$  следует, что  $f(A) = (1)$ , и значит,  $A \cong Z_p$  и  $N \in \mathfrak{N}_p$ . Тогда, в силу  $G/N \in \mathfrak{N}_p$ , имеем  $G \in \mathfrak{N}_p \mathfrak{N}_p = \mathfrak{N}_p$ . Противоречие. Следовательно,  $\mathfrak{N}_p = \mathfrak{F}$ , и поэтому  $\mathfrak{N}_p$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ .

2. Предположим, что при  $n = k$  утверждение верно.

3. Покажем, что утверждение верно при  $n = k + 1$ . В пункте 1 доказано, что  $\mathfrak{N}_p$  совпадает с формацией  $\mathfrak{F}$ , которая обладает  $\Omega$ -спутником  $f$ , имеющим следующее строение:  $f(Z_p) = (1)$ ,  $f(A) = \emptyset$  для любого  $A \in \Omega \setminus (Z_p)$ ,  $f(\Omega') = \mathfrak{N}_p$ . Так как, учитывая лемму 2.2 и предположение индукции, все значения  $\Omega$ -спутника  $f$  являются  $\Omega\varphi_k$ -расслоенными формациями, то  $\mathfrak{N}_p$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация.

Из пунктов 1–3 по методу математической индукции утверждение верно для любого  $n \in \mathbb{N}$ . Лемма доказана.

В лемме 1.1 доказано, что пересечение любой совокупности  $\Omega$ -расслоенных формаций с направлением  $\varphi$  является  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$ . Следующее утверждение является обобщением данного результата для  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенных формаций.

Лемма 2.4. Пусть  $\tau$  — подгрупповой функтор,  $\varphi$  — FR-функция. Тогда пересечение любой совокупности  $\tau$ -замкнутых  $\Omega\varphi_n$ -расслоенных формаций является  $\tau$ -замкнутой  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

Доказательство. Пусть  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\mathfrak{F}_i$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация,  $i \in I$ , и  $\mathfrak{F} = \bigcap_{i \in I} \mathfrak{F}_i$ . Покажем, что  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация.

- 1) Покажем, что  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая формация. Пусть  $G \in \mathfrak{F}$ . Тогда  $G \in \mathfrak{F}_i$  для любого  $i \in I$ . Так как  $\mathfrak{F}_i$  —  $\tau$ -замкнутая формация, то  $\tau(G) \subseteq \mathfrak{F}_i$  для любого  $i \in I$ . Следовательно,  $\tau(G) \subseteq \bigcap_{i \in I} \mathfrak{F}_i = \mathfrak{F}$  и  $\mathfrak{F}$  является  $\tau$ -замкнутой формацией.

- 2) Методом математической индукции докажем, что  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация.

1. Установим справедливость утверждения при  $n = 1$ . Действительно, если  $\mathfrak{F}_i$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ ,  $i \in I$ , то по лемме 1.1  $\mathfrak{F} = \bigcap_{i \in I} \mathfrak{F}_i$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$ .

2. Предположим, что при  $n = k$  утверждение верно.

3. Покажем, что утверждение верно при  $n = k + 1$ . Пусть  $\mathfrak{F}_i$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация,  $i \in I$ . Тогда  $\mathfrak{F}_i$  обладает  $\Omega\varphi_k$ -спутником  $f_i$ , то есть таким спутником  $f_i$ , все значения которого являются  $\Omega\varphi_k$ -расслоенными формациями,  $i \in I$ . Пусть  $f$  — такая  $\Omega F$ -функция, что  $f(A) = \bigcap_{i \in I} f_i(A)$  для любого  $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$ . Тогда, согласно предположению индукции, все значения  $\Omega$ -спутника  $f$  являются  $\Omega\varphi_k$ -расслоенными формациями. По лемме 1.1  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ . Следовательно,  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_{(k+1)}$ -расслоенная формация. Итак, утверждение верно при  $n = k + 1$ .

Из пунктов 1–3 по методу математической индукции утверждение верно для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

Из пунктов 1)–2) следует, что  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация. Лемма доказана.

Следствие 2.4.1. Пусть  $\tau$  — подгрупповой функтор,  $\varphi$  — FR-функция. Тогда пересечение любой совокупности  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно расслоенных формаций с направлением  $\varphi$  является  $\tau$ -замкнутой  $n$ -кратно расслоенной формацией с направлением  $\varphi$  для любого  $n \in \mathbb{N}$ .

В работе [7] изучаются произведения  $\Omega$ -расслоенных формаций. Следующий результат продолжает данные исследования.

**Лемма 2.5.** Пусть  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ ,  $\mathfrak{H}$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с *bnr*-направлением  $\varphi$ . Тогда формация  $\mathfrak{N}_p \circ \mathfrak{H}$  является  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$ .

**Доказательство.** Согласно лемме 2.3, формация  $\mathfrak{N}_p$  является  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$ . Пусть  $\mathfrak{F} = \mathfrak{N}_p \circ \mathfrak{H}$ ,  $m$  и  $h$  — внутренние  $\Omega$ -спутники формаций  $\mathfrak{N}_p$  и  $\mathfrak{H}$  соответственно,  $f$  —  $\Omega F$ -функция, такая что  $f(\Omega') = \mathfrak{F}$ ,  $f(A) = m(A) \circ \mathfrak{H}$  для всех  $A \in K(\mathfrak{N}_p) \cap \Omega$  и  $f(A) = h(A)$  для всех  $A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{N}_p)$ . Пусть  $\mathfrak{F}_1 = \Omega F(f, \varphi)$ . Покажем, что  $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$ .

Так как  $\varphi$  является  $r$ -направлением, то по лемме 1.3  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{F}_1$ . Допустим, что  $\mathfrak{F} \subset \mathfrak{F}_1$  и  $G$  — группа наименьшего порядка из  $\mathfrak{F}_1 \setminus \mathfrak{F}$ . Тогда  $G$  — монолитическая группа с монолитом  $R = G^{\mathfrak{F}}$ . Так как  $G/R \in \mathfrak{F}$ , то  $(G/R)^{\mathfrak{F}} = G^{\mathfrak{F}}R/R \cong G^{\mathfrak{F}}/R \cap G^{\mathfrak{F}} \in \mathfrak{N}_p$ . Поскольку  $G \notin \mathfrak{F}$ , то  $G \notin \mathfrak{H}$ , и значит,  $G^{\mathfrak{F}} \neq 1$ . Тогда  $R \subseteq G^{\mathfrak{F}}$ . Поэтому  $G^{\mathfrak{F}}/R \in \mathfrak{N}_p$ .

Пусть  $K(R) = (C)$ . Так как  $G/O_{\Omega}(G) \in f(\Omega') = \mathfrak{F}$ , то  $R \subseteq O_{\Omega}(G)$  и  $C \in \Omega$ . Если  $C \cong Z_p$ , то  $R \in \mathfrak{N}_p$ , и значит, ввиду  $G^{\mathfrak{F}}/R \in \mathfrak{N}_p$ , имеем  $G^{\mathfrak{F}} \in \mathfrak{N}_p \mathfrak{N}_p = \mathfrak{N}_p$ . Следовательно,  $G \in \mathfrak{F}$ . Противоречие. Пусть  $C$  — неабелева группа. Так как  $\varphi$  —  $n$ -направление, то  $C \notin \varphi(C)$ . Следовательно,  $R \notin G_{\varphi(C)}$ , и значит,  $G_{\varphi(C)} = 1$ . Тогда  $G \cong G/G_{\varphi(C)} \in f(C) = h(C) \subseteq \mathfrak{H} \subseteq \mathfrak{F}$ . Противоречие. Следовательно,  $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1$ , и поэтому формация  $\mathfrak{N}_p \circ \mathfrak{H}$  является  $\Omega$ -расслоенной формацией с направлением  $\varphi$ . Лемма доказана.

### 3. Спутники $\tau$ -замкнутых $n$ -кратно $\Omega$ -расслоенных формаций

В следующей теореме устанавливается взаимосвязь между  $\tau$ -замкнутостью  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формации с направлением  $\varphi$  и  $\tau$ -замкнутостью ее  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутника в случае, когда  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ .

**Теорема 3.1.** Пусть  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ ,  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega$ -расслоенная формация с *bnr*-направлением  $\varphi$ ,  $\varphi \leq \varphi_3$ ,  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов,  $n \in \mathbb{N}$ . Тогда формация  $\mathfrak{F}$  является  $\tau$ -замкнутой  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией в том и только том случае, когда  $\mathfrak{F}$  обладает хотя бы одним  $\tau$ -замкнутым  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником.

**Доказательство.** Необходимость. Пусть  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация. Поскольку  $\varphi$  — *br*-направление и  $\varphi \leq \varphi_3$ , то по лемме 1.7  $\mathfrak{F}$  имеет единственный максимальный внутренний  $\Omega$ -спутник  $h$ , причем  $h(A) = \mathfrak{F}$  для всех  $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus \mathfrak{X})$  и  $h(Z_p) = \mathfrak{N}_p f(Z_p)$ , где  $f$  — произвольный внутренний  $\Omega$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$ . Поэтому для любого  $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus \mathfrak{X})$  формация  $h(A)$  является  $\tau$ -замкнутой, а согласно лемме 2.1 —  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенной формацией.

Покажем, что  $h(Z_p)$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенная формация. Согласно доказательству леммы 2 [10],  $h(Z_p)$  —  $\tau$ -замкнутая формация. Покажем, что  $h(Z_p)$  —  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенная формация. Так как  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация, то  $\mathfrak{F}$  обладает  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником  $f_1$ . Пусть  $g$  —  $\Omega F$ -функция, такая, что  $g(A) = f_1(A) \cap \mathfrak{F}$  для всех  $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$ . Согласно лемме 1.4,  $g$  является  $\Omega$ -спутником формации  $\mathfrak{F}$ . Так как по лемме 2.1  $\mathfrak{F}$  является  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенной формацией, то по лемме 2.4  $g(A)$  —  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенная формация для любого  $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$ . Таким образом,  $\Omega$ -спутник  $g$  формации  $\mathfrak{F}$  является  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником. Тогда, согласно леммам 1.6 и 2.5,  $\mathfrak{N}_p g(Z_p) = \mathfrak{N}_p \circ g(Z_p)$  —  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенная формация. Из строения  $g$  следует, что  $g$  является внутренним  $\Omega$ -спутником формации  $\mathfrak{F}$ , и поэтому  $h(Z_p) = \mathfrak{N}_p g(Z_p)$ . Тем самым установлено, что  $h$  —  $\tau$ -замкнутый  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$ .

Достаточность. Пусть  $f$  —  $\tau$ -замкнутый  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$ ,  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N \in \tau(G)$ . Покажем, что  $N \in \mathfrak{F}$ . Так как  $G \in \mathfrak{F}$ , то  $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$  для любого  $A \in \Omega \cap K(G)$ . Поскольку  $N \in \tau(G)$  и  $\tau$  — подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов, то  $K(N) \subseteq K(G)$ , и значит,  $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$  для любого  $A \in \Omega \cap K(N)$ . Пусть  $A \in \Omega \cap K(N)$ . Из  $N \in \tau(G)$ , ввиду регулярности подгруппового функтора  $\tau$ , получаем  $NG_{\varphi(A)}/G_{\varphi(A)} \in \tau(G/G_{\varphi(A)})$ . Отсюда, в силу  $\tau$ -замкнутости формации  $f(A)$ , следует, что  $NG_{\varphi(A)}/G_{\varphi(A)} \cong N/(N \cap G_{\varphi(A)}) \in f(A)$ . Так как подгрупповой функтор  $\tau$  является  $\varphi$ -радикальным и  $N \in \tau(G)$ , то  $N \cap G_{\varphi(A)} = N_{\varphi(A)}$  и  $N/(N \cap G_{\varphi(A)}) = N/N_{\varphi(A)} \in f(A)$ . Далее, из  $G/O_{\Omega}(G) \in f(\Omega')$ ,  $NO_{\Omega}(G)/O_{\Omega}(G) \in \tau(G/O_{\Omega}(G))$  и  $\tau$ -замкнутости формации  $f(\Omega')$  имеем  $NO_{\Omega}(G)/O_{\Omega}(G) \cong N/(N \cap O_{\Omega}(G)) \in f(\Omega')$ . Так как  $\tau$  —  $\Omega$ -радикальный подгрупповой функтор, то  $N \cap O_{\Omega}(G) = O_{\Omega}(N)$  и  $N/O_{\Omega}(N) \cong N/(N \cap O_{\Omega}(G)) \in f(\Omega')$ . Таким образом, по определению  $\Omega$ -расслоенной формации,  $N \in \mathfrak{F}$ , и значит, формация  $\mathfrak{F}$  является  $\tau$ -замкнутой. Согласно определению  $n$ -кратно  $\Omega$ -расслоенной формации,  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация. Теорема доказана.

Обозначим через  $\tau\Omega_n F(\mathfrak{X}, \varphi)$  пересечение всех  $\tau$ -замкнутых  $\Omega\varphi_n$ -расслоенных формаций, содержащих множество групп  $\mathfrak{X}$ ;  $\Omega_n F_{\tau}(\mathfrak{X}, \varphi)$  — пересечение всех  $\Omega\varphi_n$ -расслоенных формаций, содержащих  $\mathfrak{X}$  и обладающих хотя бы одним  $\tau$ -замкнутым  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником.

**Следствие 3.1.1.** Пусть  $\mathfrak{X}$  — непустой класс групп,  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ ,  $\varphi$  — *bnr*-направление  $\Omega$ -расслоенной формации,  $\varphi \leq \varphi_3$ ,  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов. Тогда  $\tau\Omega_n F(\mathfrak{X}, \varphi) = \Omega_n F_{\tau}(\mathfrak{X}, \varphi)$ .

**Теорема 3.2.** Пусть  $\mathfrak{X}$  — непустой класс групп,  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ ,  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация с *bnr*-направлением  $\varphi$ ,  $\varphi \leq \varphi_3$ ,  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый

относительно композиционных факторов. Тогда  $\mathfrak{F} = \tau\Omega_n F(\mathfrak{X}, \varphi)$  обладает единственным минимальным  $\tau$ -замкнутым  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником  $f$  таким, что  $f(\Omega') = \tau\Omega_{(n-1)} F((G/O_\Omega(G)|G \in \mathfrak{X}), \varphi)$ ,  $f(A) = \tau\Omega_{(n-1)} F((G/G_{\varphi(A)}|G \in \mathfrak{X}), \varphi)$  для всех  $A \in \Omega \cap K(\mathfrak{X})$  и  $f(A) = \emptyset$ , если  $A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{X})$ .

**Доказательство.** Так как множество  $\mathfrak{G}$  всех конечных групп является  $\tau$ -замкнутой  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией и  $\mathfrak{X} \subseteq \mathfrak{G}$ , то формация  $\mathfrak{F} = \tau\Omega_n F(\mathfrak{X}, \varphi)$  существует, и согласно следствию 3.1.1, множество  $L$  всех  $\tau$ -замкнутых  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутников формации  $\mathfrak{F}$  непусто. Пусть  $f_1$  — пересечение всех элементов из  $L$ . Тогда  $f_1$  является  $\Omega$ -спутником формации  $\mathfrak{F}$ . По лемме 2.4 все значения  $f_1$  являются  $\tau$ -замкнутыми  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенными формациями. Следовательно,  $f_1$  — единственный минимальный  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$  в силу своего строения.

Пусть  $f$  —  $\Omega F$ -функция, описанная в заключении теоремы. Покажем, что  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ . Пусть  $M \in \mathfrak{X}$ . Тогда  $G/O_\Omega(M) \in f(\Omega')$  и  $M/M_{\varphi(A)} \in f(A)$  для всех  $A \in \Omega \cap K(M)$ . Это означает, что  $M \in \Omega F(f, \varphi)$  и  $\mathfrak{X} \subseteq \Omega F(f, \varphi)$ . Поскольку все значения  $f$  являются  $\tau$ -замкнутыми  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -расслоенными формациями, то формация  $\Omega F(f, \varphi)$  является  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формацией и  $\mathfrak{F} = \tau\Omega_n F(\mathfrak{X}, \varphi) \subseteq \Omega F(f, \varphi)$ .

Покажем, что  $\Omega F(f, \varphi) \subseteq \mathfrak{F}$ . Пусть  $A \in \Omega \cap K(\mathfrak{X})$ . Тогда найдется такая группа  $H \in \mathfrak{F}$ , что  $A \in \Omega \cap K(H)$ . Поэтому  $H/H_{\varphi(A)} \in f_1(A)$  и  $f_1(A) \neq \emptyset$ . Пусть  $G \in \mathfrak{X}$ . Если  $A \in \Omega \cap K(G)$ , то  $G/G_{\varphi(A)} \in f_1(A)$ . Пусть  $A \in (\Omega \cap K(\mathfrak{X})) \setminus K(G)$ . Так как  $\varphi$  —  $r$ -направление, то  $G \in \mathfrak{G}_{A'} \subseteq \varphi(A)$  и  $G/G_{\varphi(A)} = 1 \in f_1(A)$ . Таким образом,  $f(A) = \tau\Omega_{(n-1)} F((G/G_{\varphi(A)}|G \in \mathfrak{X}), \varphi) \subseteq f_1(A)$ . Из  $\mathfrak{X} \subseteq \mathfrak{F}$  имеем  $f(\Omega') \subseteq f_1(\Omega')$ . Если  $A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{X})$ , то  $f(A) = \emptyset \subseteq f_1(A)$ . Следовательно,  $f \leq f_1$  и  $\Omega F(f, \varphi) \subseteq \mathfrak{F}$ . Тем самым установлено, что  $\mathfrak{F} = \Omega F(f, \varphi)$ , и значит,  $f \in L$ . Поскольку  $f_1$  — единственный минимальный  $\tau$ -замкнутый  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$ , то  $f \leq f_1$  влечет  $f = f_1$ . Теорема доказана.

**Замечание.** В [11] получено описание единственного минимального  $\tau$ -замкнутого  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутника  $\tau$ -замкнутой  $\Omega\varphi_n$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  мультиоператорных  $T$ -групп в том случае, когда  $\mathfrak{F}$  обладает по крайней мере одним  $\tau$ -замкнутым  $\Omega\varphi_n$ -спутником.

Введем обозначение:

$$\mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) = \begin{cases} \tau\Omega_{(n-1)} F((G/G_{\varphi(A)}|G \in \mathfrak{F}), \varphi), & \text{если } A \in \Omega \cap K(\mathfrak{F}), \\ \emptyset, & \text{если } A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{F}). \end{cases}$$

**Теорема 3.3.** Пусть  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (A)$ , где  $A \cong Z_p$ ,  $\varphi$  —  $bnr$ -направление  $\Omega$ -расслоенной формации,  $\varphi \leq \varphi_3$ ,  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов,  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация. Тогда  $\mathfrak{N}_p \mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) \subseteq \mathfrak{F}$ .

**Доказательство.** Пусть  $A \in \Omega \cap \mathfrak{X}$ ,  $A \cong Z_p$ . Покажем, что  $\mathfrak{N}_p \mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) \subseteq \mathfrak{F}$ . Отметим, что для любой группы  $B \in \Omega$  справедливо равенство:

$$\mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(B) = \begin{cases} \tau\Omega_{(n-1)} F((G/G_{\varphi(B)}|G \in \mathfrak{F}), \varphi), & \text{если } B \in \Omega \cap K(\mathfrak{F}), \\ \emptyset, & \text{если } B \in \Omega \setminus K(\mathfrak{F}). \end{cases}$$

Если  $A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{F})$ , то  $\mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) = \emptyset$ , и значит,  $\mathfrak{N}_p \mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) = \emptyset \subseteq \mathfrak{F}$ . Пусть  $A \in K(\mathfrak{F})$ . Так как  $\mathfrak{F} = \tau\Omega_n F(\mathfrak{F}, \varphi)$ , то по теореме 3.2 формация  $\mathfrak{F}$  обладает единственным минимальным  $\tau$ -замкнутым  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником  $f$ , причем для любого  $C \in \Omega \cap K(\mathfrak{F})$  справедливо равенство  $f(C) = \tau\Omega_{(n-1)} F((G/G_{\varphi(C)}|G \in \mathfrak{F}), \varphi)$ . Следовательно,  $\mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) = f(A)$ . Так как  $\varphi$  является  $br$ -направлением и  $f$  — внутренний  $\Omega$ -спутник формации  $\mathfrak{F}$ , то по лемме 1.5  $\mathfrak{N}_p f(Z_p) \subseteq \mathfrak{F}$  и, поскольку  $A \cong Z_p$ , получаем  $\mathfrak{N}_p \mathfrak{F}_{\tau\Omega\varphi_{(n-1)}}(A) \subseteq \mathfrak{F}$ . Теорема доказана.

**Следствие 3.3.1.** Пусть  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\Omega \cap \mathfrak{X} = (Z_p)$ ,  $\varphi$  —  $bnr$ -направление  $\Omega$ -расслоенной формации,  $\varphi \leq \varphi_3$ ,  $\tau$  — регулярный  $\Omega\varphi$ -радикальный подгрупповой функтор, замкнутый относительно композиционных факторов,  $\mathfrak{F}$  —  $\tau$ -замкнутая  $\Omega\varphi_n$ -расслоенная формация с внутренним  $\Omega\varphi_{(n-1)}$ -спутником  $f$ . Тогда  $\mathfrak{N}_p f(Z_p) \subseteq \mathfrak{F}$ .

Литература:

1. Gaschütz, W. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen. — Math. Z., 1963. Vol. 80, № 4. — S. 300–305.
2. Шеметков, Л. А. Формации конечных групп. — М.: Наука, 1978. — 272 с.
3. Скиба, А. Н. Алгебра формаций. — Минск: Беларуская навука, 1997. — 240 с.
4. Ведерников, В. А., Сорокина М. М.  $\Omega$ -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп // Дискретная математика. Т. 13. Вып. 3, 2001. — с. 125–144.
5. Каморников, С. Ф., Селькин М. В. Подгрупповые функторы и классы конечных групп. — Минск: Беларуская навука, 2003. — 254 с.
6. Скиба, А. Н., Шеметков Л. А. О минимальном композиционном экране композиционной формации // Вопросы алгебры. Вып. 7, 1992. — с. 39–43.
7. Vedernikov, V. A. Maximal satellites of  $\Omega$ -foliated formations and Fitting classes // Proc. Steklov Inst. Math. № 2, 2001. — P. 217–233.

8. Ведерников, В. А., Демина Е. Н.  $\Omega$ -расслоенные формации мультиоператорных T-групп // Сиб. матем. ж., 2010. Т. 51. № 5. — с. 990—1009.
9. Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов. — Минск: Вышэйшая школа, 2006. — 207 с.
10. Корпачева, М. А., Сорокина М. М. Критические  $\Omega$ -расслоенные  $\tau$ -замкнутые формации конечных групп // Вестник Брянского государственного университета. № 4: Точные и естественные науки. Выпуск 2. — Брянск: РИО БГУ, 2012. — с. 75–79.
11. Demina, E. N.  $\Omega_1$ -foliated  $\tau$ -closed formations of T-groups // 8th International Algebraic Conference in Ukraine: book of abstracts. — Luhansk: LTSNU, 2011. — P. 97.

## Описание спектра одного интегрального оператора в гильбертовом пространстве с весом

Турдиев Халим Хамроевич, ассистент;  
Хомидов Фарход Фахриддинович, студент;  
Райимов Дониёр Гофурович, студент  
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

*В настоящей работе изучается интегральный оператор, действующий в гильбертовом пространстве  $L_2((0, \delta): 4\pi r^2)$  функций квадратично интегрируемых по интервалу  $(0, \delta)$  с весом  $4\pi r^2$ . Спектр этого оператора описан через спектр оператора типа Винера-Хопфа.*

**Ключевые слова:** интегральный оператор, гильбертово пространство с весом, оператор типа Винера-Хопфа.

В последнее тридцатилетие значительно усилился интерес математиков к конкретным задачам, имеющим происхождение в теоретической физике. В результате заметно изменилось содержание традиционной математической физики. Наиболее популярным и традиционным объектом для математической физики служит нерелятивистская квантовая механика, точнее — оператор Шредингера. Более того, сам облик современной математической физики в значительной мере сформировался при изучении этого оператора. По сути дела вся атомная, молекулярная и значительная часть ядерной физики, физики плазмы и твердого тела состоит в изучении оператора Шредингера [1–3]. Поэтому исследование оператора Шредингера играет чрезвычайно важную роль в современной математике.

В спектральном анализе трехчастичного непрерывного и решетчатого оператора Шредингера имеется следующий замечательный результат:

если в системе трех частиц, взаимодействующих с помощью парных короткодействующих потенциалов, ни одна из трех двухчастичных подсистем не имеет связанных состояний с отрицательной энергией, но по меньшей мере две из них имеют резонанс с энергией в нуле, то у этой трехчастичной системе существует бесконечное число трехчастичных связанных состояний с отрицательной энергией, накапливающихся к нулю. Этот эффект впервые был обнаружен Ефимовым [4]. При доказательстве существования эффекта Ефимова для решетчатых моделей, в том числе для трехчастичного дискретного оператора Шредингера основной роль играет предельный оператор Фаддеева и показывается, что этот оператор имеет существенный спектр, лежащий правее точки 1. см. например [5–8]. В Данной работе рассматривается интегральный оператор, который получается при изучении спектра оператора Фаддеева соответствующих для некоторых моделей.

Рассмотрим оператор  $T_\delta$  действующий в  $L_2(B_\delta(0))$  по формуле

$$T_\delta f(p) = \int_{B_\delta(0)} \frac{|p|^{-\frac{1}{2}} |q|^{-\frac{1}{2}} f(q) dq}{l_1 p^2 + 2l_2(p, q) + l_1 q^2}$$

где  $B_\delta(0) = \{q \in R^3 : |q| < \delta\}$ , а  $l_1, l_2$  — положительные постоянные.

Тогда оператор  $T_\delta$  имеет инвариантное подпространство, состоящее из сферически-симметричных функций. Действительно, если  $\psi(q) = \psi(|q|)$  и  $G(p)$  поворот шара  $B_\delta(0)$  в себя относительно нуля, то

$$T_\delta \psi(G(p)) = \int_{B_\delta(0)} \frac{|G(p)|^{-\frac{1}{2}} |q|^{-\frac{1}{2}} \psi(q) dq}{l_1 |G(p)|^2 + 2l_2(G(p), q) + l_1 q^2}$$

Сделаем замену  $q = G(q')$  и учитывая соотношения

$$\psi(G(q)) = \psi(|G(q)|) = \psi(q)$$

и

$$(G(p), G(q)) = |G(p)||G(q)|\cos(\alpha(G(p), G(q))) = |p||q|\cos(\alpha(p, q)) = (p, q)$$

имеем, что

$$T_\delta \psi(G(p)) = \int_{B_\delta(0)} \frac{|G(p)|^{-\frac{1}{2}} |G(q')|^{-\frac{1}{2}} \psi(G(q')) dq'}{l_1 |G(p)|^2 + 2l_2(G(p), G(q')) + l_1 |G(q')|^2} = T_\delta \psi(p).$$

Здесь через  $\alpha(p, q)$  обозначен угол между  $p$  и  $q$ . Отсюда следует, что функция  $\varphi(p) = T_\delta \psi(p)$  зависит только от модуля  $p$ , поэтому  $p$  выбираем  $p = (0, 0, p_3)$ . Теперь переходя к сферическим координатам

$$q_1 = r \cos \theta \cos \varphi, \quad q_2 = r \cos \theta \sin \varphi, \quad q_3 = r \sin \theta$$

$$0 < r < \delta, \quad -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}, \quad 0 < \varphi < 2\pi$$

мы получим

$$\begin{aligned} T_\delta \psi(p) &= \int_{B_\delta(0)} \frac{|p|^{-\frac{1}{2}} |q|^{-\frac{1}{2}} \psi(q) dq}{l_1 p^2 + 2l_2 p_3 q_3 + l_1 q^2} = \\ &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_0^\delta \frac{|p|^{-\frac{1}{2}} |r|^{-\frac{1}{2}} r^2 \cos \theta \psi(r) dr d\theta d\varphi}{l_1 p^2 + 2l_2 p r \sin \theta + l_1 r^2} = \\ &= \frac{\pi}{l_2} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_0^\delta \frac{|p|^{-\frac{3}{2}} |r|^{\frac{1}{2}} \psi(r) dr d(2rl_2 \sin \theta)}{l_1 p^2 + 2l_2 |p| r \sin \theta + l_1 r^2} = \\ &= \frac{\pi}{l_2} \int_0^\delta \frac{|r|^{\frac{1}{2}}}{|p|^{\frac{3}{2}}} \ln \frac{l_1 p^2 + 2prl_2 + l_1 r^2}{l_1 p^2 - 2prl_2 + l_1 r^2} \psi(r) dr \end{aligned}$$

Можно считать, что «сферически-симметрическая» часть  $T_\delta^{(0)}$  оператора  $T_\delta$  является оператором, действующим в гильбертовом пространстве  $L_2((0, \delta) : 4\pi\rho^2)$  функций квадратично интегрируемых по интервалу  $(0, \delta)$  с весом  $4\pi\rho^2$ . т. е.

$$(T_\delta^{(0)} \psi)(p) = \frac{\pi}{l_2} \int_0^\delta \frac{|r|^{\frac{1}{2}}}{|p|^{\frac{3}{2}}} \ln \frac{l_1 p^2 + 2prl_2 + l_1 r^2}{l_1 p^2 - 2prl_2 + l_1 r^2} \psi(r) dr.$$

Пусть оператор  $F$  действует из пространства  $L_2((0, \delta) : 4\pi\rho^2)$  в пространство  $L_2(0, \infty)$  по следующему правилу

$$(F\psi)(t) = 2\sqrt{\pi} \delta^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{3t}{2}} \psi(\delta e^{-t}).$$

Оператор  $F$  сохраняет норму и его область значений совпадает со всем пространством. Действительно,

$$\|F\psi\|^2 = \int_0^\infty 4\pi\delta^3 e^{-3t} |\psi(\delta e^{-t})|^2 dt.$$

Сделаем замену  $\delta e^{-t}$  мы получим, что

$$\|F\psi\|^2 = \int_0^\delta 4\pi\delta^3 \frac{p^3}{\delta^3} \frac{1}{p} |\psi(p)|^2 dp = \int_0^\delta 4\pi p^3 |\psi(p)|^2 dp = \|\psi\|^2.$$

**Лемма 1.** Оператор  $T_\delta^{(0)}$  унитарно эквивалентен оператору  $S$  действующему в  $L_2(0, \infty)$  по формуле

$$Sf(t) = \frac{\pi}{l_2} \int_0^\infty \ln \frac{l_1 e^{2(t-t')} + 2l_2 e^{t-t'} + l_1}{l_1 e^{2(t-t')} - 2l_2 e^{t-t'} + l_1} f(t') dt'.$$

**Доказательство.** Унитарная эквивалентность операторов  $T_\delta^{(0)}$  и  $S$  осуществляется при помощи унитарного оператора  $F$ . Легко можно проверить, что  $FT_\delta = SF$ . Имеем

$$FT_\delta^{(0)} f(p) = \frac{2\pi\sqrt{\pi}}{l_2} \delta^{\frac{3}{2}} \int_0^\delta r^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{3p}{2}} \ln \frac{l_1 |\delta e^{-p}|^2 + 2l_2 \delta e^{-p} r + l_1 r^2}{l_1 |\delta e^{-p}|^2 - 2l_2 \delta e^{-p} r + l_1 r^2} f(r) dr.$$

Сделав замену  $\frac{\delta}{r} = e^t, dr = -\delta e^t dt$  получим, что

$$FT_\delta^{(0)} f(p) = \sqrt{\pi} \delta^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty e^{-\frac{3t}{2}} \ln \frac{l_1 e^{2(t-p)} + 2l_2 e^{t-p} + l_1}{l_1 e^{2(t-p)} - 2l_2 e^{t-p} + l_1} f(\delta e^{-t}) dt. \tag{1}$$

Теперь рассмотрим  $SF$ :

$$\begin{aligned} SF\psi(p) &= \frac{\pi}{l_2} \int_0^\infty \ln \frac{l_1 e^{2(t-p)} + 2l_2 e^{t-p} + l_1}{l_1 e^{2(t-p)} - 2l_2 e^{t-p} + l_1} 2\sqrt{\pi} \delta^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{3t}{2}} \psi(\delta e^{-t}) dt = \\ &= \frac{\pi\sqrt{\pi}}{l_2} \delta^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty e^{-\frac{3t}{2}} \ln \frac{l_1 e^{2(t-p)} + 2l_2 e^{t-p} + l_1}{l_1 e^{2(t-p)} - 2l_2 e^{t-p} + l_1} \psi(\delta e^{-t}) dt. \end{aligned} \tag{2}$$

Из равенств (1) и (2) следует, что  $FT_\delta^{(0)} = SF$ . Лемма 1 доказана.

В следующем утверждении, полученном Гохбергом и Крейном, дано описание спектра матричного оператора типа Винера-Хопфа.

**Предложение 1.** Пусть  $L_2^3(0, \infty)$  гильбертово пространство трех-компонентных вектор функций  $f(t) = \{f_\alpha(t)\}$ , где  $f_\alpha \in L_2(0, \infty)$ .

Пусть оператор  $K$  действующий в  $L_2^3(0, \infty)$ , определяется следующим образом: равенство  $f' = Kf$  означает, что

$$f'_\alpha(t) = \sum_{\beta=1}^3 \int_0^\infty K_{\alpha\beta}(t-t') f_\beta(t') dt',$$

где  $K_{\alpha\beta}(t) = K_{\beta\alpha}(t)$  и  $K_{\beta\alpha}(t) \in L_1(-\infty, \infty)$ . Обозначим через  $\hat{K}(\lambda)$  симметричную трехрядную матрицу, элементы которой определяются соотношениями

$$\hat{K}(\lambda) = \int_{-\infty}^\infty e^{i\lambda t} K_{\alpha\beta}(t) dt.$$

а через  $\nu_\alpha(\lambda)$  – собственные числа матрицы  $\hat{K}(\lambda)$ . Тогда  $K$  является ограниченным самосопряженным оператором, спектр которого совпадает с множеством значений, принимаемых функциями  $\nu_\alpha(\lambda)$  при вещественных  $\lambda$

Из Предложения 1 вытекает следующее

**Предложение 2.** Оператор  $S$  является ограниченным, самосопряженным оператором, спектр которого совпадает с множеством значений, принимаемых функций

$$S(\lambda) = \frac{\pi}{l_2} \int_{-\infty}^\infty e^{i\lambda t} \ln \frac{l_1 e^{2t} + 2l_2 e^t + l_1}{l_1 e^{2t} - 2l_2 e^t + l_1} dt.$$

при вещественных  $\lambda$ .

Так как  $\hat{S}(\lambda)$  непрерывна, то согласно предложению 2 получим следующее

**Предложение 3.** Если при некотором  $\lambda$  число  $S(\lambda) > 1$ , то существенный спектр оператора  $S$  содержит интервал расположенный правее точки 1.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю благодарность Т.Х. Расулову за постановку задачи и за ценные об-суждение.

Литература:

1. Рид, М., Саймон.Б. Методы современной математической физики. Т. 3. Теория рассеяния. М.: Мир. 1982.
2. Рид, М., Саймон.Б. Методы современной математической физики. Т. 4. Анализ операторов. М.: Мир. 1982.
3. Меркурьев, С.П., Фаддеев Л.Д. Квантовая теория рассеяния для систем нескольких частиц. М.: Наука. 1985.
4. Efimov, V.N. Energy levels arising from resonances two-body forces in a three-body system. Phys. Lett. 1970. В.33. No.8. pp.563–564.

5. Лакаев, С. Н., Муминов М. Э., Существенный и дискретный спектр трехчастичного оператора Шредингера на решетке. Теор. и мат. физ., 135:3, (2003), 478–503.
6. Albeverio, S., Lakaev S. N., Muminov Z. I., Schrödinger Operators on Lattices. The Efimov Effect and Discrete Spectrum Asymptotics. Ann. Henri Poincaré, 5, (2004), 743–772.
7. Albeverio, S., Lakaev S. N., Rasulov T. H., On the Spectrum of an Hamiltonian in Fock Space. Discrete Spectrum Asymptotics. J. Stat. Phys., 127:2, (2007), 191–220.
8. Albeverio, S., Lakaev S. N., Rasulov T. H., The Efimov Effect for a Model Operator Associated with the Hamiltonian of a non Conserved Number of Particles. Methods Func. Anal. Topol., 13:1, (2007), 1–16.

## Обобщенный закон ассоциативности. Таблица Кэли

Феклистов Сергей Викторович, студент;  
 Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
 Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Арзамасский филиал

*В статье рассматривается вопрос об определении свойств бинарной операции (в частности, ассоциативность) некоторой конечной алгебры, заданной таблицей Кэли.*

**Ключевые слова:** алгебра, таблица Кэли, тест ассоциативности.

## The generalized law of associativity. Cayley's table

Feklistov Sergey Viktorovich, student  
 Nesterova Larisa Yurievna, Candidate of Pedagogic Sciences, Assistant Professor  
 Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Arzamas Branch)

*The article discusses the issue of determining the properties of binary operations (in particular, associativity) of some finite algebra given by the Cayley table.*

**Keywords:** algebra, Cayley table, test of associativity

В данной статье рассмотрим вопрос, касающийся свойств бинарной операции некоторой конечной алгебры [4], заданной так называемой таблицей Кэли [1, 3]. По этой таблице требуется определить, ассоциативна ли данная бинарная операция или нет. Для определения ассоциативности бинарной операции можно воспользоваться тестом ассоциативности по Лайту [3]. В дальнейшем покажем, как работает данный метод.

Таким образом, для проверки ассоциативности бинарной операции любого конечного группоида достаточно построить таблицу, аналогичную таблице 7, и сравнить соответствующие строки полученной таблицы и исходной таблицы Кэли группоида. Тест ассоциативности по Лайту позволяет просто и быстро (в отличие от обычного перебора всех возможных вариантов) проверить ассоциативность бинарной операции данного конечного группоида с заданной таблицей Кэли. Нетрудно заметить, что этот тест применим для квазигруппы и лупы, так как эти алгебры есть частный случай группоида.

Рассмотрим алгебру с одной бинарной операцией  $\langle M, * \rangle$ . Такую алгебру называют *группоидом* [2, 3].

Помимо замкнутости (то есть отображения  $*$ :  $M \times M \rightarrow M$ ) группоид может обладать и другими свойствами, например (в скобках указаны принятые названия полученных алгебр):

- наличие симметричных элементов (квазигруппа);
- наличие нейтрального и симметричных элементов (лупа);
- ассоциативность (полугруппа);
- ассоциативность с нейтральным элементом (моноид);
- ассоциативность с нейтральным и симметричными элементами (группа или ассоциативная петля);
- коммутативность, ассоциативность с нейтральным и симметричными элементами (абелева группа) [1, 4].

Пусть дана полугруппа  $\langle M, * \rangle$ . Сформулируем теорему, которая обобщает закон ассоциативности. Суть этого обобщенного закона в том, что если рассмотреть композицию любой конечной последовательности элементов полугруппы, то скобки в выражении можно расставлять любым образом или вовсе их убрать, то есть, например, будет иметь место:  $a * b * (c * d) = (a * b) * c * d = a * b * c * d$  и т. д.

*Теорема:* Пусть  $\langle M, * \rangle$  — полугруппа и  $a_1, \dots, a_n$  — последовательность элементов из  $M$ . Пусть  $1 < n_1 < \dots < n_k \leq n$ , где  $n_1, \dots, n_k \in \mathbb{N}$ , и  $b_0 = a_1 * \dots * a_{n_1-1}$ ,  $b_1 = a_{n_1} * \dots * a_{n_2-1}, \dots, b_k = a_{n_k} * \dots * a_n$ , тогда  $a_1 * \dots * a_n = b_0 * \dots * b_k$  [4].

Таблица Кэли [1, 3] — это таблица, которая используется для описания структуры конечного группоида  $\langle M, * \rangle$ . Пусть  $M = \{a_1, \dots, a_n\}$ , тогда таблица Кэли имеет следующий вид (таблица 1):

Таблица 1

*	$a_1$	$a_2$	...	$a_n$
$a_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$a_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$
...	...	...	...	...
$a_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nn}$

Где на пересечении  $a_i$ -строки и  $a_j$ -столбца находится элемент  $a_{ij} = a_i * a_j$ . При этом следует иметь в виду, что в общем случае  $a_{ij} \neq a_{ji}$ , так как свойство коммутативности бинарной операции группоида не требуется.

Таблицы Кэли впервые появились в статье Кэли «On The Theory of Groups, as depending on the symbolic equation  $\theta^n = 1$ » [5] в 1854 году. В этой статье это были просто таблицы, используемые в иллюстративных целях. Называть таблицами Кэли их стали позже в честь их создателя.

По таблице Кэли можно определить коммутативность, ассоциативность, идемпотентность бинарной операции и минимальное порождающее множество конечного группоида. А также нейтральный, обратимые, симметричные элементы и идемпотенты.

Приведем способ определения ассоциативности бинарной операции, используя тест ассоциативности по Лайту. Пусть дан конечный группоид  $\langle M, * \rangle$  и фиксированный элемент  $a \in M$ . Введем на  $M$  две новые бинарные операции ( $\circ$ ), ( $\odot$ ) следующим образом:  $x \circ y = x * (a * y)$  и  $x \odot y = (x * a) * y$ , получим группоиды  $\langle M, \circ \rangle, \langle M, \odot \rangle$ . Строим таблицы Кэли данных группоидов и сравниваем их соответствующие компоненты. Если  $x * (a * y) = (x * a) * y$ , то повторяем это для другого элемента и т. д. И если для любого  $p \in M$  выполняется  $x * (p * y) = (x * p) * y$ , то бинарная операция ассоциативна.

Прежде чем определять ассоциативность конечного группоида  $\langle M, * \rangle$ , желательно выяснить, имеет ли группоид минимальное порождающее множество. Если имеется порождающее множество  $S$ , отличное от множества  $M$ , то достаточно применить тест ассоциативности по Лайту к элементам множества  $S$ , так как все остальные элементы из  $M$  есть композиция элементов из  $S$ .

Рассмотрим пример:

Пусть дан группоид  $\langle M, * \rangle$  и  $M = \{a, b, c, d, e\}$ . Структура данного группоида определяется следующей таблицей Кэли:

Таблица 2

*	a	b	c	d	e
a	a	a	a	d	d
b	a	b	c	d	d
c	a	c	b	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

Видно, что  $\{c, e\}$  — порождающее множество группоида  $\langle M, * \rangle$ , так как  $a = e * e, b = c * c, d = c * e$

Проверим ассоциативность для элемента  $c$ , используя тест ассоциативности по Лайту. Рассмотрим группоиды  $\langle M, \circ \rangle$  и  $\langle M, \odot \rangle$ , причем  $x \circ y = x * (c * y)$ ,  $x \odot y = (x * c) * y$ . Построим для них таблицы Кэли.

Строку  $(c * y) = (a \ c \ b \ d \ d)$  из таблицы 2 заносим в новую таблицу 3 в заглавную строку, и заполняем в соответствии с таблицей 2, причем заглавный столбец такой же как и в таблице 2. Затем заглавную строку  $(c * y)$  в таблице 3 меняем на строку  $y = (a \ b \ c \ d \ e)$ , а также меняем операцию  $*$  на  $\circ$ . В итоге получим таблицу Кэли для группоида  $\langle M, \circ \rangle$  (таблица 4):

Таблица 3

*	a	c	b	d	d
a	a	a	a	d	d
b	a	c	b	d	d
c	a	b	c	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

Таблица 4

⊙	a	b	c	d	e
a	a	a	a	d	d
b	a	c	b	d	d
c	a	b	c	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

Столбец  $(x * c) = \begin{pmatrix} a \\ c \\ b \\ d \\ e \end{pmatrix}$  из таблицы 2 заносим в новую таблицу 5 в заглавный столбец, и заполняем в соответствии с таблицей 2, причем заглавная строка такая же как и в таблице 2. Затем заглавный столбец  $(x * c)$  в таблице 5 меняем на столбец  $x = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{pmatrix}$ , а также меняем операцию  $*$  на  $\odot$ . В итоге получим таблицу Кэли для группоида  $\langle M, \odot \rangle$  (таблица 6):

Таблица 5

*	a	b	c	d	e
a	a	a	a	d	d
c	a	c	b	d	d
b	a	b	c	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

Таблица 6

⊙	a	b	c	d	e
a	a	a	a	d	d
b	a	c	b	d	d
c	a	b	c	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

Сравнивая таблицы 4 и 6, видно, что их соответствующие компоненты совпадают, то есть  $x \circ y = x \odot y$ . Это и означает, что  $x * (c * y) = (x * c) * y$ , то есть операция ассоциативна относительно элемента  $c$ .

Аналогично можно показать, что  $x * (e * y) = (x * e) * y$ .

Таким образом, группоид  $\langle M, * \rangle$  есть полугруппа. И для нее, в силу теоремы, выполняется также обобщенный закон ассоциативности.

Можно, однако, при установлении ассоциативности группоида при помощи теста ассоциативности по Лайту, использовать немного упрощенный вариант, который уже не предполагает построение группоидов  $\langle M, \circ \rangle, \langle M, \odot \rangle$  [3].

Вернемся к рассмотренному ранее примеру. В таблице 3 вместо заглавного столбца  $x = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{pmatrix}$  запишем столбец

$(x * c) = \begin{pmatrix} a \\ c \\ b \\ d \\ e \end{pmatrix}$  из таблицы 2. Получим таблицу 7:

Таблица 7

*	a	c	b	d	d
a	a	a	a	d	d
c	a	c	b	d	d
b	a	b	c	d	d
d	d	d	d	a	a
e	d	e	e	a	a

И проверяем, совпадают ли строки таблицы 7 со строками таблицы 2 (совпадение столбцов следует из построения таблицы 3), то есть проверяем совпадение, например, строки **a** в таблице 7 со строкой **a** в таблице 2 и т. д. Если все строки совпадают, то группоид ассоциативен относительно элемента **c**. Аналогичное проделывает для элемента **e**.

Таким образом, для проверки ассоциативности бинарной операции любого конечного группоида достаточно построить таблицу, аналогичную таблице 7, и сравнить соответствующие строки полученной таблицы и исходной таблицы Кэли группоида. Тест ассоциативности по Лайту позволяет просто и быстро (в отличие от обычного перебора всех возможных вариантов) проверить ассоциативность бинарной операции данного конечного группоида с заданной таблицей Кэли. Нетрудно заметить, что этот тест применим для квазигруппы и лупы, так как эти алгебры есть частный случай группоида.

Литература:

1. Белоусов, В.Д. Основы теории квазигрупп и луп — М.: Наука, 1967. — 225 с.
2. Глухов, М. М. Елизаров В. П. Нечаев А. А. Алгебра Учебник в 2-х т. Т 1 — М.: Гелиос АРВ, 2003—336 с.
3. Клиффорд, А. Престон Г. Алгебраическая теория полугрупп том 1. Пер. с англ. — М.: Мир, 1972. — 286 с.
4. Куликов, Л. Я. Алгебра и теория чисел: Учебное пособие для педагогических институтов — М.: Высшая школа, 1979. — 559 с.
5. Cayley, Arthur. «On the theory of groups, as depending on the symbolic equation  $\theta^n = 1$ », Philosophical Magazine, Vol. 7 (1854), pp. 40–47.

## ФИЗИКА

### Творческое задание как способ изучения фотоэффекта

Иванова Ольга Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Валуйский Денис Эдуардович, курсант;

Свекольников Олег Алексеевич, курсант

Военно-воздушная орденов Ленина и Октябрьской Революции дважды Краснознаменная ордена Кутузова академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина

*Мало знать, надо и применять. Мало хотеть, надо и делать.  
И. Гете*

Эффективность обучения физике в военном вузе зависит от целесообразного привлечения органов чувств обучаемых к восприятию и переработке учебного материала с использованием принципа наглядности. Наглядность можно обеспечить демонстрацией физических лекционных опытов, проводимых на установках, креативно сделанных курсантами во внеаудиторное время. Креативность — это решение проблемы скучными, нетривиальными инструментариями или ресурсами. Систематическое применение такого подхода к процессу обучения помогает развивать физическое мышление, совершенствовать экспериментальные умения, формировать умения исследовательской работы, способствовать самореализации курсантов.

Выполнение творческих экспериментальных работ по созданию установок для демонстрации законов физики требует организации самостоятельной деятельности обучаемого во внеаудиторное время. Такую деятельность целесообразнее осуществлять в рамках военно-научной работы (ВНР) курсантов.

При создании действующей установки следует соблюдать правила выполнения заданий конструкторского характера:

- 1) уяснение назначения устройства и условий использования;
- 2) определение основных требований к его работе;
- 3) выяснение физического принципа работы его элементов;
- 4) поиск решений;
- 5) простота решения;
- 6) создание эскизов, схем, письменного пояснения или проведение расчетов [1, с.60].

Нам было предложено продемонстрировать практическое применение фотоэффекта. Почему было выбрано

это, казалось бы, давно знакомое явление природы? Во-первых, исходным положением определения предмета исследования является принцип возможности осуществления физического эксперимента в условиях самостоятельной работы в академии. Во-вторых, принцип соответствия демонстрационного эксперимента содержанию учебного материала курса физики. В-третьих, творческая экспериментальная работа должна активно формировать практические навыки, необходимые для профессиональной подготовки будущих офицеров. Именно этим определяется выбор предмета нашего исследования. Мы решили сделать работа, используя явление фотоэффекта.

Фотоэффект — это явление взаимодействия света с веществом, при котором энергия излучения передаётся его электронам. Если явление сопровождается выходом электронов за пределы вещества, фотоэффект называют внешним, если не сопровождается — внутренним.

Внутренний фотоэффект проявляется в изменении концентрации электронов и других носителей зарядов в различных частях вещества, изменяя его электрические и оптические свойства.

В области контакта электронного и дырочного полупроводников под действием света возникают электроны и дырки, которые разделяются электрическим полем  $p-n$  — перехода. Электроны перемещаются в полупроводник  $n$  — типа, а дырки — в полупроводник  $p$  — типа. В результате между дырочным и электронным полупроводниками изменяется контактная разность потенциалов по сравнению с равновесной, возникает фотоэлектродвижущая сила. Такой вид внутреннего фотоэффекта называют вентильным фотоэффектом и используют для непосредственного преобразования энергии электромагнитного излучения в энергию электрического тока.

Все виды фотоэффекта имеют широкое применение в науке и технике. На внешнем фотоэффекте основана работа фотоэлемента, в котором электроны под действием света выходят с поверхности катода в вакуум или разряженный газ. Основным параметром фотоэлемента является его чувствительность, выражаемая отношением силы фототока к соответствующему световому потоку. Эта величина в вакуумных фотоэлементах достигает значения порядка 100 мкА/лм.

В вентильных фотоэлементах происходит непосредственное преобразование энергии света в энергию электрического тока. Для них не требуется внешнего источника тока, т.к. ЭДС появляется в результате действия света, поэтому этот тип фотоэлементов имеет преимущество перед вакуумным. Чувствительность вентильных фотоэлементов достигает нескольких тысяч мкА/лм.

Известно, что от Солнца на Землю постоянно приходит энергия в виде излучения достаточно большой мощности ( $N > 1 \text{ кВт/м}^2$ ), а фотоэлемент, может использовать только часть этой энергии в диапазоне  $N_1 \approx [90, 140] \text{ Вт/м}^2$ . Вследствие этого для питания электрических цепей применяют солнечную батарею, состоящую из нескольких фотоэлементов. Срок службы кремниевых солнечных батарей неограничен [2].

Для решения нашей задачи мы будем использовать маломощный двигатель от пленочного фотоаппарата и источник питания, состоящий из солнечной батареи (Solar Panel) и двух электролитических конденсаторов постоянной емкости **C1** и **C2**.

Принципиальная схема представлена на рис. 1

Согласно рис.1, получив энергию от источника питания, мигающий светодиод **LED** подает питание через кремниевый биполярный (мощный или средней мощности) транзистор **VT1** на двигатель **M**. Двигатель разряжает конденсаторы **C1** и **C2** и начинает вращаться. На схеме показаны два транзистора **A 733R** и **BD 131**, которые можно заменить аналогами **p-n-p** и **n-p-n** типов соответственно.

Какие требования надо предъявить при подборе солнечной батареи и светодиода для данной схемы?

При выборе солнечной батареи следует обратить внимание на выходную мощность, чтобы она смогла зарядить подключенные к ней конденсаторы и питать нагрузку заданной мощности.

Мощность обуславливается величинами тока и напряжения, поэтому в характеристиках солнечной батареи указываются максимальные и рабочие значения этих параметров: 1) напряжение без нагрузки и рабочее, отличающиеся на 15–20%; 2) ток короткого замыкания и рабочий ток. Для максимальной мощности солнечной батареи нужно, чтобы при подключенной нагрузке ее выходное напряжение было равно рабочему, указанному в технических характеристиках батареи [2].

Таким образом, выбор солнечной батареи по мощности определяется запасом по току, так как собственно ток согласно закону А. Г. Столетова зависит от интенсивности потока света. Для обеспечения частоты вращения выбранного маломощного двигателя, равной 2 об/с, выходное рабочее напряжение батареи должно быть равно или незначительно превышать требуемое напряжение для

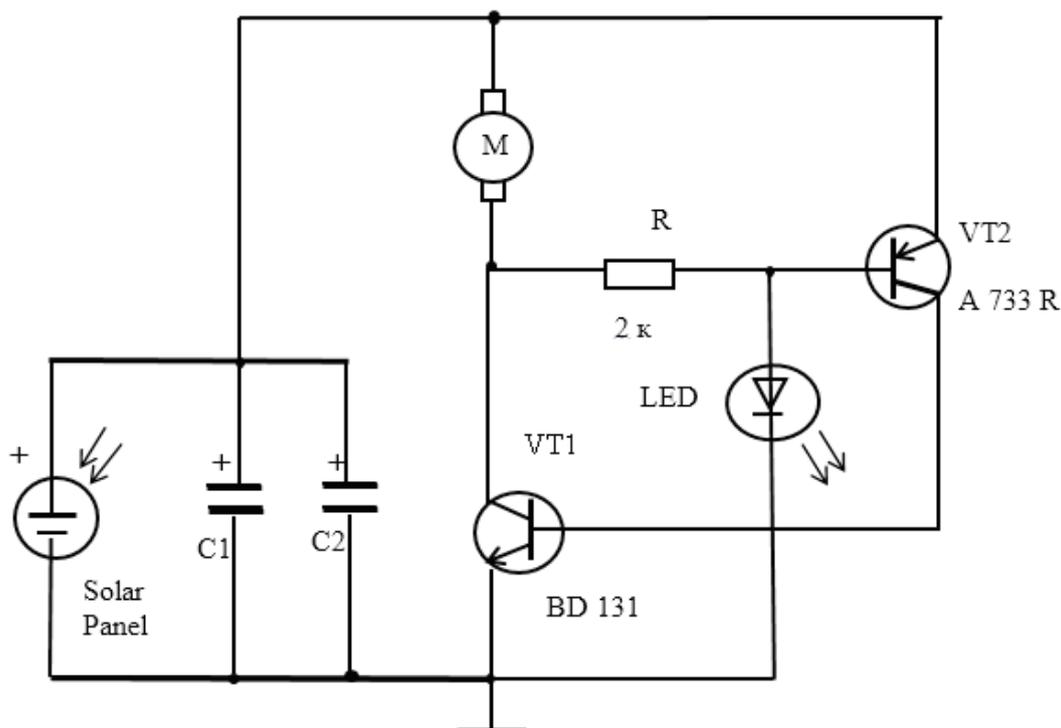


Рис.1. Принципиальная схема работы робота

подзарядки двух электролитических конденсаторов. Расчеты показывают, что конденсаторы должны иметь следующие параметры: рабочее напряжение 16 В, емкости  $C1 = C2 = 2000 \text{ мкФ}$ .

Скорость зарядки солнечной батареи определяется только ее выходной мощностью, пропорциональной площади ее фотопластин. В нашем случае требуется малая мощность, поэтому следует выбрать солнечную батарею с малой площадью пластин, например, использовать солнечную батарею садового фонаря.

Светодиод — это полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении. Испускаемое светодиодом оптическое электромагнитное излучение лежит в узком спектральном диапазоне и зависит от химического состава использованных полупроводников.

В основу физического принципа работы светодиода положено явление электролюминесценции. При пропускании в прямом направлении электрического тока через  $p-n$ -переход, носители заряда переходят с одного энергетического уровня на другой и рекомбинируют с излучением квантов света определенной энергии  $\varepsilon = h\nu = hc/\lambda$ .

Из-за рекомбинации носителей зарядов диоды, сделанные из непрямозонных полупроводников, например, **Si, Ge** практически не излучают электромагнитные волны в оптическом диапазоне. Для создания светодиодов видимого участка спектра используют полупроводниковые материалы, в которых разрешены прямые оптические переходы зона — зона. Эффективны при создании светодиодов оптического диапазона, например, GaAs, InP (группы АІІІВ), ZnSe, CdTe (группы АІІВІ). Впрочем, сейчас ведутся работы по созданию светоди-

одов на основе технологий квантовых точек и фотонных кристаллов [3, с. 48].

Интенсивность излучаемого электромагнитного излучения пропорциональна величине электрического тока, проходящего через светодиод. Падение напряжения на светодиоде зависит от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала, поэтому красный светодиод имеет самую маленькую ширину запрещенной зоны. Вследствие этого падение напряжения на красном светодиоде составляет всего 2 В [3, с. 49]. Например, для красного светодиода GNL-AL307SRR ( $L = 25,4 \text{ мм}$ ) излучаемая длина волны равна  $\lambda = 660 \text{ нм}$ .

Светодиод чувствителен к воздействию электростатического поля, поэтому его надо правильно подключать в электрическую цепь. Вследствие этого выводы светодиода изготавливают разной длины: длинный — это анод, а короткий — катод. Этот прибор всегда требует поддержания стабильного рабочего тока, чтобы он не сгорел, поэтому к нему необходимо подключить резистор. На рис.2 представлена схема для расчета сопротивления резистора.

У каждого маломощного светодиода расчетное напряжение свое и лежит в интервале [2, 4] В. Для выбранного красного светодиода рабочее напряжение  $U_{LED} = 2 \text{ В}$ . Для него требуется ток  $I = 20 \text{ мА} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ . Используя закон Ома, получим величину резистора  $R = (U - U_{LED}) / I = 2 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 2 \text{ кОм}$ .

Таким образом, творческое задание по обеспечению демонстрации практического применения фотоэффекта курсантами выполнено. Схема робота рассчитана и работает. Само выполнение курсантами задания конструкторского характера в рамках ВНР сделало их работу более осмысленной и целенаправленной, а знания физических законов стали более глубокими и осознанными.

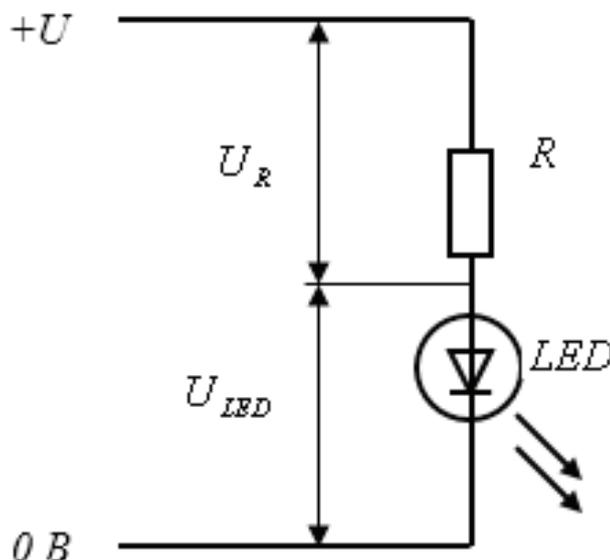


Рис.2. Расчет сопротивления для светодиода

Литература:

1. Малафеев, Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. М.: Просвещение, 1993. 120 с.
2. [http://radioskot.ru/publ/signalizacii/imitacija\\_vtomobilnoj\\_signalizacii/17-1-0-522](http://radioskot.ru/publ/signalizacii/imitacija_vtomobilnoj_signalizacii/17-1-0-522).
3. Гадре, Д. Занимательные проекты на базе микроконтроллеров tinyAVR / Дхананья Гадре, Нигул Мэлхотра: Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 352 с.

## Преимущества тория в ЯТЦ

Кузнецов Михаил Сергеевич, старший преподаватель;

Монгуш Светлана Амыровна, студент;

Чуйкина Анастасия Владимировна, студент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

*Приведено описание основных преимуществ ториево-уранового цикла. Показан опыт применения ториевого цикла на примере экспериментальных атомных установок. Определены основные пути развития ториевого цикла.*

В настоящее время возрастающие потребности в электроэнергии ведут к увеличению расхода тепловыделяющих источников. Рост расхода ведет к стремительному сокращению запасов нефти, газа, урана. Запасов нефти и газа хватит примерно на 50–60 лет, а урана по данным МАГАТЭ на 100 лет, отсюда возникает проблема поиска альтернативных источников энергии [1]. Предложенный в 60 годах замкнутый ториевый топливный цикл может стать решением проблемы сокращения запасов источников энергии, так как торий является, более распространенным тяжелым сырьевым металлом его запасы в три раза превышают запасы урана. Рисунок 1 показывает содержания тория по странам мировой экономики.

В то же время торий не имеет месторождений, чаще всего он рассеян по месторождениям других минералов, что затрудняет его добычу и требует больших затрат, так как торий является радиоактивным тяжелым металлом. Но не смотря на сложность связанную с добычей данного минерала он имеет хорошие нейтронно-физические и теплофизические показатели, а так же не требует затрат на его разделение, так как природный минерал тория состоит из одного изотопа тория-232. В таблице 1 приведено сравнение некоторых нейтронно-физических характеристик.

Сравнивая сечения захвата тория-232 и урана-238 для тепловых нейтронов видно, что сечение захвата тория больше урана 238 в 2,79 раз, что делает его более эффективным сырьевым материалом и дает возможность достигать более высоких коэффициентов воспроизводства [2]. Положительным эффектом является и то, что число нейтронов на один поглощенный нейтрон у урана 233 не имеет сильных изменений и остаётся примерно неизменным в области тепловых и эпитепловых нейтронов, что позволяет его использовать в быстрых реакторах. Сечение деления  $U^{233}$  меньше  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ , но примерно находится в одном диапазоне. Одним из недостатков топлива

на основе тория является наличие промежуточного элемента  $Pa^{233}$ , который имеет период полураспада 27 суток, а это в 11, 44 раз больше по сравнению с  $Np^{239}$ , что ведет к потере нейтронов и уменьшению воспроизводства.

Топливо на основе диоксида тория имеет высокую температуру плавления  $3370^{\circ}C$  [3], что в 1,98 раз выше по сравнению диоксидом урана, а так же имеет большой коэффициент теплопроводности и низкий коэффициент термического расширения, что позволяет эксплуатировать топливо до более высоких глубин выгорания. Температура плавления металлического тория выше, чем у урана ( $1750^{\circ}C$  вместо  $1130^{\circ}C$ ), что позволяет проектировать реакторы использующие металлические твэлы. Металлический торий менее интенсивно взаимодействует с водой и паром по сравнению с металлическим ураном. Серьезным недостатком ториевого цикла является то, что торий не имеет делящихся изотопов, поэтому на одном тории невозможно создать цепную реакцию деления и, следовательно, необходим горючий изотоп, который бы вызвал цепную реакцию деления, обычно в качестве горючего выступает уран 235, что ведет к потреблению изотопа урана 235 и увеличению стоимости топлива. Однако использование плутония в качестве горючего материала позволит эффективно сокращать запасы оружейного плутония. Сжигание плутония наиболее максимально в высокотемпературных реакторах. Данный цикл активно изучается в России и США. Одним из минусов ториевого топлива являются наличие жесткого гамма спектра, что требует наличие контейнеров, биологической защиты повышенной сложности и дистанционной обработки в процессе производства, транспортировки и эксплуатации, что повышает затраты на эксплуатацию ториевого цикла.

Учитывая достоинства и недостатки тория в 60 годах, началась разработка атомных станций, работающих на уран-ториевом цикле. Первыми экспериментальными



Рис. 1. Распространенность тория в странах мира

реакторами выступали высокотемпературные реакторы с малой мощностью, которые позволили получать высокотемпературное тепло для использования его в технологических предприятиях и нарабатывать водород. В последующие годы велось внедрение уран-ториевого топливного цикла в водо-водяные реакторы. Типы экспериментальных реакторов, их основные характеристики и годы эксплуатации и представлены в таблице 2.

Высокотемпературный реактор AVR в Германии эксплуатировался с периода 1967 по 1988 годы. В активную зону было загружено 100000 шаров, состоящей из тория и высокообогащенного урана, окруженной графитовой оболочкой. Глубина выгорания достигала значения 150000 МВт · сутки/т. Основой реактора THTR-300 мощностью 300 МВт стал реактор AVR. Активная зона реактора была собрана из призматических блоков,

в которых располагались бланкеты, которые прессовали из микротоплива и графита, позже данные бланкеты стали использовать в других реакторах. В реакторе Dragon ториево-урановое топливо облучалось в течение 741 суток. Данное топливо позволяло нарабатывать  $U^{233}$ , что давало возможность эксплуатировать топливо в течение 6 лет. В Нидерландах в течение трех лет эксплуатировался гомогенный реактор с водяной смесью мощностью 1 МВт. Реактор Peach Bottom работающий на уран-ториевом топливе достиг глубины выгорания 170000 МВт · сутки/т [4]. Эксплуатация реактора Shippingport с ториевым топливом показали, что он не увеличивает срок эксплуатации активной зоны, но зато позволяет достичь коэффициента воспроизводства больше единицы, что ведет к наработке делящегося изотопа урана 233 [5]. Меньшее значение (от 0,7–0,9) достига-

Таблица 1. Физические характеристики тория и урана под действием тепловых нейтронов

Параметр	Сырьевые материалы		Делящиеся материалы		
	Th <sup>232</sup>	U <sup>238</sup>	U <sup>233</sup>	U <sup>235</sup>	Pu <sup>239</sup>
$\nu$	-	-	2,52	2,47	2,91
$\eta$	-	-	2,28	2,07	2,09
$\sigma_c$	7,56	2,71	53	101	286
$\sigma_f$	-	-	523	582	742

Таблица 2. Ториевые реакторы

Страна	Тип	Мощность, МВт	Топливо	Срок эксплуатации
AVR, Германия	ВТГР	15 МВт	Th+U <sup>235</sup>	1967–1988
THTR-300, Германия	ВТГР	300 МВт	Th+U <sup>235</sup>	1985–1989
Linger, Германия	Кипящий водо-водяной реактор	60 МВт	(Th, Pu) O <sub>2</sub>	Закрылся в 1973
Dragon, Норвегия	ВТГР	20 МВт	Th+U <sup>235</sup>	1966–1973
Peach Bottom, США	ВТГР	40 МВт	Th+U <sup>235</sup>	1966–1972
Fort St Vrain, США	ВТГР	330 МВт	Th+U <sup>235</sup>	1976–1989
MSRE ORNL, США	Жидкосольевой реактор	7,5 МВт	U <sup>233</sup>	1964–1969
Shippingport, США	Кипящий водо-водяной реактор	100 МВт	Th+U <sup>233</sup>	1977–1982
NRU, Канада	Исследовательских реактор		Th+U <sup>235</sup>	1974–1977
KAMINI, Индия	Исследовательских реактор	30 кВт	Al+U <sup>235</sup>	Эксплуатируются
KAPS 1, Индия	Тяжеловодный ядерный реактор	220 МВт	ThO <sub>2</sub> +UO <sub>2</sub>	Разрабатывается
FBTR, Индия	Жидкометаллический быстрый реактор		ThO <sub>2</sub> +UO <sub>2</sub>	Эксплуатируется

ется в реакторах типа LWR, HWRS, HTRS, но обычно превосходит коэффициент воспроизводства в стандартных циклах U-Pu. Эксплуатация реактора Shippingport показала, что выгруженное топливо не имеет серьезных повреждений ведущих к нарушению технических норм, как в реакторе AVR, где была утечка радиоактивной пыли в атмосферу из-за конструкционного повреждения тепловыделяющей сборки, что вызвало приостановление изучения ториевого цикла [6]. Однако в настоящий момент из-за нехватки ресурсов Индия решила перейти к ториевому пути развития, так как запасы тория в этой стране превышает запас урана в шесть раз. На данный момент в Индии эксплуатируется исследовательский реактор Kamini, он используется в качестве источника нейтронов. Реактор работает на уране 233, который получают из диоксида тория в реакторе на быстрых нейтронах. [7]. Полный переход к ториевому топливному циклу предполагается выполнить в три этапа:

1) предполагается наработка плутония из природного урана в тяжеловодных реакторах типа CANDU;

2) воспроизводство уран 233 в реакторах бридерах, где топливо будет состоять из тория и плутония;

3) эксплуатация тяжеловодных реакторов для производства электроэнергии, работающие на уране 233 и тории.

Данная система эффективно работает, что видно из реакторов FBTR, KAMINI, но существенным минус в данной систем является то, что необходим трёхступенчатый цикл и для меньших затрат необходимо строительство данных реакторов близи друг от друга, чтобы обеспечивать электроэнергией себя.

Вывод: Использование тория в ядерной энергетике является перспективным из-за больших запасов тория в земной коре, но из-за его рассеянности необходимо производить совместную добычу полезных ископаемых и тория, что позволит сократить расходы на его добычу. Радиоактивность тория и урана 233, который является источником гамма квантов создает определенные трудности, данные проблемы возможно решить используя определённые средства защиты. В настоящий момент нет эффективно отработанного ядерного ториевого цикла, что требует новых технических решений.

#### Литература:

1. Бойко, В. И., Власов В. А., Жерин И. И., Маслов А. А., Шаманин И. В. Торий в ядерном топливном цикле. — М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006. — 360 с.
2. Абагян, Л. П., Базазянц Н. О., Бондаренко И. И., Николаев М. Н. Групповые константы для расчета ядерных реакторов. — М.: Атомиздат, 1964.
3. Чиркин, В. С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники. М.: Атомиздат, 1967. с. 208, 361.
4. Ragheb, Magdi, and Lefteri Tsoukalas. «2nd Thorium Energy Alliance Conference, the Future Thorium Energy Economy». Global and USA Thorium and Rare Earth Element Resources. March 29–30, Google Campus, Mountain View, California. Stephen Herring, J. «Uranium and Thorium Resource Assessment». Encyclopedia of Energy. Ed. Editor-in-Chief: Cutler J. Cleveland. New York: Elsevier, 2004. 279–298.

5. Duncombe, E., and I. Goldberg, 1970, Comparison of Dimensional Changes in Fuel Rods With Predictions Under Cyclic Conditions of Power and System Pressure (LWBR Development Program), WAPD-TM-940, March 1970.
6. Sinah, R.K., et al, Design and Development of AHWR-the Indian Thorium Fueled Innovative Reactor — Status, Strategies and Directions INSAC (Proceedings Ann. Conf., Mumbai, India, 1 (2000) 81–106.

# ХИМИЯ

## Биологическая роль фосфора в жизни растений

Алимкулов Сирожиддин Олимжон угли, студент;  
Мурадова Дилафруз Кадировна, преподаватель  
Джизакский государственный педагогический институт (Узбекистан)

Фосфор является обязательной составной частью живой клетки растений, он входит в состав нуклеиновых кислот, которые участвуют в таких важных процессах жизнедеятельности растительных организмов, как синтез белков и передача наследственных свойств. В свою очередь, нуклеиновые кислоты образуют в растительных организмах комплексы с белками, так называемые нуклеопротеиды, участвующие в построении клеточных ядер. Фосфор содержится также в веществах, определяющих направление и скорость биохимических процессов в растениях, — в витаминах, гормонах, ферментах.

Как показали исследования последнего времени, особенно велика роль фосфора в процессах дыхания растений и синтеза углеводов — крахмала, сахаров.

Кроме того, фосфор входит в состав других органических соединений, имеющих большое значение в жизни растений: фосфатидов, фитина, сахарофосфатов и др.

Фосфатиды — вещества, сходные с жирами, но отличающиеся от них наличием фосфора и азота. Фосфатиды являются частью протоплазмы и играют важную роль в процессах проникновения и обмена веществ в клетках растений. Больше всего их находится обычно в зародышах семян растений. В семенах пшеницы фосфатидов в среднем содержится 0,6–0,7%, в семенах гороха 1,1–1,3 и в семенах люпина синего около 2,2%.

Фитин, представляющий собой кальциево-магниевую соль инозитфосфорной кислоты, является запасным веществом в семенах растений. Содержание его довольно значительно и составляет, например, в семенах льна 1,6%, подсолнечника 2,0%. При прорастании семян фитин разлагается, при этом образуются более простые соединения фосфорной кислоты, используемые проростками и молодыми растениями для питания.

В последние годы установлена большая роль фосфора в накоплении энергии, за счет которой осуществляются многие важнейшие процессы в растительном организме. Считают, что энергия света, необходимая для синтеза органического вещества в растениях, предварительно накапливается в сложном органическом соединении — аденозин-

трифосфорной кислоте. В состав этой кислоты входят три остатка молекул фосфорной кислоты, последовательно соединенных так называемыми макроэргическими связями, то есть связями, несущими большой запас энергии.

В процессах биохимического обмена веществ остатки фосфорной кислоты могут с помощью ферментов отщепляться от аденозинтрифосфорной кислоты и переноситься на другие соединения вместе с энергией, которую они несут.

Неорганические соединения фосфора имеются во всех частях растений — стеблях, листьях, цветках, корнях и семенах. Количество неорганических фосфатов может сильно изменяться в зависимости от степени обеспеченности растений фосфором и от фазы развития растений. Накопление неорганического фосфора в стеблях растений — один из признаков достаточной обеспеченности растений фосфорной пищей. Неорганические соединения фосфора могут накапливаться в растениях в виде солей калия, кальция и магния. Они служат запасными фосфорсодержащими веществами и используются по мере необходимости на построение органических соединений, в виде которых обычно и находится большая часть фосфора в растениях.

Регулируя уровень фосфатного питания растений, можно в определенной мере управлять темпами их роста и развития и, что часто не менее важно, изменять качество урожая. Участие фосфора в углеводном обмене растений позволяет с помощью фосфорных удобрений воздействовать на повышение содержания сахара в корнях сахарной свеклы, крахмала в клубнях картофеля и т.д.

Элементы пищи растений, в том числе и фосфор, могут поглощаться не только через корни, но и через листья. При внекорневом питании фосфаты быстро передвигаются в другие части растений, включая и корни. С помощью метода меченых атомов было установлено, что часть поступившего в растения фосфора вновь выделяется через корни.

Большая часть растений в первый период жизни обладает слабой способностью усваивать труднорастворимые

фосфаты. Поступление фосфора в достаточном количестве с момента прорастания семян усиливает рост корневой системы, вследствие чего резко возрастает способность растений обеспечивать себя питательными веществами и влагой из почвы. Растения быстрее развиваются, а усвоенная ими фосфорная кислота используется более продуктивно, так как большая часть ее при этом направляется на образование репродуктивных органов. Обильное питание растений фосфором значительно ускоряет образование зерна и существенно изменяет соотношение между соломой и зерном у злаков в пользу последнего.

На долю фосфора приходится обычно десятые доли процента от веса сухих растений. Наиболее богаты им семена растений, в стеблях и листьях фосфора значительно меньше. В то время как количество фосфора в репродуктивных органах довольно постоянно, в стеблях и листьях оно может изменяться в весьма широких пределах в зависимости от условий питания растений.

По данным американских авторов, в период полной спелости кукурузы фосфора в различных органах растения было (в процентах от его общего количества в урожае): в зерне 52,3; листьях 28,6; стеблях 10,5; обертках початков 4,4 и корнях 4,2. Недостаток фосфора в питании растений резко сказывается на образовании репродуктивных органов. При остром фосфорном голодании растений приостанавливается также рост стеблей и листьев.

Рассмотрим признаки фосфорного голодания у отдельных культур. У кукурузы недостаток фосфора часто проявляется вскоре после появления всходов. При этом замедляется рост, затем нижние темно-зеленые листья окрашиваются в фиолетовый цвет сначала с краев, а потом и по всей поверхности верхней и нижней стороны листа. При резком голодании фиолетовая окраска переходит на все листья, а ткани с верхушек и краев их отмирают и становятся коричневыми. У озимой ржи и пшеницы при остром фосфорном голодании верхушки нижних листьев приобретают красную и красно-фиолетовую окраску. Эти признаки могут проявляться уже в фазе трех листьев, кущение в этом случае проходит слабо или отсутствует. У овса при резком голодании листья окрашиваются в фиолетовый цвет, засыхают и спирально скручиваются. Чаще всего признаки фосфорного голодания проявляются во время выбрасывания метелки и позднее, стебли при этом приобретают красную и пурпурную окраску. Листья сахарной свеклы при фосфорном голодании становятся мелкими, тусклыми, с голубоватым оттенком. Края нижних листьев отмирают и приобретают темно — коричневый и черный цвет, почернение захватывает и жилки листьев. При недостатке фосфора у картофеля сильно ослабляется рост ботвы, листья становятся темно-зелеными и отходят от стебля под острым углом. Ботва и листья до самой уборки сохраняют темно — зеленый цвет, фазы бутонизации и цветения обычно задерживаются на 3—5 дней. Стебли помидоров при сильном голодании тонкие и жесткие, нижняя сторона листьев имеет красновато — фиолетовую окраску, которую позднее приобретают черешки и стебли. Цветение растений запаз-

дывает, плоды образуются мелкие. Признаки умеренного недостатка фосфора можно заметить и в период плодоношения. В этом случае фиолетовый оттенок появляется на жилках и нижней поверхности листьев; плоды созревают плохо. У хлопчатника при сильном недостатке фосфора в ранние периоды роста листья бывают темно — зелеными и мелкими, а все растение имеет карликовый вид. Развитие хлопчатника сильно задерживается, резко снижается способность к плодообразованию, коробочки имеют небольшой размер и содержат щуплые семена. Листья подсыхают, почти не изменяя окраски. Если фосфора не хватает во второй половине вегетации, цветение проходит нормально, но созревание коробочек задерживается.

Кроме метода диагностики питания растений по их внешнему виду (визуальная диагностика), в настоящее время довольно широко распространены химические методы диагностики. Наиболее быстро потребность растений в определенных элементах питания можно установить, используя метод анализа растений на их свежих срезах или в капле сока, полученного из черешка, стебля или других частей растения. При этих способах анализа растения дают ответ на вопрос о содержании минеральных форм питательных веществ. По их содержанию в растении можно судить о ходе усвоения из почвы и удобрений определенных элементов пищи, что при недостатке какого-либо элемента позволяет активно вмешиваться в процессы питания растительных организмов.

Чтобы определить содержание фосфора, получают отпечаток среза растения на фильтровальной бумаге диаметром 2 см, предварительно пропитанной раствором молибдата аммония (5 г молибденовокислого аммония растворяют в 100 мл воды и добавляют 35 мл азотной кислоты с удельным весом 1,2) и высушенной. В тех случаях, когда растение не сочное, например соломина злаковых, рекомендуется нанести каплю раствора молибдата аммония на срезанный конец. Срез растения прижимают к центру кружка фильтровальной бумаги и после просыхания отпечатка на бумагу наносят сначала каплю раствора бензидина (0,5 г бензидина растворяют в 10 мл концентрированной уксусной кислоты и разбавляют водой до 100 мл), а после повторного высыхания — каплю насыщенного раствора уксуснокислого натрия.

После проведения этих операций на участках бумаги, где из растения была выделена фосфорная кислота, появляется синяя окраска. При аккуратном выполнении указанной методики можно установить концентрацию неорганических фосфатов в сосудах, тканях и клетках на срезанной части растения.

Возможен и другой вариант анализа: срез придают стеклянкой палочкой к фильтровальной бумаге, а затем отодвигают и наносят реактивы отдельно на срез и на бумагу. В этом случае окраска может получиться более яркой, но без локализации ее соответственно тканям среза.

Интенсивность полученной синей окраски сравнивают со специально отпечатанной шкалой (оценка в баллах)

или со шкалой образцовых растворов, приготавливаемой на месте с использованием в качестве источника фосфора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (оценка по содержанию  $\text{P}_2\text{O}_5$  в мг на 1 л раствора).

К. П. Магницкий предложил «полевую лабораторию» — прибор, позволяющий упрощенно устанавливать содержание минеральных форм основных элементов питания в соке растений. Определение основано на способности содержащихся в соке растений минеральных веществ давать с некоторыми реактивами цветные растворы или осадки, интенсивность окраски которых сравнивают со шкалой цветных пятен, прилагаемой к прибору (оценка в баллах), или со шкалой образцовых растворов (оценка по содержанию элемента в мг на 1 кг сока).

При анализе на фосфор полученные при помощи ручного пресса капли сока помещают в пробирку или на специальные капельные пластинки. Затем сок разбавляют (на каплю сока три капли воды).

После этого к соку растений добавляют две капли раствора молибденовокислого аммония (1 г молибденовокислого аммония растворяют при нагревании в 20 л воды, после остывания раствора добавляют 20 мл концентрированной соляной кислоты и 160 мл воды) и помешивают оловянной палочкой в течение 10–20 секунд до установления устойчивой окраски. Полученную окраску исследуемого сока сравнивают с окраской шкалы образцовых растворов или с окраской цветной бумажной шкалы (табл. 1).

Таблица 1. Расчет результатов анализа на содержание фосфора при сравнении со шкалой стандартных растворов или с бумажной шкалой цветных пятен

Балл	Соответствует содержанию фосфора (в мг на 1 кг сока)	Содержание элемента
1	16	Очень небольшое
2	40	Небольшое
3	80	Умеренное
4	160	Большое

Литература:

1. Магницкий, К. П. «Как определить по внешнему виду растений их потребность в удобрениях». Издательство «Знание», — М.: — 1957.
2. Петербургский, Д. Н. «Корневое питание растений». Россельхозиздат, М.: — 1962.
3. Церлинг, В. В. «Диагностика питания растений по их химическому составу». М.: — 1960.

## ИНФОРМАТИКА

### Implementation of enterprise resource planning systems in company management

Асадуллина Лилия Ильгизовна, старший преподаватель  
Национальный исследовательский Томский Политехнический университет

Asadullina Liliya Ilgizovna, senior teacher;  
National Research Tomsk Polytechnic University

Enterprise resource planning (ERP) is a company-wide computer software system used to manage and coordinate all the resources, information, and functions of a business from shared data stores [1, p. 2–54].

An ERP system has a service-oriented architecture with modular hardware and software units or «services» that communicate on a local area network. The modular design allows a business to add or reconfigure modules (perhaps from different vendors) while preserving data integrity in one shared database that may be centralized or distributed.

Manufacturing management systems have evolved in stages over the past 50 years from a simple means of calculating materials requirements to the automation of an entire enterprise. Around 1980, over-frequent changes in sales forecasts, entailing continual readjustments in production, as well as inflexible fixed system parameters, led MRP (Material Requirement Planning) to evolve into a new concept: Manufacturing Resource Planning (or MRP3) and finally the generic concept Enterprise Resource Planning (ERP) [2].

The initials ERP originated as an extension of MRP (material requirements planning; later manufacturing resource planning) and CIM (Computer Integrated Manufacturing). It was introduced by research and analysis firm Gartner in 1990. ERP systems now attempt to cover all core functions of an enterprise, regardless of the organization's business or charter. These systems can now be found in non-manufacturing businesses, non-profit organizations and governments.

To be considered an ERP system, a software package must provide the function of at least two systems. For example, a software package that provides both payroll and accounting functions could technically be considered an ERP software package

Examples of modules in an ERP which formerly would have been stand-alone applications include: Product lifecycle management, Supply chain management (e.g. Purchasing, Manufacturing and Distribution), Warehouse Management, Customer Relationship Management (CRM), Sales Order

Processing, Online Sales, Financials, Human Resources, and Decision Support System.

Some organizations — typically those with sufficient in-house IT skills to integrate multiple software products — choose to implement only portions of an ERP system and develop an external interface to other ERP or stand-alone systems for their other application needs. For example, one may choose to use human resource management system from one vendor, and the financial systems from another, and perform the integration between the systems themselves.

This is common to retailers, where even a mid-sized retailer will have a discrete Point-of-Sale (POS) product and financials application, then a series of specialized applications to handle business requirements such as warehouse management, staff rostering, merchandising and logistics.

Ideally, ERP delivers a single database that contains all data for the software modules, which would include:

- Manufacturing — engineering, bills of material, scheduling, capacity, workflow management, quality control, cost management, manufacturing process, manufacturing projects, manufacturing flow;
- Supply chain management — order to cash, inventory, order entry, purchasing, product configurator, supply chain planning, supplier scheduling, inspection of goods, claim processing, commission calculation;
- Financials — general ledger, cash management, accounts payable, accounts receivable, fixed assets.
- Project management — costing, billing, time and expense, performance units, activity management.
- Human resources — human resources, payroll, training, time and attendance, rostering, benefits.

Enterprise resource planning is a term originally derived from manufacturing resource planning (MRP II) that followed material requirements planning (MRP) [3]. MRP evolved into ERP when «routings» became a major part of the software architecture and a company's capacity planning activity also became a part of the standard software activity. ERP systems saw a large boost in sales in the 1990s as com-

panies faced the Y2K problem in their legacy systems. Many companies took this opportunity to replace their legacy information systems with ERP systems. This rapid growth in sales was followed by a slump in 1999, at which time most companies had already implemented their Y2K solution [4].

ERPs are often incorrectly called back office systems indicating that customers and the general public are not directly involved. This is contrasted with front office systems like customer relationship management (CRM) systems that deal directly with the customers, or the eBusiness systems such as eCommerce, eGovernment, eTelecom, and eFinance, or supplier relationship management (SRM) systems.

ERP II means open ERP architecture of components. The older, monolithic ERP systems became component oriented.

EAS — Enterprise Application Suite is a new name for formerly developed ERP systems which include (almost) all segments of business, using ordinary Internet browsers as thin clients.

Businesses have a wide scope of applications and processes throughout their functional units; producing ERP software systems that are typically complex and usually impose significant changes on staff work practices. Implementing ERP software is typically too complex for «in-house» skill, so it is desirable and highly advised to hire outside consultants who are professionally trained to implement these systems. This is typically the most cost effective way. There are three types of services that may be employed for — Consulting, Customization, Support. The length of time to implement an ERP system depends on the size of the business, the number of modules, the extent of customization, the scope of the change and the willingness of the customer to take ownership for the project. ERP systems are modular, so they don't all need be implemented at once. It can be divided into various stages, or phase-ins. The typical project is about 14 months and requires around 150 consultants. A small project (e.g., a company of less than 100 staff) may be planned and delivered within 3–9 months; however, a large, multi-site or multi-country implementation may take years. The length of the implementations is closely tied to the amount of customization desired [5].

To implement ERP systems, companies often seek the help of an ERP vendor or of third-party consulting companies. These firms typically provide three areas of professional services: consulting, customization and support. The client organisation may also employ independent program management, business analysis, change management and UAT specialists to ensure their business requirements remain a priority during implementation.

Data migration is one of the most important activities in determining the success of an ERP implementation. Since many decisions must be made before migration, a significant amount of planning must occur. Unfortunately, data migration is the last activity before the production phase of an ERP implementation, and therefore receives minimal attention due to time constraints. The following are steps of a data migration strategy that can help with the success of an ERP implementation [6]:

1. Identifying the data to be migrated;
2. Determining the timing of data migration;
3. Generating the data templates;
4. Freezing the tools for data migration;
5. Deciding on migration related setups;
6. Deciding on data archiving.

ERP vendors have designed their systems around standard business processes, based upon best business practices. Different vendor (s) have different types of processes but they are all of a standard, modular nature. Firms that want to implement ERP systems are consequently forced to adapt their organizations to standardized processes as opposed to adapting the ERP package to the existing processes. Neglecting to map current business processes prior to starting ERP implementation is a main reason for failure of ERP projects. It is therefore crucial that organizations perform a thorough business process analysis before selecting an ERP vendor and setting off on the implementation track. This analysis should map out all present operational processes, enabling selection of an ERP vendor whose standard modules are most closely aligned with the established organization. Redesign can then be implemented to achieve further process congruence. Research indicates that the risk of business process mismatch is decreased by:

- linking each current organizational process to the organization's strategy;
- analyzing the effectiveness of each process in light of its current related business capability;
- understanding the automated solutions currently implemented.

ERP implementation is considerably more difficult (and politically charged) in organizations structured into nearly independent business units, each responsible for their own profit and loss, because they will each have different processes, business rules, data semantics, authorization hierarchies and decision centers [7]. Solutions include requirements coordination negotiated by local change management professionals or, if this is not possible, federated implementation using loosely integrated instances (e.g. linked via Master Data Management) specifically configured and/or customized to meet local needs.

A disadvantage usually attributed to ERP is that business process redesign to fit the standardized ERP modules can lead to a loss of competitive advantage. While documented cases exist where this has indeed materialized, other cases show that following thorough process preparation ERP systems can actually increase sustainable competitive advantage.

In the absence of an ERP system, a large manufacturer may find itself with many software applications that cannot communicate or interface effectively with one another. Tasks that need to interface with one another may involve:

- Integration among different functional areas to ensure proper communication, productivity and efficiency;
- Design engineering (how to best make the product);
- Order tracking, from acceptance through fulfillment;

- The revenue cycle, from invoice through cash receipt;
- Managing inter-dependencies of complex processes bill of materials;
- Tracking the three-way match between purchase orders (what was ordered), inventory receipts (what arrived), and costing (what the vendor invoiced);
- The accounting for all of these tasks: tracking the revenue, cost and profit at a granular level;
- ERP Systems centralize the data in one place. This eliminates the problem of synchronizing changes and can reduce the risk of loss of sensitive data by consolidating multiple permissions and security models into a single structure.

Some security features are included within an ERP system to protect against both outsider crime, such as industrial espionage,

and insider crime, such as embezzlement. A data-tampering scenario, for example, might involve a disgruntled employee intentionally modifying prices to below-the-breakeven point in order to attempt to interfere with the company's profit or other sabotage. ERP systems typically provide functionality for implementing internal controls to prevent actions of this kind. ERP vendors are also moving toward better integration with other kinds of information security tools [8].

Problems with ERP systems are mainly due to inadequate investment in ongoing training for the involved IT personnel — including those implementing and testing changes — as well as a lack of corporate policy protecting the integrity of the data in the ERP systems and the ways in which it is used.

#### References:

1. Esteves, J., and Pastor, J., Enterprise Resource Planning Systems Research: An Annotated Bibliography, Communications of AIS, 7 (8) pp. 2–54.
2. Waldner, J. «CIM: Principles of Computer Manufacturing». Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 1992.
3. Anderegg, T. «MRP/MRP/ERP/ERM — Confusing Terms and Definitions for a Murkey Alphabet Soup», URL — <http://www.wlug.org.nz/EnterpriseSpeak> (Retrieved on 2015–05–13)
4. Monk, E.; Wagner, B. «Concepts in Enterprise Resource Planning» (Second ed.), Boston: Thomson Course Technology, 2006.
5. CRITICAL ISSUES AFFECTING AN ERP IMPLEMENTATION, URL — [http://carl.sandiego.edu/gba573/critical\\_issues\\_affecting\\_an\\_erp.htm](http://carl.sandiego.edu/gba573/critical_issues_affecting_an_erp.htm) (Retrieved on 2015–05–13)
6. Ramaswamy V.K. «Data Migration Strategy in ERP». URL — <http://research.ittoolbox.com/white-papers/backoffice/erp/data-migration-strategies-in-erp-4620/> (Retrieved on 2015–05–08)
7. «Requirements Engineering for Cross-organizational ERP Implementation: Undocumented Assumptions and Potential Mismatches» (PDF). University of Twente. URL — <http://www.vital-project.org/papers/Daneva-Wieringa-Camera-Ready-RE-Paper.pdf>. Retrieved on 2008–07–12. (Retrieved on 2015–05–13)
8. Walsh, K. «The ERP Security Challenge». CXO Media Inc. URL — [http://www.csoonline.com/article/216940/The\\_ERP\\_Security\\_Challenge](http://www.csoonline.com/article/216940/The_ERP_Security_Challenge). (Retrieved on 2015–01–17).

## Защита информации

Ермолаева Вероника Викторовна, кандидат технических наук, доцент;

Аленов Дамир Маратович, студент;

Филиппов Евгений Алексеевич, студент

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

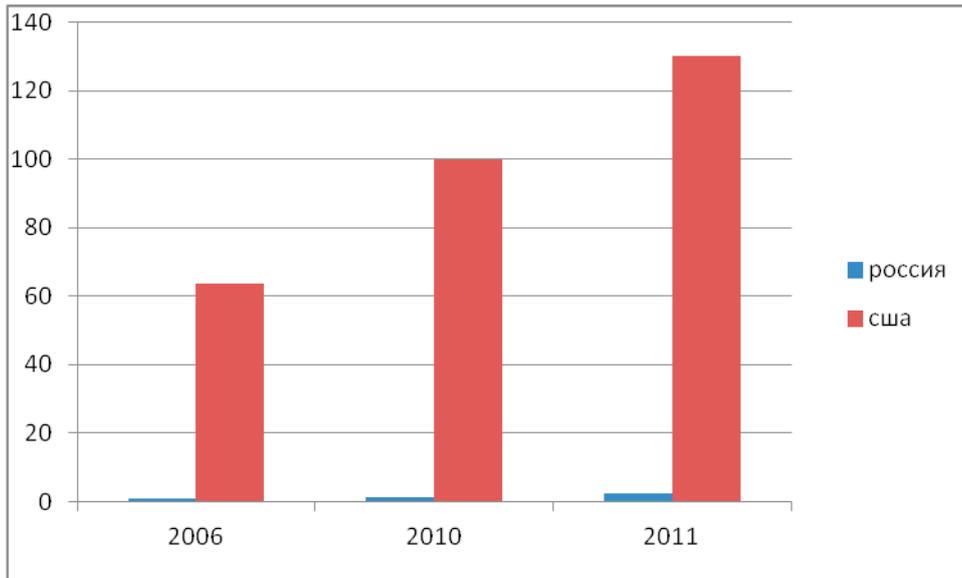
Информационная безопасность имеет большое значение для обеспечения жизненно важных интересов любого государства. Создание развитой и защищенной среды является обязательным условием развития общества и государства и, в основе которого должны быть самые автоматизированные технические средствами. Развитие новых информационных технологий и всеобщая компьютеризация привели к тому, что информационная безопасность не только становится обязательной, она еще и одна из характеристик ИС. Существует довольно обширный класс систем обработки информации, при разработке которых фактор безопасности играет первосте-

пенную роль (например, банковские информационные системы). [1] Под *безопасностью ИС* понимается защищенность системы от случайного или преднамеренного вмешательства в нормальный процесс ее функционирования, от попыток хищения (несанкционированного получения) информации, модификации или физического разрушения ее компонентов. Иначе говоря, это способность противодействовать различным возмущающим воздействиям на ИС. Под *угрозой безопасности информации* понимаются события или действия, которые могут привести к искажению, несанкционированному использованию или даже к разрушению информационных ре-

сурсов управляемой системы, а также программных и аппаратных средств.

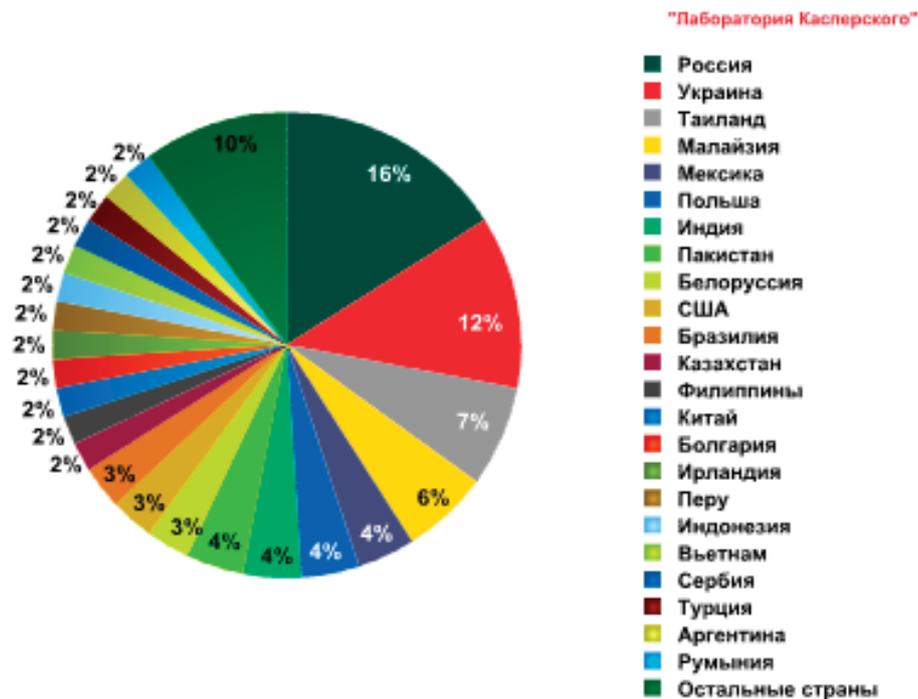
В 2006 г. затраты американских компаний на информационную безопасность составили \$61,5 млрд. А по итогам 2010 г. показатель превысил отметку в \$100 млрд. За прошлый год произошел прирост почти на треть — до \$130 млрд. В результате за каких-то 5 лет затраты на превентивные меры удвоились. Надо ли говорить, что цифра и дальше продолжит расти.

Что касается России, то для хакера не важно, в какой стране находится компания. В интернет-пространстве нет границ. По итогам 2011 г. на киберпреступность приходилась почти четверть всех экономических преступлений в России. Это в целом соответствует глобальному уровню. Проблема заключается в том, что данный показатель не перестает расти. Если в прошлом году хакеры нанесли убыток, в общем счете, на \$1,3 млрд., то за год эта цифра выросла на 77% до \$2,3 млрд.



### Распределение источников DDoS-атак по странам

За полгода работы наши системы зафиксировали атаки с компьютеров, находящихся в 201 стране мира. Однако 90% DDoS-трафика исходило из 23 стран.



### Угроза информации

Угроза — это потенциальная возможность определенным образом нарушить информационную безопасность информационных систем или технологию работающей с системой.

Попытка реализации угрозы называется атакой, а тот, кто предпринимает такую попытку, — злоумышленником. Потенциальные злоумышленники называются источниками угрозы.

Чаще всего угроза является следствием наличия уязвимых мест в защите информационных систем (таких, например, как возможность доступа посторонних, которые в свою очередь могут быть как внутренними, так и внешними).

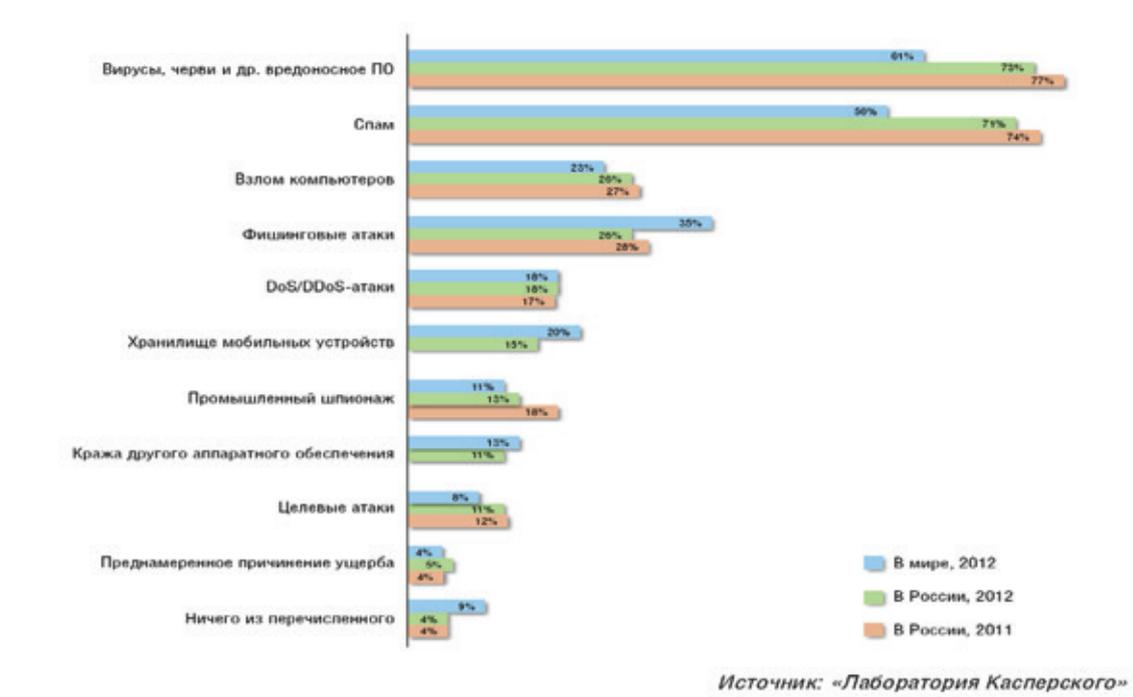
Промежуток времени от момента, когда появляется возможность использовать слабое место, и до момента, когда пробел ликвидируется, называется окном опасности, ассоциированным с данным уязвимым местом. Пока существует окно опасности, возможны успешные атаки на информационную среду, защита которых должна предприниматься в комплексном виде для временного или частичного блока и безопасности используемых данных. [2]

Если речь идет об ошибках в программном обеспечении, то окно опасности «открывается» с появлением средств использования ошибки и ликвидируется при наложении заплат, ее исправляющих, но и это не дает гарантии о полной защите и безопасности средств информации и информационных систем в целом.

Мы уже указывали, что новые уязвимые места и средства их использования появляются постоянно; это значит, во-первых, что почти всегда существуют окна опасности и, во-вторых, что отслеживание таких окон должно производиться постоянно, а выпуск и наложение заплат — как можно более оперативно.

Подчеркнем, что само понятие «угроза» в разных ситуациях зачастую трактуется по-разному. Например, для подчеркнута открытой организации угроз конфиденциальности может просто не существовать — вся информация считается общедоступной; однако в большинстве случаев нелегальный доступ представляется серьезной опасностью. Иными словами, угрозы, как и все в информационной безопасности, зависят от интересов субъектов информационных отношений (и от того, какой ущерб является для них неприемлемым).

Угрозы можно классифицировать по нескольким критериям:



Создание систем информационной безопасности (СИБ) в ИС и ИТ основывается на следующих методах:

Все страны мира по степени риска заражения при серфинге в интернете можно распределить на три группы.

Группа повышенного риска:

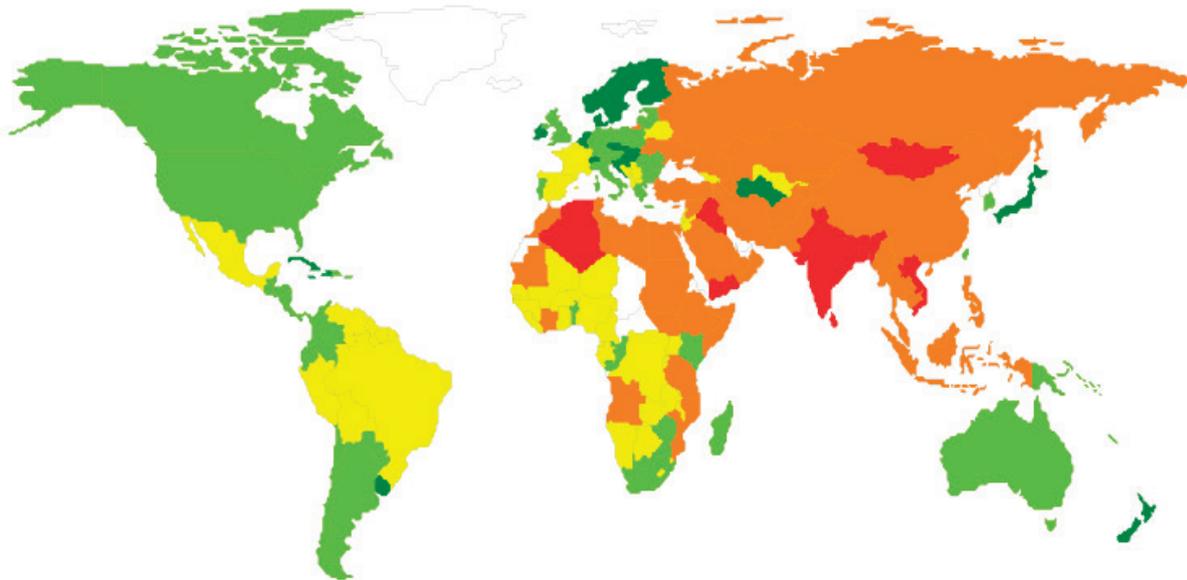
В эту группу с результатом выше 41% вошли первые девять стран из TOP 20. Эта группа уменьшилась: по итогам 2013 года в нее входило 15 стран. Группа риска

В эту группу с показателями 21–40,9% попали 111 стран, в том числе: Киргизия (40,1%), Германия (39,6%), Катар (38,8%), Таджикистан (38,5%), Грузия (37,7%), Саудовская Аравия (36%), Турция (35,4%), Франция (34,9%), Индия (34,8%), Испания (34,4%), США (33,8%), Канада (33,4%), Австралия (32,5%), Бразилия (32,1%), Польша (31,7%), Италия (31,5%), Израиль (30,2%), Китай (30,1%), Великобритания (30%),

Египет (27,8%), Мексика (27,5%), Филиппины (27,2%), Хорватия (26,2%), Пакистан (26,1%), Румыния (25,7%), Япония (21,2%), Аргентина (21, 1%).

Группа самых безопасных при серфинге в интернете стран (0–20,9%):

В эту группу попали 39 стран. В нее входят Швеция (19,5%), Дания (19,2%), Уругвай (19,5%) и ряд африканских стран.



© ЗАО «Лаборатория Касперского»

Метод Шифрование можно растолковать следующим образом:

Шифрование — способ преобразования открытой информации в закрытую и обратно. Применяется для хранения важной информации в ненадёжных источниках или передачи её по незащищённым каналам связи. Метод шифрование можно разделить на процесс зашифрования и расшифрования. Она выполняется таким образом: [4]

Одна буква текста или слова при помощи ключа однозначно заменяется на другую или на определенный символ, то есть если у вас есть слово, которую необходимо зашифровать вы выполняете следующее действие:

1. Вначале устанавливаете для себя, как и какие буквы должны быть зашифрованы символами. К примеру буква А на?;
2. Отправляете ключ получателю, в том случае если вы намерены в ближайшее время отправить текст;
3. Выбираете слово, текст или предложение для шифрования;
4. Шифруете слово и передаете получателю;
5. Согласно переданному ключу получатель слова его расшифрует

Пример:

<b>Исходный текст:</b>	Саратов-город плохих дорог
<b>Обработанный текст:</b>	\$@!@к&Y=№ &!&l.?& [y [l&!&№

Принцип непрерывного развития системы. Этот принцип, являющийся одним из основополагающих для компьютерных информационных систем, еще более актуален для СИБ. Способы реализации угроз информации в ИТ непрерывно совершенствуются, а потому обеспечение безопасности ИС не может быть одноразовым актом. Это непрерывный процесс, заключающийся в обосновании и реализации наиболее рациональных методов, способов и путей совершенствования

СИБ, непрерывном контроле, выявлении ее узких и слабых мест, потенциальных каналов утечки информации и новых способов несанкционированного доступа.

Обеспечение надежности системы защиты, т.е. невозможность снижения уровня надежности при возникновении в системе сбоев, отказов, преднамеренных действий взломщика или непреднамеренных ошибок пользователей и обслуживающего персонала.

Обеспечение контроля за функционированием системы защиты, т.е. создание средств и методов контроля работоспособности механизмов защиты.

Обеспечение всевозможных средств борьбы с вредоносными программами.

Статистика показывает, что в США убытки от злонамеренных действий непрерывно возрастают. Причем ос-

новные причины убытков связаны не столько с недостаточностью средств безопасности как таковых, сколько с отсутствием взаимосвязи между ними, т.е. с нереализованностью системного подхода. Поэтому необходимо опережающими темпами совершенствовать комплексные средства защиты.

Литература:

1. [http://uchebnikonline.com/informatika/mitni\\_informatsiyni\\_tehnologiyi\\_-\\_pashko\\_pv/zahist\\_informatsiyi\\_informatsiynih\\_sistemah.htm](http://uchebnikonline.com/informatika/mitni_informatsiyni_tehnologiyi_-_pashko_pv/zahist_informatsiyi_informatsiynih_sistemah.htm)
2. Титоренко, Г. А. Информационные технологии управления. М., Юнити: 2002.
3. Мельников, В. Защита информации в компьютерных системах. — М.: Финансы и статистика, Электронинформ, 1997
4. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=450508#1>

## Проблемы нейрокомпьютерных средств

Кравчук Дмитрий Игоревич, магистрант;

Кравчук Владислав Игоревич, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет (Республика Башкортостан)

*В статье рассматриваются нейрокомпьютерных средств, проблемы, связанные с их развитием, реализацией и функционированием.*

**Ключевые слова:** *нейрон, нейронные сети, нейроинформатика, программируемая логическая интегральная схема.*

Для того чтобы выделить актуальные проблемы нейрокомпьютерных средств необходимо разобраться, а что же это за средства. Нейрокомпьютерные средства — устройства либо программное обеспечение переработки информации на основе принципов работы естественных нейронных систем. Эти принципы были формализованы, что позволило говорить о теории искусственных нейронных сетей. Проблематика нейрокомпьютеров заключается в построении реальных физических

устройств, что позволит не просто моделировать искусственные нейронные сети на обычном компьютере, но так изменить принципы работы компьютера, что станет возможным говорить о том, что они работают в соответствии с теорией искусственных нейронных сетей.

Немного подробнее остановимся на понятии искусственных нейронных сетей (ИНС). ИНС — сеть, состоящая из искусственных нейронов. Модель искусственного нейрона представления на рисунке 1.

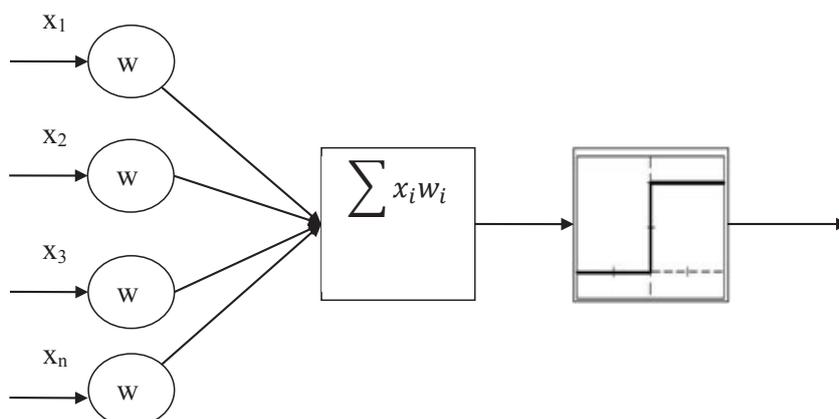


Рис. 1. Модель искусственного нейрона

Взвешенные входные сигналы через сумматор подаются на блок с функцией активации. Общая модель ИНС представлена на рисунке 2.

На рисунке видно, что в составе ИНС можно выделить несколько слоев: входной, скрытый (1 и более) и выходной. Каждый нейрон предыдущего слоя связан с каждым нейроном следующего слоя.

Для того чтобы, ИНС проводила переработку информации необходимо ее обучить. Тут вскрываются несколько проблем, общих для всех нейрокомпьютерных средств. Во-первых, это сложность обучения нейронных сетей. Моделирование обучения с помощью компьютера предполагает постоянное изменение весов и порогов таким образом, что классификация приобретает более высокий уровень после каждого шага. Обучение может быть реализовано различными алгоритмами. Во-вторых, это возникновение ошибок обучения, связанных с применением того или иного алгоритма обучения. Еще одной проблемой или скорее особенностью нейрокомпьютерных средств является их узкая специализация под решение конкретных задач, таких как, к примеру, задача распознавания образов.

Исходя из того, как реализованы нейрокомпьютерные средства, их можно разделить на три группы:

1. Аппаратные;
2. Программные;
3. Смешанные.

Нейрокомпьютерных средств аппаратной реализации могут быть использованы в случае, если необхо-

дима обработка информации в режиме реального времени. Примером реализации искусственного нейрона для таких средств является NeuroMatrix NM6403, относящийся к семейству цифровых сигнальных процессоров (Digital Signal Processor, DSP). Особенность данного семейства — оригинальная запатентованная векторно-матричная архитектура, обеспечивающая высокое соотношение производительности к цене устройств.

Процессоры семейства NeuroMatrix — это высокопроизводительные вычислительные устройства RISC-архитектуры с элементами VLIW (Very Long Instruction Word — очень длинное командное слово), SIMD (Single Instruction Multiple Data) и суперскаляра. Они аппаратно поддерживают матричные и векторные операции над 64-разрядными векторами, в которых упакованы данные (в дополнительном коде с фиксированной точкой). Каждый вектор может состоять из нескольких элементов произвольной разрядности, но суммарная разрядность всех элементов вектора должна составлять 64 разряда.

Обучение таких нейрокомпьютерных средств строится на принципе обратной связи. При построении таких средств проявляется еще одна проблема. Для решения сложных задач, связанных с обработкой данных, необходима реализация сложных и труднореализуемых на аппаратном уровне конструкций.

Решение этой проблемы возможно за счет применения нейрокомпьютерных средств смешанной (аппаратно-программной) реализации с применением программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). ПЛИС —

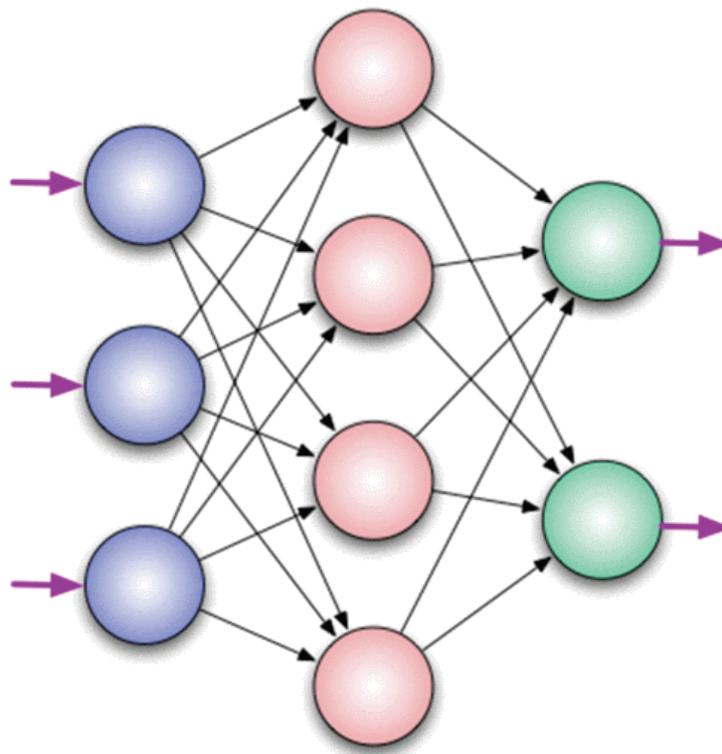


Рис. 2. Модель ИНС

электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задаётся посредством программирования (проектирования). Для программирования используются программаторы и отладочные среды, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры: Verilog, VHDL, AHDL и др. Альтернативой ПЛИС являются: программируемые логические контроллеры (ПЛК), базовые матричные кристаллы (БМК), требующие заводского производственного процесса для программирования; ASIC — специализированные заказные большие интегральные схемы (БИС), которые при мелкосерийном и единичном производстве существенно дороже; специализированные компьютеры, процессоры (например, цифровой сигнальный процессор) или микроконтроллеры, которые из-за программного способа реализации алгоритмов в работе медленнее ПЛИС.

На роль центральной проблемы, решаемой всей нейроинформатикой и нейрокомпьютерингом, А. Горбань предложил проблему эффективного параллелизма. Давно известно, что производительность компьютера возрастает намного медленнее, чем число процессоров. М. Минский сформулировал гипотезу: производительность параллельной системы растёт (примерно) пропорционально логарифму числа процессоров — это намного медленнее, чем линейная функция (Гипотеза Минского) [1].

Для преодоления этого ограничения применяется следующий подход: для различных классов задач строятся максимально параллельные алгоритмы решения, использующие какую-либо абстрактную архитектуру (парадигму) мелкозернистого параллелизма, а для конкретных

параллельных компьютеров создаются средства реализации параллельных процессов заданной абстрактной архитектуры. В результате появляется эффективный аппарат производства параллельных программ.

Нейроинформатика поставляет универсальные мелкозернистые параллельные архитектуры для решения различных классов задач. Для конкретных задач строится абстрактная нейросетевая реализация алгоритма решения, которая затем реализуется на конкретных параллельных вычислительных устройствах. Таким образом нейросети позволяют эффективно использовать параллелизм.

Несмотря на недостатки, нейрокомпьютеры могут быть успешно использованы в различных областях.

– Управление в режиме реального времени: самолетами, ракетами и технологическими процессами непрерывного производства (металлургического, химического и др.);

– Распознавание образов: человеческих лиц, букв и иероглифов, сигналов радара и сонара, отпечатков пальцев в криминалистике, заболеваний по симптомам (в медицине) и местностей, где следует искать полезные ископаемые (в геологии, по косвенным признакам);

– Прогнозы: погоды, курса акций (и других финансовых показателей), исхода лечения, политических событий (в частности результатов выборов), поведения противников в военном конфликте и в экономической конкуренции;

– Оптимизация и поиск наилучших вариантов: при конструировании технических устройств, выборе экономической стратегии и при лечении больного.

Этот список можно продолжать, но и сказанного достаточно для того, чтобы понять, что нейрокомпьютерные средства могут занять достойное место в современном обществе.

#### Литература:

1. А. Горбань, Д. Россиев. Нейронные сети на персональном компьютере. //Новосибирск: Наука, 1996.
2. Ф. Уоссермен, Нейрокомпьютерная техника, М., Мир, 1992.
3. Итоги науки и техники: физические и математические модели нейронных сетей, том 1, М., изд. ВИНТИ, 1990.

## Высокочастотный трейдинг: торговые роботы

Польшакова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент;

Макаренко С. В., магистрант

Орловский государственный аграрный университет

*В настоящее время ведущие позиции в различных сферах человеческой деятельности прочно занимают инновационные технологии. Опережающее развитие глобальной инфраструктуры современных телекоммуникационных систем определило необходимость в их внедрении на мировые фондовые биржи.*

*Основным трендом, способствующим повышению рыночной активности, ликвидности торгов и краткосрочной волатильности на мировых фондовых биржах, стало бурное развитие высокочастотной биржевой торговли посредством применения торговых роботов.*

**Ключевые слова:** трейдинг, биржевая торговля, торговый робот, фондовая биржа, колокейшн.

*Keywords: trading, stock trading, trading robot, stock exchange, colocation.*

Высокочастотная биржевая торговля или высокочастотный трейдинг (от англ. High Frequency Trading) — это форма автоматической торговли, в которой применяются алгоритмы для идентификации торговых возможностей и быстрого исполнения большого количества ордеров [1].

Рост количества биржевых сделок с применением технологий высокочастотного трейдинга наглядно интерпретирован на рис. 1 [4]:

Линия тренда, представленная на рис. 1 действительно подтверждает ранее высказанное мной утверждение. За последнее десятилетие активность внедрения технологий высокочастотной биржевой торговли находится на высоком уровне.

Так ведущие мировые фондовые биржи увеличили доли биржевых сделок с применением торговых роботов с 38% до 59%. Провал в линии тренда, а именно 2008 г., можно объяснить снижением деловой активности профессиональных участников фондового рынка в результате мирового экономического кризиса.

Компании, которые занимаются высокочастотной биржевой торговлей являются прогрессивным инструментом, определяющим условия существенного увеличения ликвидности, роста эффективности и снижения затрат инвесторов на мировых финансовых рынках [2].

Основное вооружение современного трейдинга представлено математическими алгоритмами, компьютерами, совершающими сделки на бирже за миллисекунды, программистами и математиками.

Высокочастотные трейдеры при программировании торговых роботов используют несколько вариантов стратегий, основными из которых являются стратегии обеспечения ликвидности, стратегия статистического арбитража и стратегия поиска ликвидности [2].

В стратегии обеспечения ликвидности, торговый робот пытается заработать на спреде (разнице) спроса и предложения, который отражает разницу, по которой продавцы готовы продать, а покупатели купить. Высокая волатильность

(нестабильность цен, колебания) и широкий спред могут принести HFT-трейдеру прибыль. Но в то же время он становится поставщиком ликвидности и сужает этот самый спред, как бы исполняя роль маркетмейкера (выставляют одновременные котировки на покупку и на продажу). Ликвидность и маленький спред также являются важными показателями, поскольку они снижают торговые издержки и позволяют точнее определить стоимость торгуемых активов.

Трейдеры же, которые используют арбитражные стратегии, ориентируются на корреляцию между ценами производных инструментов и их базовых активов. Например, графики акций Coca-Cola и PepsiCo выглядят одинаковыми и они так же одинаково реагируют на новости. Если эта взаимосвязь нарушается и цена одной акции вырастает, а другой падает, то появляется возможность заработать на этой неэффективности [6]. Стратегии по поиску ликвидности исследуют рынок в поисках крупных заявок, путем посылки небольших ордеров, которые помогают обнаружить большие скрытые заявки.

Все стратегии высокочастотного трейдинга объединяет то, что для эффективной работы им требуются бескомпромиссно низкие временные задержки, причём торговый робот успевает выставить и закрыть сотни или даже тысячи ордеров. Скорость — это определяющая характеристика высокочастотного трейдинга. Поэтому, в целях успешной коммерческой деятельности компании на фондовой бирже, необходимо с быстротой молнии совершать торговые операции [3].

Для торгового робота десятая доля секунды или 100 миллисекунд — столько времени нужно, чтобы человеку моргнуть глазом — это практически вечность.

Механизм функционирования торгового робота заключается в том, что он с помощью специальных алгоритмов ищет расхождение в ценах на аналогичные активы на разных торговых площадках и стремится как можно быстрее их ликвидировать, т. е. покупает там, где дешевле и продаёт там, где дороже [3].

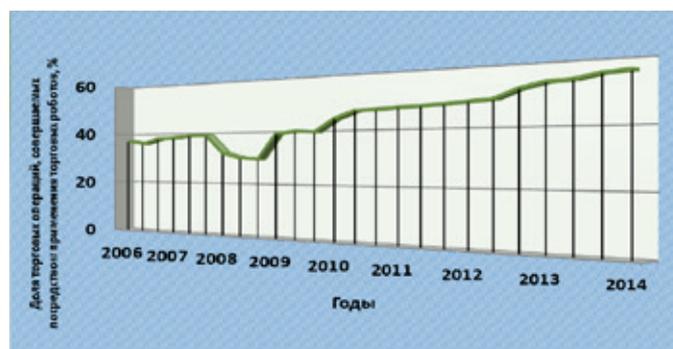


Рис. 1. Динамика внедрения технологий высокочастотной биржевой торговли на мировых фондовых биржах (взята с официального сайта Постоянного бюро Международного статистического института — International Statistical Institute (ISI))

В виду того, что на фондовой бирже существуют другие автоматизированные трейдинговые системы, шанс на гарантированную прибыль утекает быстрее, чем песок сквозь пальцы. Поэтому роботам важно опередить своих конкурентов. И здесь на счету каждая наносекунда.

В высокочастотном трейдинге также важно такое понятие как Co-location (колокейшн), т.е. насколько близок сервер компании, который получает информацию и может её обрабатывать и выработать какие-то сигналы на покупку, продажу, близко расположен к биржевому серверу. Фактически Co-location предполагает, что сервер компании расположен в одном здании или помещении с биржевым сервером биржи [1].

В настоящее время многие биржи предоставляют такие услуги. В частности в России такую услугу предоставляет Московская межбанковская валютная биржа (ММВБ). Стоимость установки 1 единицы оборудования составляет 740 долларов., а ежемесячная плата за лучший канал связи примерно 3 тыс. долларов. За эту привилегию на американских биржах приходится платить не менее 15 тыс. долларов в месяц также за один слот в стойке [5].

Однако, кроме Co-location важен и канал связи. Если 5 лет назад торговому роботу для оптимальной по времени передачи данных было достаточно оптоволоконной линии, по которой сигнал распространялся со скоростью 200 тыс. км в с. или 2/3 от скорости света, то на текущий момент развития высокочастотного трейдинга эта скорость обмена информацией оказалась слишком медленной. Идеал 299700 км/с, т.е. скорость света в вакууме. Сейчас высокочастотные трейдеры без устали пытаются найти идеальное решение этой проблемы. Пока, с внедрением новейшей системы инфракрасных лазеров и микроволновых радиосвязей, удалось разработать каналы связи, которые лишь на 0,001% медленнее эталона [1].

Думаю, что для всех очевидно, что если есть компании, которые могут получать молниеносную информацию с биржи и также быстро отправлять свои заявки, то они имеют возможность зарабатывать как на том, что они ку-

пили, продали, так и на том, что они не позволили купить или продать другой компании.

Самым ярким примером борьбы за «лакомые кусочки» (Co-location и каналы связи) является «Хорда капитализма» (рис. 2) [7]:

«Хорда капитализма» — это дорога жизни для американских торговых роботов, которая расположена между Авророй пригородом Чикаго и городком Мава на севере Нью-Джерси. Их разделяют 1180 км.

В Чикаго расположена биржа фьючерсов и опционов, а в Нью-Джерси серверы Нью-Йоркской фондовой биржи (NYSE) и площадки Автоматизированных котировок Национальной ассоциации дилеров по ценным бумагам (NASDAQ).

Каждый пытается выставить свои передатчики как можно ближе к идеальной геодезической дуге между этими точками, но из-за того, что радиоликвидоры необходимо разнести в пространстве, чтобы они не забивали сигнал друг друга, идеальный путь достаётся не всем (рис. 3) [7]:

Пока самый лучший результат у компании с MacKay-Brothers. Котировки переносятся из одной биржи в другую через 22 станции за 4,09 миллисекунды. Остальные провайдеры остались далеко позади. От ближайшего конкурента лидера отделяют 60 тыс. наносекунд.

Во власти торговых роботов в мгновение ока обвалить или разогнать котировки. Самый яркий пример крах в 14:45 ч. 6 мая 2010 года. Тогда основные индексы рухнули на 9,2% за минуту и через 2 минуты отыграли обвал цен (рис. 4) [8]:

Свежий пример — обвал котировок спортивного производителя Nike (рис. 5) [8]:

Рис. 5 демонстрирует, что 13 июня 2014 через 2 минуты после начала торгов котировки Nike за 500 миллисекунд потеряли около 2%. Торговые роботы пытались переиграть друг друга, выставляя сотни ордеров на покупку и продажу, что привело к тому, что капитализация Nike в мгновение ока уменьшилась на 1,2 млрд. \$ без каких-либо значимых корпоративных новостей. Инвесторы устают от таких аномалий. И уже 2 сентября 2014 года 3 крупных юридических компаний подали иски на NYSE,

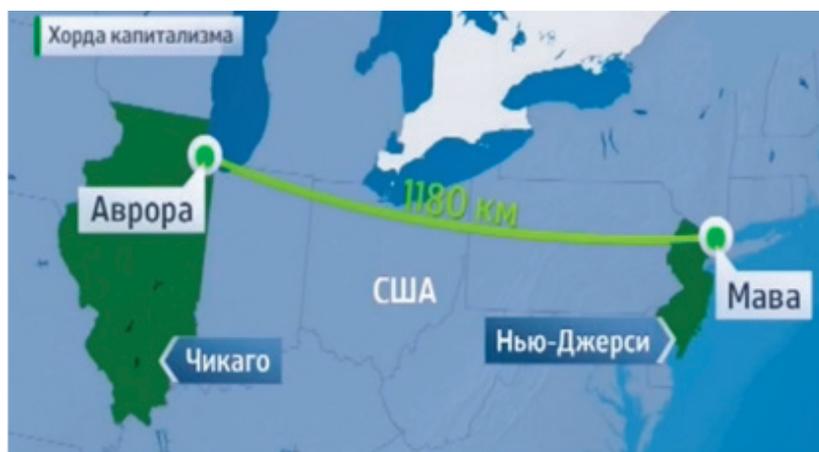


Рис. 2. Хорда капитализма



Рис. 3. Пути сигналов между главными торговыми площадками США

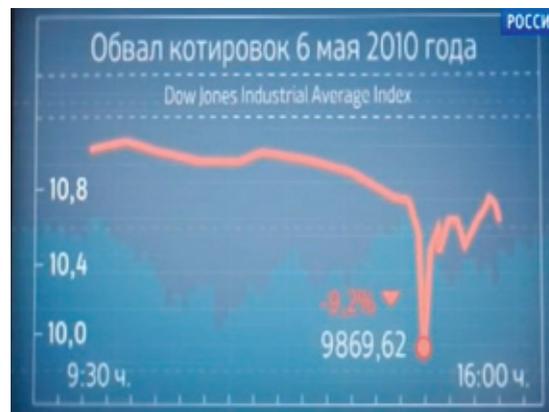


Рис. 4. Обвал котировок 6 мая 2010 года



Рис. 5. Обвал котировок Nike 13 июня 2014 года

NASDAQ, CHX, Barclay (владеет одним из крупнейших темных пулов ликвидности), обвиняя их подобных аномалиях фондовых торгов. В настоящее время иски находятся на стадии судебного разбирательства [6].

Таким образом, можно смело утверждать, что высокочастотный трейдинг представляет собой высокотехнологичную спекулятивную торговую борьбу на фондовой бирже.

Положительным моментом использования торговых роботов является их точность и скорость. Торговый робот

не совершает ошибок (если конечно ошибка не закралась в код программы при ее создании) и при этом молниеносно рассчитывает все входные и выходные данные с точностью до нескольких знаков после запятой, что крайне проблематично осуществить человеку. К плюсам использования торговых роботов следует добавить такие значимые факторы как усталость и масштабируемость, т.е. робот не устает, он готов работать 24 часа в сутки с любым объемом информации. И, наконец, самым большим плюсом

торговых роботов является то, что они не подвержены эмоциям и в любой ситуации строго придерживается своей запрограммированной логики.

Отрицательным моментом в использовании торговых роботов является, конечно же, сложность его программирования, отсутствие возможности в принятии решения в нестандартных торговых ситуациях и отсутствие в программе реакции на внешние факторы (отсутствие напряжения в электрической сети, иные чрезвычайные ситуации...), что

может привести к незапланированным убыткам. Отсутствие эмоций, один из плюсов торгового робота, является так же и минусом. Робот может без какого-либо смущения может спустить весь капитал за один день. Поэтому, при создании программы это необходимо учитывать.

И в завершении хочется отметить, что торговые роботы — это локомотив, способствующий дальнейшему инновационному развитию не только фондовых рынков, но и всей финансовой системы в целом.

#### Литература:

1. Сафин, В. И. Торговая система трейдера: фактор успеха. — С. — П.: ПИТЕР, 2013. — 496 с.
2. Польшакова, Н. В., Никитина А. В. Информационные технологии банковской деятельности в РФ и их нормативно-правовое регулирование. // Молодой ученый. 2015. № 6 (86). с. 55–58.
3. Динамика внедрения технологий высокочастотной биржевой торговли на мировых фондовых биржах [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.isi-iospress.nl/journal/statistical-journal-of-the-iaos> 587.
4. Тарифы на услуги Co-location [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.micex.ru/services/technical-access/colocation/1661>
5. Корреляция акций Coca-Cola и PepsiCo [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.investing.com/equities/coca-cola-pepsico-advanced-chart>
6. Официальный сайт телеканала Вести: экономика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vestifinance.ru/videos/18216>
7. Обвал на финансовых рынках. Российская газета. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rg.ru/sujet/4466/rgy>

## Информационные технологии в обеспечении процесса Lifelong learning в сфере туристского бизнеса

Таранова Эльвира Николаевна, студент;  
Лаврушина Елена Геннадьевна, старший преподаватель  
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

*Статья раскрывает проблемы разработки методов непрерывного образования на основе информационных технологий. Предлагается создание единой информационной среды для членов туристической сферы, так как задача специалиста в любой области — максимально изучить информационные массивы. Профессиональные способности поиска, преобразования и применения на практике знаний оказываются основополагающими в сфере самообразования, самоподготовки и повышения квалификации.*

**Ключевые слова:** *качество подготовки специалистов, создание единого информационного пространства, повышение квалификации, связь информационной грамотности и непрерывного образования, методы непрерывного образования.*

Система Life-Long learning постепенно входит в состав современного информационного общества. Одним из ведущих направлений усовершенствования современного образования и обеспечения развития непрерывного образования являются информационные технологии. Они являются ключевым фактором в непрерывном образовании и первым шагом на пути к достижению образовательных целей. Сотрудники должны развивать свои информационные умения в течение всей жизни, и здесь руководители предприятий играют ключевую роль в обеспечении

информационной подготовки. Руководителям необходимо помогать сотрудникам в их готовности обретать и совершенствовать навыки и умения для продолжения образования.

На данный момент иначе понимаются этапы жизни человека, уходит в прошлое традиционное деление жизни на период учебы, труда и профессионального становления. Понимаемое таким образом непрерывное образование означает обучение, продолжительность которого, равна продолжительности жизни человека.

Life-long learning предполагает, что людям необходимо возобновлять свое обучение в течение всей жизни как посредством неформальных методов («ежедневное обучение — извлечением нового опыта из самой жизни»), так и путем неоднократного получения формального образования, обновления знаний, участия в тренингах, курсах повышения квалификации. Цель — получение и улучшение имеющихся навыков и квалификаций в связи с существующими потребностями личного, социального или профессионального характера.

Lifelong Learning охватывает предоставляет каждому индивиду возможности выбора видов деятельности, регионов и стран, необходимое для того, чтобы отшлифовать свои знания и умения и использовать их оптимальным образом. Непрерывное образование и приобретение соответствующих времени необходимых навыков рассматриваются в качестве ответов растущей конкуренции и использованию новых технологий.

В связи с развитием и распространением информационных и коммуникационных технологий, формированием глобальной системы знаний появились новые возможности в сфере повышения эффективности труда.

Основная образовательная ценность информационных технологий — в создании интерактивной среды обучения с почти неограниченными потенциальными возможностями. Новые информационные технологии облегчают ориентирование в изменениях туристической сферы.

Lifelong learning рассматривается как инструмент для продвижения идей информационного общества и общества, основанного на знаниях. Информация стала исключительно важным источником для мировой экономики и, конечно, базовым компонентом образования и научно-технического прогресса. Однако информация сама по себе не предоставляет возможности стать информационно грамотным. Грамотность определяется как «состояние образованности». Понятие «информационная грамотность» может пониматься и как компьютерная грамотность, и как медиаграмотность. Также она связана с такими видами грамотности, как владение информационными технологиями, цифровой и сетевой грамотности.

У компетентного сотрудника присутствует возможность осознания своих потребностей в информации, ее идентификации, получения доступа, извлечения, оценки, организации и использования. Для того чтобы стать информационно компетентным, надо знать, как можно получить пользу от мира знаний, и включить опыт других в свое образование.

Информационная грамотность представляет собой комплекс умений, тогда как обучение на протяжении всей жизни представляется хорошей привычкой.

Таким образом, если техническое обеспечение открывает доступ к информации в нужное время и ее достаточную полноту, то овладение информационными умениями делают эту возможность действительной. Нужно лишь овладеть способами обработки данных, методам исследования, изучения, систематизации информации.

От туристических предприятий требуется организация процесса непрерывного обучения своего персонала на совершенно ином качественном уровне, выбора альтернативных форм и методов обучения. Для этого на предприятии может быть создана единая информационная среда, объединяющая комплекс программно-технических средств, интеллектуальные и информационные ресурсы фирмы. Образовательная среда в сфере туризма откроет доступ к образовательным ресурсам, возрастет мобильность слушателей, начнет развиваться модульное обучение. Также создание единого информационного пространства позволит в короткие сроки с высокой эффективностью осуществить обучение (повышение квалификации, переподготовку) специалистов и руководителей. Это позволит фирме улучшить подготовку специалистов, при этом учитывая изменения, происходящие на туристическом рынке.

Перечисленные возможности информационных технологий и компьютерных средств обучения допускает организацию подготовки сотрудников в виде взаимосвязанной деятельности на каждом шаге обучения.

WEB-технологии представляют возможным создание сетевых сообществ на базе институтов повышения квалификации (консультирование, обмен опытом, апробация методик, обмен знаниями).

Использование Web-технологий обусловлено развитием сети Интернет, которая имеет значительный потенциал для развития образования.

Причины активного использования сети Internet:

1. Сетевые технологии исключают препятствия для возможности поиска единомышленников, находящихся на расстоянии
2. Эффективный и быстрый обмен информацией
3. Использование Internet с целью обучения при использовании каналов визуализации.

Специфика подготовки менеджеров в туризме и гостеприимстве в современных условиях заключается в использовании разнообразных методов обучения, гибкости

Таблица 1. Методы для Life-long learning и информационные технологии для их использования

Метод	Способ использования	Программы
Видео-курсы, тренинги	Создание видео уроков	CamStudio, Jing, Webinaria, Wink, UltraVNC Screen Recorder, Windows Media Encoder, BB FlashBack Express, CaptureFox, Krut, TipCam, TotalScreenRecorder, Fraps
	Создание видеокурсов	CamtasiaStudio, AutoPlayMediaStudio, AdobePhotoshop

<p>Дистанционное обучение Метод информационного ресурса Email-консультации Сетевое взаимодействие (деловые, дидактические, игры) Сетевые сообщества</p>	<p>— Ввод курсов дистанционного обучения; — отображение введенной информации с целью ее контроля и редактирования; — преобразование информации (изменения формы представления данных, перекодировки, трансляции, выполнения арифметических и логических операций, изменения структуры данных и т.п.); — хранение различной информации; — отображение итоговых и промежуточных результатов решения заданий и тестовых работ; — оперативное общение участников учебного процесса между собой и с системой в процессе обучения.</p>	<p>Компьютеры Внешние запоминающие устройства Устройства ввода-вывода информации Устройства оперативной связи с компьютером (дисплеи, мультимедийные и графические проекторы, камеры, интерактивные доски, устройства речевого ввода-вывода, устройства управления курсором и т.п.). Устройства машинной графики (устройства кодирования графической информации, дигитайзеры, плоттеры, графические дисплеи, устройства управления курсором, растровые печатающие устройства и т.п.). Устройства подготовки данных Устройства связи с мультимедийным и лабораторным оборудованием Технические средства теледоступа и компьютерных сетей (мультиплексоры передачи данных, аппаратура передачи данных, сетевые контроллеры, связанные процессоры, каналы связи и т.п.).</p>
<p>Лекции Кейс-технологии</p>	<p>Форумы, online-лекции, слайд-лекции</p>	<p>1. Различная проекционная звуковоспроизводящая аппаратура (акустические системы 2.1 и 3.0) 2. Проекторы (Проектор BenQ MS619ST, InFocus IN114, NEC M311X, И т.д.) видеоманитофоны, диапроекторы, графопроекторы (кодоскопы), магнитофоны; тренажеры; технические средства контроля; устройства для программированного обучения, персональные компьютеры со всеми их дополнительными устройствами Подготовка и демонстрация электронных презентаций-Lotus Freelance, Microsoft Power Point, SPC Harvard Graphics</p>
<p>Мастер-класс Метод телекоммуникационных проектов; Метод реификации</p>	<p>Обучение графическому дизайну и обработке изображений Обучение макетированию и верстке Обучение компьютерной графике и анимации Создание сайтов Обучение финансовому анализу Обучение инвестиционному анализу Обучение навыкам работы управления документами, овладение инструментами моделирования и анализа бизнеса</p>	<p>Графические пакеты Photoshop, CorelDraw Adobe Illustrator, Adobe InDesign, Adobe Photoshop CorelDRAW, Photoshop, 3D-Max Adobe Dreamweaver, Microsoft FrontPage, Microsoft Office SharePoint Designer, Microsoft Expression Web Программы «Альт-Финансы» (фирма «Альт-Инвест»), Audit Expert (Expert Systems), «Мастер Финансов. Анализ» (консультационная группа «Воронов и Максимов») Программы Project Expert (Expert Systems), «Альт-Инвест» (фирма «Альт-Инвест»), «ИНЭК-Аналитик» (ИНЭК) «PC DOCS, Inc». DOCS Open, DOCS Fusion</p>
<p>Программы-переводчики</p>	<p>Перевод</p>	<p>Prompt (Промт), Stylus, Socrat, Промт, Oxford Elementary, ABBYY Lingvo. Системы онлайн-перевода текста (Google Translate) (<a href="http://translate.google.ru">http://translate.google.ru</a>) и Промт (<a href="http://www.translate.ru">www.translate.ru</a>).</p>
<p>Видеоконференции Метод компьютерных конференций</p>	<p>Дистанционное обучение</p>	<p>Системы Adobe Acrobat Connect, Openmeetings, Tixeo, Mirapoli, Lifestize, Skype</p>

преподавания, учете состава аудитории, состояния духа и реакций, способности воспринимать тот или другой материал, применение педагогами импровизаций в учебном процессе для максимального приближения обучающихся к реальным ситуациям и принятию адекватных управленческих решений.

Важнейшим недостатком в становлении бизнес — образования является то, что медленно идёт определение его целей, специфики форм и методов. В связи с этим следует инициировать разработку методического обеспечения их применения в учебном процессе.

### Заключение

Использование информационно—технических средств позволяет качественно изменить содержание, методы

и организационные формы обучения. При этом предполагается наличие открытой информационной среды обучения, экспертно-обучающие системы, программы моделирования и вычисления, доступ к локальным и удаленным базам данных, информационным массивам и т.п. При функционировании системы обучения, сочетающей в себе современные достижения педагогической науки в сфере непрерывного профессионального образования и внутрифирменной подготовки кадров, новыми методами ведения бизнеса, результатом станет динамично и результативно развивающаяся организация, успешный разноплановый туристский бизнес. Цель, стоящая перед специалистами сферы образовательных информационных технологий — отбирать и рекомендовать определенные пакеты сервисов, которые помогут руководителям туристической фирмы решать специфические проблемы.

### Литература:

1. Кизим, А. В. Информационные технологии в туризме: учебно-методическое пособие / А. В. Кизим. — Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. — 146 с.
2. Плотникова, Н. И. Комплексная автоматизация туристского бизнеса Издательство: Советский спорт, 2001 г., 65 стр. — [Электронный ресурс] — Код доступа: <http://www.twirpx.com/file/320164/>
3. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 06.04.2015) «Статья 196. Права и обязанности работодателя по подготовке и дополнительному профессиональному образованию работников» — [Электронный ресурс] — Код доступа: [http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=177649](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=177649)
4. Чернов, В. А. Управление экономическими системами (на примере молодежной бизнес-команды в сфере туризма): учебное пособие / В. А. Чернов, Л. М. Курбанова, Е. Ю. Римлянд; под. общ. ред. Е. Ю. Римлянд. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. — 80 с.
5. М. Коулз, О. Н. Олейникова, А. А. Муравьева Национальная система квалификаций. Обеспечение спроса и предложения квалификаций на рынке труда. — М.: РИО ТК им. А. Н. Коняева, 2009—115 с.
6. Аношкина, В. Л., Резванов С. В. Образование. Инновация. Будущее. (Методологические и социокультурные проблемы). — Ростов, 2001. — С.34—55; Сергеев Н. К. Реализация идеи непрерывности в профессиональном педагогическом образовании [Электронный ресурс]. URL:// [http://www.borytko.nm.ru/papers/subiect5\\_3/sergeev.htm](http://www.borytko.nm.ru/papers/subiect5_3/sergeev.htm).
7. Чернов, В. А. Управление экономическими системами (на примере молодежной бизнес-команды в сфере туризма): учебное пособие / В. А. Чернов, Л. М. Курбанова, Е. Ю. Римлянд; под. общ. ред. Е. Ю. Римлянд. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. — 80 с.
8. Коулз, М. Национальная система квалификаций. Обеспечение спроса и предложения квалификаций на рынке труда / М. Коулз, О. Н. Олейникова, А. А. Муравьева. — М.: РИО ТК им. А. Н. Коняева, 2009—115 с.
9. Косолапов, А. Б. Менеджмент в туристической фирме: учебное пособие / А. Б. Косолапов. — М.: КНОРУС, 2009. — 256 с.
10. Козыренко, В. П. Информационно-техническое обеспечение учебно-воспитательной и научной работы в системе непрерывного образования / В. П. Козыренко // Непрерывное образование как принцип функционирования современных образовательных систем: (первый опыт становления и развития в Украине): моногр. / под общ. ред. В. И. Астаховой; Нар. укр. акад. — Харьков: Изд-во НУА, 2011. — с. 130—139.
11. Роберт, И. В. Информационные и коммуникационные технологии в образовании / И. В. Роберт, С. В. Панюкова, А. А. Кузнецов, А. Ю. Кравцова-М.: Дрофа, 2008. — 320 с.
12. Усков, В. Л. Качество электронного образования / В. Л. Усков, А. Д. Иванников, А. В. Усков / Информационные технологии. 2007. № 3. С. 24—30
13. Андреев, А. А. Направления применения сервисов Интернета Web 2.0 в учебном процессе. Информационные технологии в гуманитарном образовании / А. А. Андреев, Т. А. Семкина., В. А. Леднев // Материалы Международной научно-практической конференции (Пятигорск, 24—25 апреля 2008 г.): В 2 ч. Ч. I. Пятигорск: ПГЛУ, 2008. с. 39—45.

## Моделирование движения инерционного транспортного робота с выбором квазиоптимальной траектории при наличии внешних помех и априорной недостаточности информации

Третьякова Валентина Игоревна, магистрант;

Мусатенко Ксения Алексеевна, магистрант

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Рассматривается постановка лабораторной работы, связанной с моделированием движения транспортного робота по квазиоптимальной траектории при недостаточной априорной информации и при наличии неконтролируемых возмущений. Работа предназначена для студентов технических ВУЗов по дисциплине «Моделирование робототехнических систем».

В настоящее время широкое распространение среди студентов получили международные соревнования роботов. Разработано значительное число вариантов проведения робототехнических соревнований, в которых состояются различные типы роботов с различными целевыми функциями [1].

Основной целью проведения соревнований является определение наиболее эффективного робота, который способен, согласно регламенту, победить своих соперников. На уровне планирования движения робота предполагаются известными: цель движения, наличие различных датчиков внешней среды и описание полигона — пункты обхода и возможные препятствия. Для построения наилучшей траектории движения используются различные интуитивные алгоритмы действий.

Одним из таких видов соревнования является «Слалом по линии», регламент этого вида соревнований содержит в себе условия состязания роботов, требования к характеристикам робота и к полигону, правила отбора победителя [2].

Роботу необходимо за наиболее короткое время пройти трассу (рис. 1), от начала до конца, при наличии на трассе препятствий (в данном случае — кегли). Робот должен

обходить препятствия попеременно с правой и с левой сторон, не допуская столкновения. На финише могут быть установлены ворота, которые необходимо также аккуратно не задевая пройти. Максимально допустимое время прохождения дистанции — 3 минуты.

На наш взгляд, при фиксированной курсовой скорости, минимизировать время прохождения трассы возможно за счет:

- уменьшения угла рысканья при движении по нелинейной траектории;
- учета инерционности робота при обходе препятствий (заблаговременно спланировать траекторию обхода с минимальным допустимым приближением к нему);
- при случайном расположении препятствий спланировать оптимальную, в смысле кратчайшего пути, траекторию обхода;
- в усложненном варианте, когда положение препятствий выявляется самим роботом с помощью некоторого датчика, потребуется решать задачу коммивояжера при недостаточной априорной информации.

Следование робота по определённому маршруту — это важная задача в робототехнике. В данной работе моделируется движение робота по найденной квазиоптимальной траектории, которая проходит по заданным точкам. Особенности модели состоят в том, что робот инерционный (не может мгновенно изменить курсовую скорость) и на него действуют помехи.

Для реализации решения задачи создана программа, в которой отображается движение робота по заданной

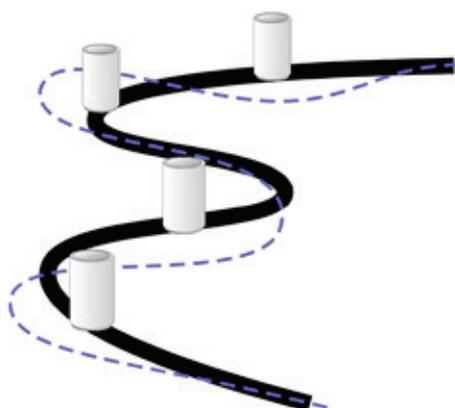


Рис. 1. Полигон «Слалом по линии»

траектории с «вихлянием» на трассе из-за действия помех, могут происходить «заносы» при поворотах и могут появляться в произвольный момент времени новые маяки.

Примером реальных задач могут быть: обслуживание раненых на поле боя, где необходимо минимальное время обслуживания и учет срочности оказания медицинской помощи. В связи с этим, проведены исследования с целью выяснения помех и синтез фильтров, уменьшающих это влияние.

### Описательная постановка задачи

Предполагается, что робот должен обойти контрольные точки и вернуться в исходную позицию по оптимальной траектории. Критерий оптимальности: минимальный пройденный путь или минимальное время прохождения траектории.

Однако, робот подвергается воздействию помех: на него действуют внешние силы, отклоняющие от заданной траектории (непроходимые участки местности, ветер — для летательных аппаратов, течение — для морского робота).

Координаты опорных точек робот определяет с помощью некоторого датчика радиально-кругового обзора. Но при нахождение в начальной точке, робот может не видеть некоторые контрольные точки, если они скрыты за местными объектами. В процессе движения они могут появляться в поле зрения робота и тогда он их запоминает.

Координаты могут определяться с ошибками по дальности и по углу. Т. е. робот будет ориентироваться не на истинное положение объекта, а на видимое с его точки зрения в данный момент.

Обход контрольных точек по оптимальной траектории — это известная задача «Коммивояжера». Она формулируется очень просто: на плоскости расположены  $N$  городов и заданы расстояния между ними. Требуется найти маршрут минимальной длины с посещением каждого города ровно один раз и с возвращением в исходную точку. В классической задаче коммивояжера целевой функцией, которую надо минимизировать, является стоимость обхода.

Но в нашем случае задача усложняется за счет отсутствия полной информации о положении контрольных точек.

Еще одна сложность связана с тем, что мы моделируем движение не идеального робота, а инерционного, что приводит к отклонению реальной траектории от заданной при движении по нелинейному маршруту.

### Уточненная постановка задачи моделирования движения робота

Построить динамическую программную модель обхода роботом опорных (контрольных) точек по оптимальной, в заданном смысле, траектории. При этом предполагается следующее.

- Робот движется в плоскости.
- На этой плоскости задаются координаты опорных точек.
- В начальный момент виртуальный *Робот (Клиент)* считывает координаты опорных точек и выдает их в программу *Оптимум (Сервер)*
- Программа *Оптимум* вычисляет оптимальную (в заданном смысле) траекторию и выдает в программу *Робот* последовательность обхода указанных точек.
- Предполагается, что количество опорных  $N$  точек задано, но в начальный момент программа *Оптимум* получает расстояния лишь среди  $K$  точек, остальные  $M = N - K$  могут добавляться в процессе движения робота по траектории. Выполняется соотношение:  $M \geq 0$  и  $M < K \leq N$ .
- На первом этапе решается классическая задача коммивояжера.
- Полученное решение, т.е. последовательность обхода контрольных точек выдается модулю *Робот*.
- Получив информацию, робот начинает движение и может обнаружить новые контрольные точки (например, новые цели).
- Информация о них выдается модулю *Оптимум*.
- Задача коммивояжера перестает быть классической и требуется модернизация алгоритма ее решения.
- Новый порядок оптимального обхода передается роботу.
- Робот — инерционный, т.е. наброс скорости (максимальное изменение скорости за один цикл управления) ограничен.
- На робот (или на координаты опорных точек) воздействуют неконтролируемые помехи с заданными параметрами распределения. Т. е. требуется разработать адаптивные алгоритмы управления, минимизирующие влияние внешних воздействий на качество управления.

### Математическая постановка задачи

Имеется  $n$  контрольных точек с номерами  $1, 2, \dots, n$ , для каждой пары точек  $i$  и  $j$  задано расстояние  $c[i, j]$  между ними. Выходя из первой точки, робот должен побывать во всех остальных контрольных точках по одному разу и вернуться в исходную.

Требуется определить, в каком порядке следует обходить контрольные точки, чтобы суммарное пройденное расстояние (или время обхода) было бы наименьшим.

Для решения данной задачи, в интегрированной среде визуального программирования *Delphi 7*, была реализована компьютерная модель «Планирование оптимального маршрута транспортного робота» (рис. 2), состоящая из двух модулей. Первый модуль предназначен для студентов и позволяет проводить лабораторную работу по решению задачи о коммивояжере, этот модуль может осуществлять проверку результата. Другой модуль, предназначенный исключительно для преподавателя, решает задачу автоматически выбранным методом.

Интерфейс программного модуля *Оптимум* позволяет:

- задавать матрицу расстояний или получать ее от виртуальной модели робота (модуль *Робот*),
- задавать алгоритм расчета оптимальной траектории (метод ветвей и границ, полный перебор, жадный алгоритм),
- выводить графическое отображение результатов, отправлять сигнал о готовности модулю «*Робот*»,
- зафиксировать время, затраченное на расчет выбранным алгоритмом в формате (мин.: сек.: миллисек.).

Программа получает от модуля *Робот* матрицу расстояний, обрабатывает её и отправляет обратно оптимальный путь обхода.

В случае возникновения новых данных появляется сигнал «обнаружена новая точка», после чего *Робот* должен «принять» информацию и отправить в обработку.

Математическая модель нестационарной задачи оптимизации строится как декомпозиция сменяющих друг друга стационарных задач. Предыдущий результат оптимального пути «обновляется и отправляется» программе *Робот* для графического отображения извлеченной информации.

Интерфейс программной модели *Робот* при наличии внешних помех представлен на рис. 3.

Виртуальный робот снабжен датчиком радиально-кругового обзора. Особенности такого датчика накладывают ограничение на восприятие местности: при нахождении в конкретной точке робота некоторые опорные точки могут быть невидимы из-за наличия других объектов. Координаты всех обнаруженных опорных точек запоминаются и передаются расстояния, между опорными точками

в виде матрицы расстояний, программе расчета оптимальной траектории.

Модель может функционировать в двух режимах: ручном и автоматическом.

Возможные состояния в автоматическом режиме: пуск, останов, сброс.

В ручном режиме могут задаваться:

- опорные точки траектории,
- курсовая скорость,
- величина наброса скорости,
- условия остановки движения (при попадании в заданную область одновременно по двум координатам или остановка отдельно по каждой из них),
- алгоритм управления (релейный закон, модифицированный релейный закон допускающий значение  $V=0$ , алгоритм следящей системы),
- тип фильтра (на основе вычисления регрессии, если помехи воздействуют непосредственно на робот, или сглаживание ошибок датчика определения координат маяка),
- уровень помехи.

В любом режиме интерфейс модели отображает состояния робота на каждом шаге его движения, указываются его координаты и отклонения от истинной траектории движения, показывается работа фильтра с учётом наложенного уровня помехи.

Также на экране отображается матрица расстояний между точками и полученная последовательность оптимальной траектории движения.

Движение робота происходит в декартовой системе координат, где робот из начальной точки движется последовательно по всем заданным опорным точкам до достижения конечной точки (рис.4). Длина пути в данном случае равна 199.

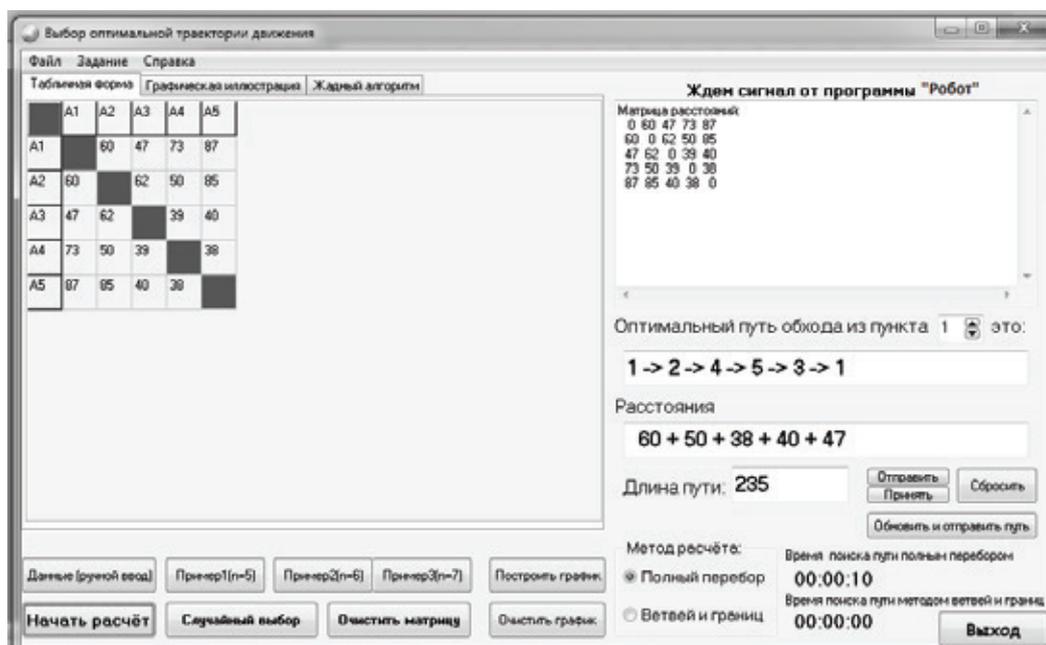


Рис. 2. Окно программы «Выбор оптимальной траектории движения робота»

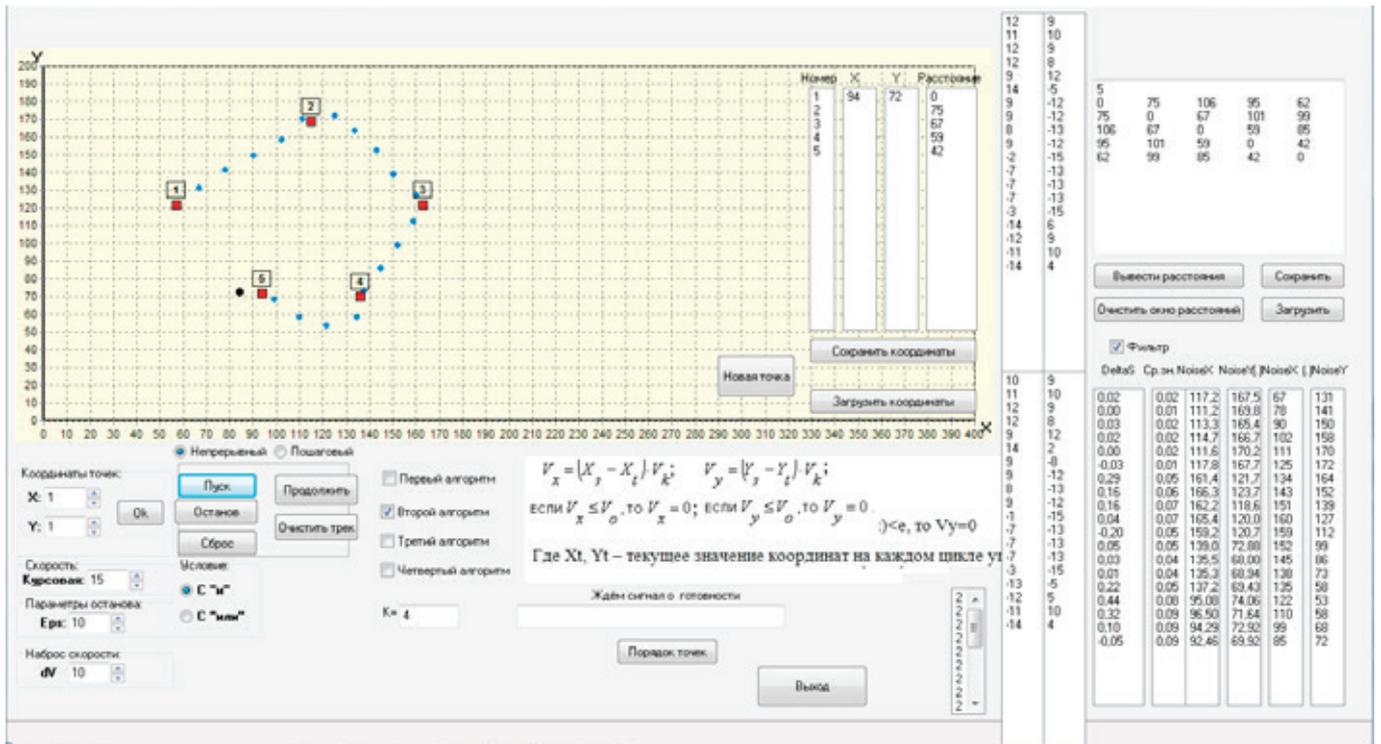


Рис. 3. Интерфейс программы *Робот*

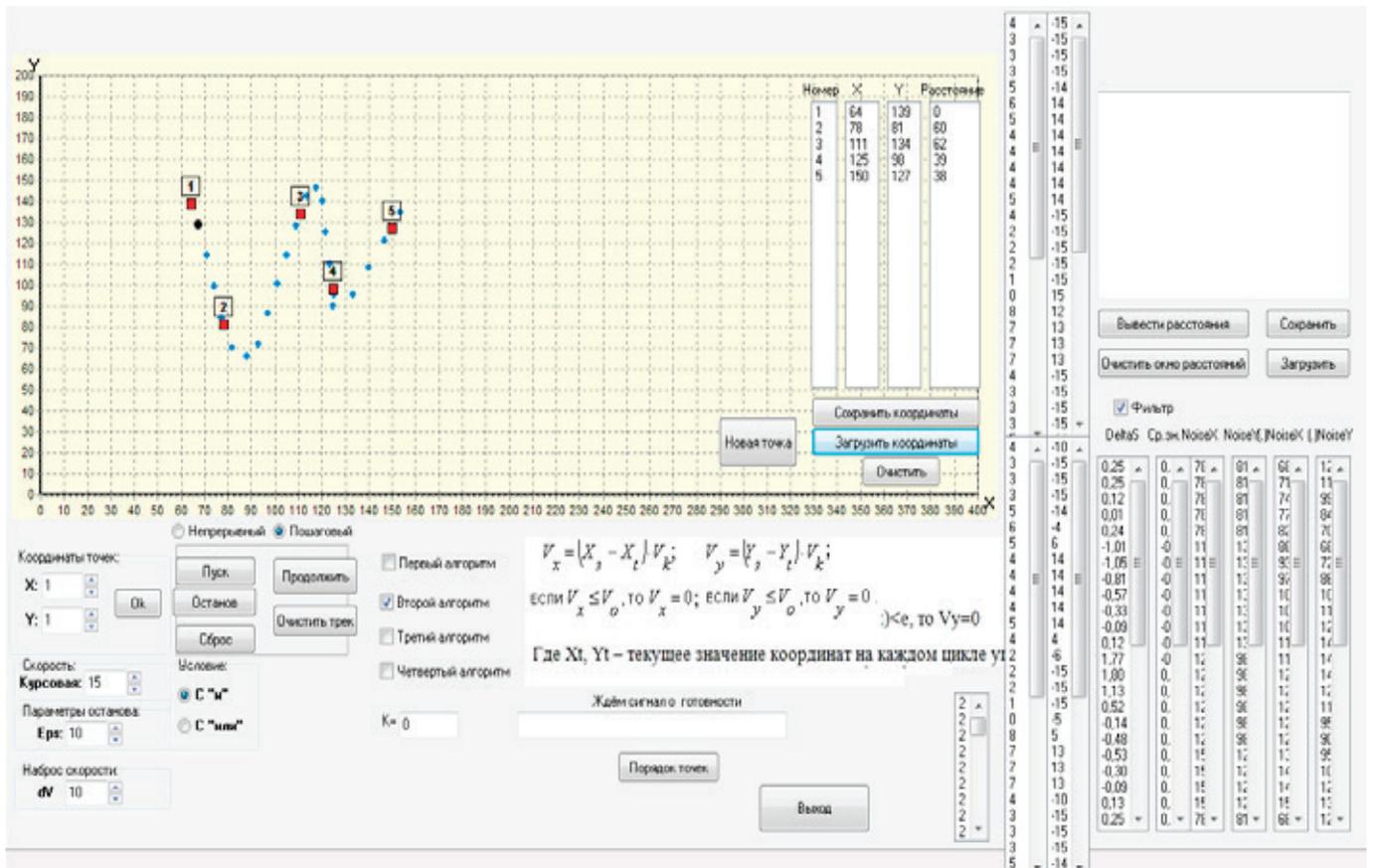


Рис. 4. Траектория движения робота (с начальным расположением точек)

Оптимальная последовательность движения робота по заданным точкам выдается в программу *Робот* (рис.5).

Длина пути равна 188. Данная последовательность действий повторяется при обнаружении новых опорных точек.

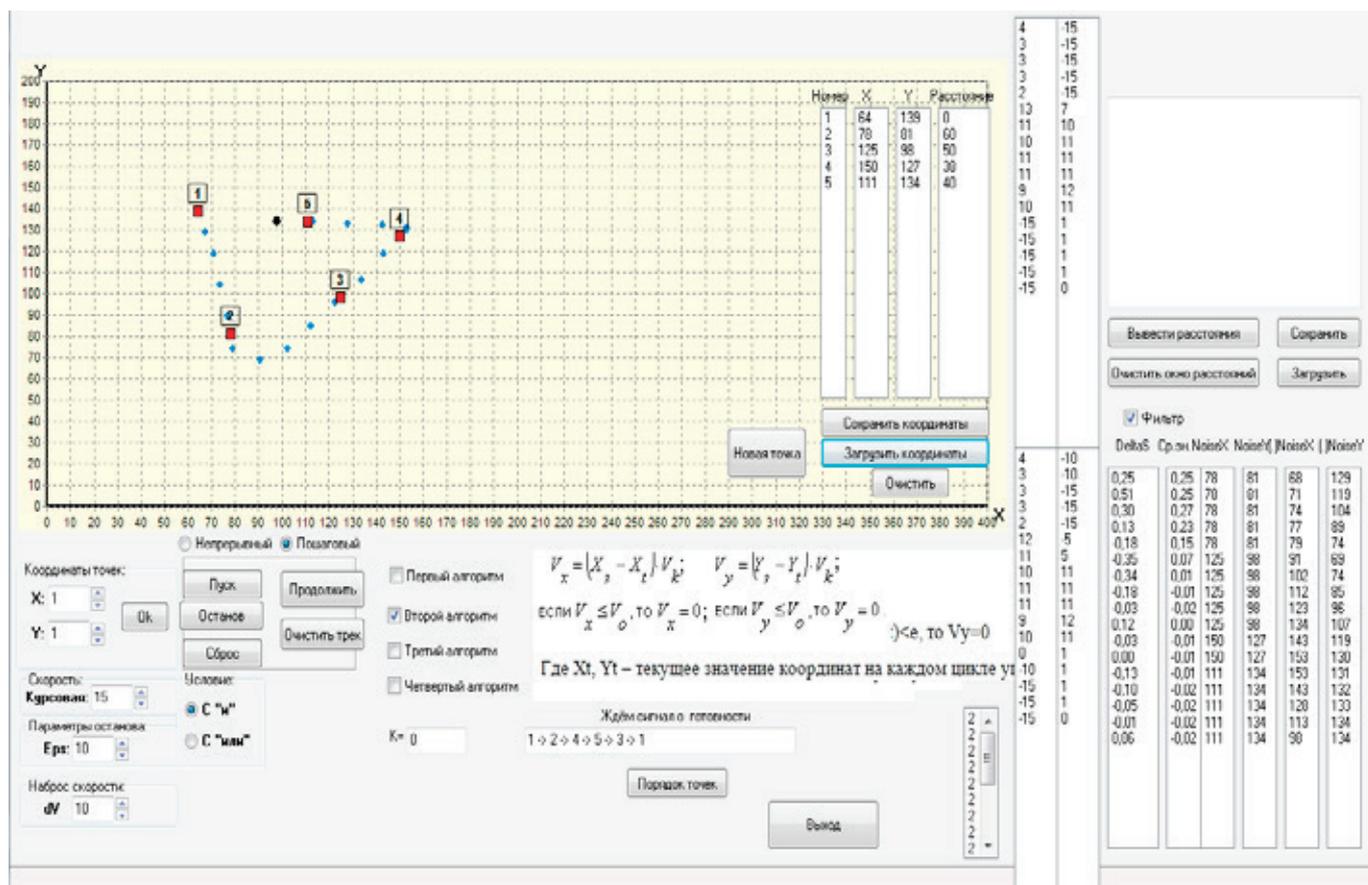


Рис. 5. Траектория движения робота (с оптимальным обходом)

На качество управления оказывают влияние внешние воздействия и ошибки датчиков робота. Ошибки датчиков не позволяют точно определить положение контрольных пунктов (КП) и вызывают ошибочное вычисление вектора скорости системой управления.

Ошибки могут быть связаны с неконтролируемым смещением робота за счет, например, ветра, наклона плоскости, по которой движется робот и т.п.

Очевидно, что для датчиков, измеряющих в полярных координатах, при приближении к КП ошибка управления будет уменьшаться, что видно из формулы

$$h = \frac{(y_0 - y_3) \cdot x_t + (x_3 - x_0) \cdot y_t + (x_0 \cdot y_3 - x_3 \cdot y_0)}{\sqrt{(y_0 - y_3)^2 + (x_0 - x_3)^2}},$$

где

$h$  — отклонение от заданной траектории,

$X_0, Y_0, X_3, Y_3$  — координаты начальной и конечной точек на данном участке траектории,

$X_t, Y_t$  — текущие координаты.

Для датчиков, работающих в Декартовой системе, ошибка будет увеличиваться при приближении к точке  $X_3, Y_3$  за счет угловой ошибки измерения пеленга на опорную точку.

Эти особенности следует учитывать при синтезе системы фильтрации помех.

Для решения поставленной задачи движения по заданным координатам был разработан соответствующий

алгоритм. Робот оснащён датчиком радиально-кругового видения, когда робот проходит первый раз по линии датчик видит определённый набор точек (маяков), и следует в соответствии с полученной информацией. После расчётов оптимальной траектории в программе «Выбор оптимальной траектории движения», приложение «Транспортный робот» запускается для проверки. В результате могут быть обнаружены точки, которые датчик не распознал раньше. В этом случае необходимо заново рассчитать оптимальный путь уже с учётом новой точки. Если на робот наложены помехи (т.е. уровень помехи не равен нулю), то на каждом шаге движения робота в программе отображается отклонение робота. Данный алгоритм позволяет исследовать движение транспортного робота при априорной недостаточности информации и при наличии помех.

**Разработанная модель позволяет задавать:**

- произвольную конфигурацию КП и их количество,
- фиксированную курсовую скорость,
- инерционность робота, за счет величины наброса скорости (изменение скорости за цикл управления),
- уровень помехи,
- последовательность обхода точек, с учётом рассчитанного оптимального пути,
- размер матрицы (количество пунктов назначения),
- базовый пункт (из которого начнется оптимальный путь обхода),
- метод расчета оптимальной траектории.

**Заключение**

Разработана программная модель транспортного робота, движущегося по квазиоптимальной траектории для

лабораторной работы по дисциплине «Моделирование робототехнических систем». Модель позволяет проводить исследования движения робота, при наличии помех и априорной недостаточности информации.

## Литература:

1. Академия робототехники [Электронный ресурс] // Типы соревнований. — Электрон. дан. — [Б. м.], 2014. — URL: <http://akagobo.ru/node/1> (дата обращения: 10.11.14)
2. Роботы, робототехника, микроконтроллеры [Электронный ресурс] // Регламенты соревнований роботов. — Электрон. дан. — [Б. м.], 2012. — URL: <http://myrobot.ru/sport/index.php?n=Reglaments.HomePage> (дата обращения: 4.11.14)
3. Раводин, О. М., Давыдова Е. М. Моделирование системы управления устройства ЧПУ/ Интеллектуальные системы в управлении, конструировании и образовании/ под ред. А. А. Шелупанова. — Томск: SST, 2001. — 224с. УДК 06061201 ISBN 5–89503–078–52.
4. Раводин, О. М., Бейнарович В. А. Принципы построения программного обеспечения копировально-фрезерных станков. // Аппаратно-программные средства автоматизации технологических процессов, — Изд-во ТУСУР. — Томск, 1998.
5. Раводин, О. М. // Гибкие производственные системы и робототехника. — Учебное пособие. Издание 2-ое переработанное и дополненное. — Томск: В-Спектр, 2007. — 260с.

## Программирование разностного метода решения одной задачи для уравнения гиперболического типа

Фазылова Лейла Сабитовна, старший преподаватель;  
Устинова Людмила Валерьевна, старший преподаватель;  
Пак Дмитрий Валерьевич, студент  
Карагандинский государственный университет имени Е. А. Букетова (Казахстан)

Процесс информатизации образования в Казахстане предполагает широкое внедрение компьютерных технологий в учебный процесс. Применение новых информационных технологий в учебном процессе позволяет повысить не только эффективность, но и качество подготовки специалистов [1]. При подготовке специалистов высшей квалификации по специальности «Математическое и компьютерное моделирование» изучение разностных методов решения уравнений в частных производных, является очень важной частью курса «Численные методы математической физики». Автоматизация решения задач данного типа во много раз ускорит учебный процесс и позволит студентам приобрести навыки математического и компьютерного моделирования различных физических процессов.

Авторами была разработана программа, которая позволяет автоматизировать процесс вычисления решения одной разностной задачи для волнового уравнения. Программа предназначена для освоения студентами разностного метода решения уравнений гиперболического типа и может применяться в учебном процессе.

В данной работе рассматривается проблема построения явной разностной схемы. Основная идея состоит в том, что после замены дифференциального уравнения гиперболического типа его конечно-разностной аппроксимацией получаются формулы, явно выражающие значения решения для одного расчетного временного слоя через значения решения на предыдущем временном слое. Таким образом, если известно решение в начальный момент времени, можно шаг за шагом (по слоям) найти решение для всех последующих моментов.

Постановка задачи [2]. Построить явную разностную схему для решения задачи, в которой имеется струна длиной  $L$ , натянутая между двумя точками оси  $Ox$ , точкой  $x=0$  и точкой  $x=L$ . Концы струны закреплены, начальное смещение струны описывается функцией  $f(x)$ , а начальная скорость — функцией  $g(t)$ .

Решается первая начально-краевая задача для волнового уравнения

$$\begin{aligned}
 u_{tt} &= u_{xx}, & 0 < x < L, & 0 < t < T, \\
 u(x, 0) &= f(x), & 0 < x < L, & \text{(начальное условие)} \\
 u_t(x, 0) &= g(x), & 0 < x < L, & \text{(начальное условие)} \\
 u(0, t) &= 0, & 0 \leq t \leq T, & \text{(краевое условие на левой границе)}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$u(L, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (\text{краевое условие на правой границе})$$

$L, T$  - заданные числа.

Требуется найти функцию  $u(x, t)$ , которая удовлетворяет дифференциальному уравнению (1) в области  $\bar{D} = [0, L] \times [0, T]$  и соответствующим условиям на ее границе.

Для аппроксимации производных в рассматриваемом уравнении используются центральные разностные производные второго порядка по времени  $t$  и по пространственной переменной  $x$ :

$$\frac{u_i^{n+1} - 2u_i^n + u_i^{n-1}}{\tau^2} = \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{h^2},$$

где  $\tau$  - шаг по времени  $t$  и  $h$  - шаг по пространственной переменной  $x$

Отсюда

$$u_i^{n+1} = \frac{\tau^2}{h^2} u_{i-1}^n + 2 \left( 1 - \frac{\tau^2}{h^2} \right) u_i^n + \frac{\tau^2}{h^2} u_{i+1}^n - u_i^{n-1}, \quad i = 1, \dots, I-1. \quad (2)$$

Эта формула при фиксированном значении  $i$  выражает решение на  $(n+1)$ -м временном слое через решение на  $n$ -м и  $(n-1)$ -м слое. В отличие от схем для уравнения теплопроводности, в которых использовались только два временных слоя ( $n$ -й и  $(n+1)$ -й), здесь требуется использовать три слоя:  $(n-1)$ -й,  $n$ -й и  $(n+1)$ -й. Ей соответствует пятиточечный шаблон, который называется схемой «крест».

При записи в разностной форме начальное условие  $u(x, 0) = f(x)$ ,  $0 < x < L$ , запишется в следующем виде:

$$u_i^0 = f(ih), \quad i = 1, \dots, I-1, \quad (3)$$

начальное условие  $u_t(x, 0) = g(x)$ ,  $0 < x < L$ , применением правой разностной производной при  $n = 0$  запишется в виде  $\frac{u_i^1 - u_i^0}{\tau} = g(ih)$ ,  $i = 1, \dots, I-1$ , или, используя соотношение (3), получим

$$u_i^1 = f(ih) + \tau g(ih), \quad i = 1, \dots, I-1, \quad (4)$$

краевые условия представляются в форме:

$$u_0^n = 0, \quad u_I^n = 0, \quad n = 0, \dots, N. \quad (5)$$

Соотношения (2)-(5) образуют явную трехслойную разностную схему. Эта схема имеет первый порядок аппроксимации по  $\tau$  и второй – по  $h$ , так как соотношение (4) аппроксимирует дифференциальное начальное условие с первым порядком. Данная схема условно устойчива (устойчива при выполнении условия  $\frac{\tau}{h} \leq 1$ ).

Алгоритм вычислений по явной схеме.

1. Задать значения шагов сетки  $h, \tau$  так, что  $Ih = L, N\tau = T$ , где  $I, N$  - целые положительные числа, причем значение шага по времени выбрать из условия устойчивости  $\tau \leq h$ . Вычислить

$$u_i^0 = f(ih), \quad i = 1, \dots, I-1; \quad u_i^1 = f(ih) + \tau g(ih), \quad i = 1, \dots, I-1,$$

$$u_0^n = 0, \quad u_I^n = 0, \quad n = 0, \dots, N.$$

Приведенные выражения дают решение задачи для двух первых слоев сетки. Положить  $n = 1$ .

2. Найти решение на  $(n+1)$ -м временном слое:

$$u_i^{n+1} = \frac{\tau^2}{h^2} u_{i-1}^n + 2 \left( 1 - \frac{\tau^2}{h^2} \right) u_i^n + \frac{\tau^2}{h^2} u_{i+1}^n - u_i^{n-1}, \quad i = 1, \dots, I-1.$$

3. Если  $n = N$ , вычисления завершить. Иначе положить  $n = n + 1$  и перейти к п. 2.

Пример. Пользуясь явной схемой, найти приближенное решение первой начально-краевой задачи:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad 0 < x < \pi, \quad 0 < t < \frac{5\pi}{18},$$

$$u(x, 0) = x(\pi - x), \quad 0 < x < \pi, \quad (\text{начальное условие})$$

$$u_t(x, 0) = 0, \quad 0 < x < \pi, \quad (\text{начальное условие})$$

$$u(0, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq \frac{5\pi}{18}, \quad (\text{краевое условие на левой границе})$$

$$u(L, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq \frac{5\pi}{18}, \quad (\text{краевое условие на правой границе})$$

Решение. Сравнивая с общей постановкой задачи, получаем  $L = \pi, T = \frac{5\pi}{18}$ .

1. Зададим шаг по пространству равным  $h = \frac{\pi}{18}$ , шаг по времени выберем из условия устойчивости:  $\tau \leq h$ . Положим  $\tau = h = \frac{\pi}{18}$ . Тогда  $x_i = \frac{\pi \cdot i}{18}$ ,  $t^n = \frac{\pi \cdot n}{18}$ ,  $i = 0, \dots, I = \frac{L}{h} = 18$ ;  $n = 0, \dots, N = \frac{T}{\tau} = 5$ .

По формулам (3), (5), (6), учитывая, что  $f(x) = x(\pi - x)$ ,  $f''(x) = -2$ ,  $g(x) \equiv 0$ , получаем значения приближенного решения на нулевом и первом слоях:

$$u_i^0 = f(ih) = x_i(\pi - x_i) = \frac{\pi \cdot i}{18} \left( \pi - \frac{\pi \cdot i}{18} \right), \quad i = 1, \dots, 17,$$

$$u_0^n = 0, \quad u_I^n = 0, \quad n = 0, \dots, N.$$

$$u_i^1 = f(ih) + \tau g(ih) + f''(ih) \frac{\tau^2}{2} = x_i(\pi - x_i) + 0 - 2 \frac{\tau^2}{2} =$$

$$= \frac{\pi \cdot i}{18} \left( \pi - \frac{\pi \cdot i}{18} \right) - \left( \frac{\pi \cdot i}{18} \right)^2, \quad i = 1, \dots, 17.$$

2, 3. Поскольку  $\frac{\tau^2}{h^2} = 1$ , решение на последующих слоях вычисляется по формуле, вытекающей из (2):  $u_i^{n+1} = u_{i-1}^n + u_{i+1}^n - u_i^{n-1}$ ,  $i = 1, \dots, 17$ .

Для численной реализации данного алгоритма была выбрана среда разработки Borland Delphi 7, так как данный язык программирования обладает достаточным функционалом для решения рассматриваемой задачи. В среде Delphi 7 имеются обширные библиотеки программ для решения математических задач. При разработке программы для поставленной задачи был использован Анализатор — написанный вручную модуль для среды программирования Delphi 7. Основной задачей Анализатора является определение введенной математической функции в поле Edit. Модуль сравнивает заложенные в него значения с введенными значениями в Edit и выводит результат. Данный модуль был написан в связи с тем, что поле ввода Edit имеет тип — строковый, а математическая функция не является каким-либо типом. Применение Анализатора позволило вводить начальные и краевые условия с произвольными математическими функциями и позволило значительно сократить код основной программы. На рисунке 1 представлен интерфейс программы.

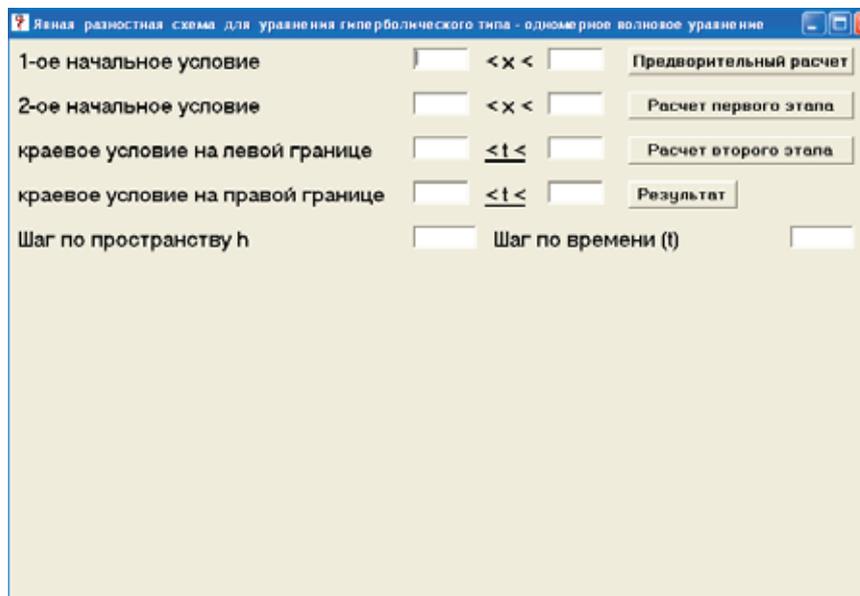


Рис. 1. Интерфейс программы

Предварительный расчет предназначен для проверки входных данных и условия устойчивости  $\tau \leq h$  разностной схемы. Расчет первого этапа вычисляет значения искомого решения разностной задачи на 0-м и 1-м слое, при этом используются начальные и граничные условия. Расчет второго этапа выдает результат применения схемы «крест» для вычисления значений решения на 2-м слое.

Результат программы для приведенного выше тестового примера представлен на рисунке 2. Решение волнового уравнения при заданных начальных и краевых условиях представлено в виде таблицы значений в узлах построенной сетки.

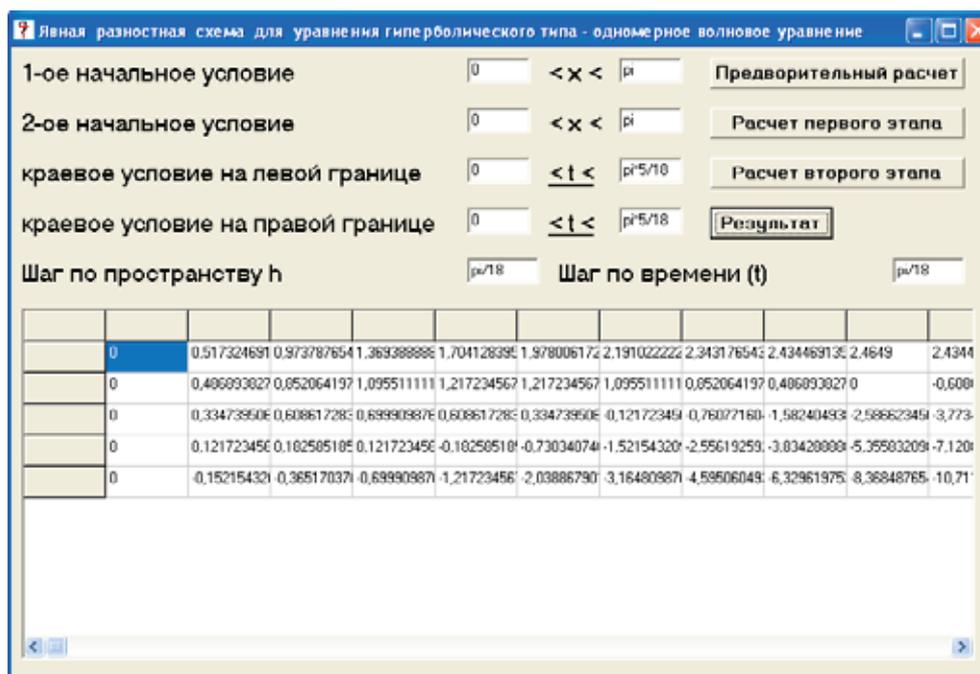


Рис. 2. Вывод результата

Программа позволяет задавать произвольные границы прямоугольной области, начальные и краевые условия для поставленной задачи, а также шаги по времени и по пространственной переменной (не нарушая условия устойчивости). Так как программа рассчитана не только на пользователя, обладающего навыками программиста, ее интерфейс максимально упрощен.

Литература:

1. Талызина, Н. Ф. Методика составления обучающих программ. — М.: МГУ, 1980. — 260 с.
2. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие/ В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Изд. 2-е, стер. — М.: Высшая школа, 2006. — 480 с.
3. Хавьер Пашеку. Программирование в Borland Delphi 2006 для профессионалов. Delphi for.NET Developer's Guide. — М.: Вильямс, 2006. — 944 с.

## Преимущества комплекснозначного нейрона на примере решения задачи оператора XOR

Шалабаев Ерасыл Владимирович, магистрант MsD  
Международный университет информационных технологий (г. Алматы, Казахстан)

Сегодня нейронные сети получили широкое распространение в мире. Они проникли во все сферы деятельности человека и вместе с этим привнесли новый способ обработки, анализа и прогнозирования данных.

В данной статье приводится описание преимуществ и возможностей использования комплексно-значных нейронов на примере решения задачи с оператором XOR. Комплексно-значная нейронная сеть — это сеть, основанная на комплексных числах, т.е. входные данные веса и функция активации являются комплексными.

На сегодняшний день существует три очень веские причины для использования комплексно-значных нейронов и нейронных сетей. Во-первых, в отличие от одного вещественного нейрона, один комплексно-значный нейрон может обучаться не линейно разделимым проблемам в начальном N-мерном пространстве, в котором они определены, без каких-либо нелинейных проекций на пространство с большей размерностью. Основываясь на этом, комплексно-значный нейрон является гораздо более функциональным, чем вещественный. Во-вторых, многие реальные проблемы, осо-

бенно в обработке сигналов, могут быть описаны правильно только в области частот, где комплексные числа также естественны, как целые числа при счете. В частотной области важно обработать амплитуду и фазу должным образом. Но на данный момент нет методов, чтобы использовать фазовое явление без комплексных чисел. Если мы хотим проанализировать любой процесс, в котором участвует фаза, мы определенно должны использовать комплексные числа и инструменты, которые подходят для работы с ними. Если мы обращаемся к фазе, как к вещественному числу из интервала  $[0, 2\pi]$  или  $[-\pi, \pi]$ , то мы делаем большую ошибку, потому что в этом случае физическая природа фазы полностью теряет смысл. В-третьих, поскольку функциональность одного комплексно-значного нейрона выше, чем у одного вещественного нейрона, функциональность комплексно-значных нейронных сетей также выше, чем функциональность их вещественных аналогов. Меньшая комплексно-значная нейронная сеть может учиться быстрее и обобщать лучше, чем вещественная нейронная сеть. Это верно для однонаправленных комплексно-значных сетей и Хопфилд-подобных комплексно-значных сетей. Более функциональные нейроны, связанные в сеть, дают понять, что эта сеть также является более функциональной, чем его вещественной коллегой. В качестве примера можно рассмотреть однонаправленную многослойную нейронную сеть с комплексно-значными нейронами (ОМКЗНС) и однонаправленную многослойную нейронную сеть (ОМНС) Нейронная сеть Хопфилда с комплексно-значными нейронами и ее классический вариант. Однонаправленная многослойная нейронная сеть с комплексно-значными нейронами (ОМКЗНС) полностью превосходит однонаправленную многослойную нейронную сеть (ОМНС). Более того, ОМКЗНС учится быстрее и обобщает лучше, чем большей МФ. Кроме того, существует много проблем, которые ОМНС не может успешно решить, а ОМКЗНС может. Нейронная сеть Хопфилда с комплексно-значными нейронами может хранить гораздо больше моделей и имеет лучшую скорость извлечения ассоциативной памяти, чем классическая сеть Хопфилда. Кроме того, мы также видим, что лишь частично соединенная нейронная сеть с комплексно-значными нейронами также может быть использована как очень мощная ассоциативная память.

Хотелось бы также сделать упор на некоторые ограничения, имеющиеся у вещественных нейронов и вещественных нейронных сетей. Наиболее важным из этих ограничений является невозможность одного вещественного нейрона обучаться не линейно разделимым данным ввода / вывода в начальном линейном N-мерном пространстве, в котором соответствующие данные ввода / вывода были определены. Классическим примером такой задачи является задача с оператором XOR. Она не может быть обучена с помощью одного вещественного нейрона. Из-за нелинейной отделимости вещественного нейрона.

Проблема XOR не может быть обучена с помощью одного вещественного порогового нейрона в начальном 2-мерном пространстве, но может быть обучена если 2-мерное пространство, будет нелинейно расширено до 3-х мерного пространства, добавив к двум входным данным  $x_1$  и  $x_2$  нелинейное (квадратичное) третье входное данное  $x_1x_2$ , которое определяется как произведение двух исходных данных. Рассмотрим пространство  $(x_1, x_2, x_1x_2)$ , которое получается из  $E_2^2$ , добавив квадратичный член, и, например, вектор весов  $W = (0, 1, 1, 2)$ . Это решение показано в таблице 1.

На самом деле, это решение подтверждает теорему Ковера о разделимости образов, в которой говорится, что Нелинейное преобразование сложной задачи классификации образов в пространство более высокой размерности повышает вероятность линейной разделимости образов. На самом деле, все методы машинного обучения на базе ядра в том числе SVM основаны на этом подходе. Если какая-то проблема не является линейно разделимой в начальном n-мерном пространстве, где она определена (например, некоторые проблемы классификации, описанные в n особенностями), то можно проецировать не линейно на пространство более высокой размерности, в котором задача становится линейно разделимой. Любая однонаправленная нейронная сеть делает то же самое, но здесь может возникнуть вопрос возможно ли обучить нейрон для решения нелинейно разделимой задачи без расширения или преобразования исходного пространства? Ответ положителен, необходимо, просто перейти к комплексной области! Во всех нейронах и нейронных сетях, которые мы рассматривали до сих пор вес и входы являются вещественными и взвешенные суммы вещественны, соответственно. Рассмотрим теперь комплексно-значный вес. Таким образом, веса могут быть произвольные комплексные числа. Входы и выходы все еще будут вещественными. Кроме того, давайте рассмотрим узкий случай дискретных входов и выходов. Таким образом, наше отображение ввода / вывода описывается функцией  $f(x_1, x_2, \dots, x_n): E_2^n \rightarrow E_2$ , которая является логической функцией. Однако, так как наши веса — комплексные числа

Таблица 1. Условия задачи XOR

$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$z = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_1x_2$	sign (z)	$f(x_1, x_2) = x_1 XOR x_2$
1	1	1	4	1	1
1	-1	-1	-2	-1	-1
-1	1	-1	-2	-1	-1
-1	-1	1	0	1	-1

$(w_i \in \mathbb{C}, i = 0, 1, \dots, n)$  и входные данные — вещественные  $x_i \in E_2 = \{1, -1\}$ , сумма произведений весов на входы дает комплексное число  $z = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n$ , это значит что функция активация должна быть функцией от  $\mathbb{C}$  к  $E_2$ . Давайте определим такую функцию следующим образом

$$\varphi(z) = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 < \arg z < \frac{\pi}{2} \text{ или } \pi < \arg z < \frac{3\pi}{2} \\ -1, & \text{если } \frac{\pi}{2} < \arg z < \pi \text{ или } \frac{3\pi}{2} < \arg z < 2\pi \end{cases} \quad (1)$$

где  $\arg z$  является аргументом комплексного числа  $Z$  в диапазоне  $[0, 2\pi[$ . Очевидно,  $\varphi(z)$  приводит  $\mathbb{C}$  к  $E_2$ ,  $\varphi(z): \mathbb{C} \rightarrow E_2$ . Функция активации (1,40) делит комплексную плоскость на 4 сектора, которые совпадают с четвертями комплексной плоскости, образованной его разделения с реальными и воображаемыми осями. В зависимости от  $\arg z$ ,  $\varphi(z)$  равен 1 в 0-м и 2-м секторе (1-й и 3-й четверти), и  $-1$  в 1-м и 3-м секторе (2-й и 4-й четверти). Вернемся к наиболее популярным классическим примером нелинейно разделимой задачи — XOR. Покажем, что один нейрон с функцией активации (1,40) можно легко реализовать нелинейно разделимой функции XOR без расширения оригинального 2-х мерного пространства. Возьмем вектор весов  $W = (0, i, 1)$  ( $i$  мнимая единица). Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты задачи

$x_1$	$x_2$	$z = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_1x_2$	$\arg(z)$	$\varphi(z)$	$f(x_1, x_2) = x_1 \text{ XOR } x_2$
1	1	$i + 1$	$\pi/4$	1	1
1	-1	$i - 1$	$3\pi/4$	-1	-1
-1	1	$-i + 1$	$5\pi/4$	-1	-1
-1	-1	$-i - 1$	$7\pi/4$	1	-1

Эти результаты показывают, что проблема XOR, которая в течение многих лет, с одной стороны, была препятствием в теории нейронов, и, с другой стороны, была главным аргументом в пользу необходимости нейронных сетей из-за ограниченной функциональности одного нейрона, на самом деле может быть легко решена с помощью одного нейрона! Решение — это один нейрон с комплексно-значными весами! Это решение было впервые показано Игорем Айзенбергом в 1985 году [1]. Таким образом, способность одного нейрона с комплексно-значными весами решать не линейно разделимые задачи, как XOR ясно показывает, что комплексзначный нейрон имеет большую функциональность, чем один вещественной нейрон.

Литература:

1. Игорь Айзенберг Комплексно-значные нейронные сети — М.: Спрингер-Верлаг, 2011. — 279 с.
2. Джон, Р. Фанчи, Математика для ученых и инженеров — 3-е издание — М.: Джон Вилли Корп., 2006. — 362с.

# ГЕОГРАФИЯ

## Экологическое состояние летних пастбищ Гусарского района и пути их оптимизации

Гаджиева Гюльнар Нуру, младший научный сотрудник  
Институт географии имени академика Г.А. Алиева (Азербайджан)

Интенсивное освоение субальпийских и альпийских лугов Гусарского района, осложнило экологическое состояние летних пастбищ, нарушило равновесие, привело к образованию борозд и ускорило развитие процессов деградации. Продолжение этих процессов является причиной изменения структуры и эрозии растительного покрова. В связи с этим необходима охрана биоценоза, в том числе и фитоценоза, в горных геосистемах района, их рациональное использование и улучшение. С этой целью возникает необходимость исследования эколого-геоботанических показателей летних пастбищ.

Установлено, что площадь летних пастбищ Гусарского района составляет 14748 гектар. Изучение интенсивности освоения, экологического состояния и степени деградации на территории исследования в период 2012–14 гг. проводили маршрутно-секторным и полустационарным методом. Для проведения геоботанических исследований экогеографических особенностей растительных групп, соответствующих типовым фитоценозам были выделены опытные участки. Здесь методом линейного пересечения местности были определены видовой состав растительного покрова, обилие, плотность, фенологические фазы, урожайность (методом кошения), трансформация по хозяйственно ботаническим группам.

Как было отмечено выше, для исследования экологического состояния летних пастбищ, нами на территории исследования, на различной высоте от уровня моря были выбраны опытные участки. Они следующие:

1. В зоне альпийских лугов Гусарского района на высоте 2300 м над у.м. в окрестностях административного центра Лаза выбраны пастбища субальпийские луга. Здесь на горно-луговых степных почвах распространены субальпийские луга и степи с овсяницево-мятликово-тимьяновыми формациями (*Festuceta-Poaetum-Thymusosum*). Плотность растительного покрова 10–60%, высота травы в пределах — 10–50 см (таблица 1).

2. Второй опытный участок расположен на высоте 2250 м над у.м. в окрестностях села административного центра Лаза Гусарского района — субальпийские луга и степи. Субальпийские луга отличаются от альпийских лугов по видовому составу, структуре, обилию и фито-разнообразию. Здесь распространены клеверо-мятликово-овсяницевый тип формации.

3. Третьим участком на территории исследования было выбрано пастбище расположенное на высоте 1800 м над у.м. на юге села Зинданмуруд административного центра Кизур Гусарского района [2, 3]. Здесь в зоне горно-мезофильных лесов распространена овсяноцево-келериевый

Таблица 1. Обилие, плотность и фенологические фазы видов растений природных фитоценозов, отмеченных на объектах исследования Гусарского района (на основании полевых геоботанических исследований 2012–2013 гг.)

№	Название формации	Обилие (в баллах)	Плотность (%)	Высота (см)	Фенологическая фаза
1	2	3	4	5	6
1	Овсяницево-мятликово-тимьяновая ( <i>Festuceta-Poaetum-Thymusosum</i> );	1–3	10–60	10–50	Цветение
2	Клеверо-овсяницевая ( <i>Trifolietum-Festucosum</i> );	1–3	10–60	25–45	Цветение
3	Овсяницево-келериевая ( <i>Festucetum — Koeleriosum</i> );	3–4	60–90	30–70	Цветение

(Festucetum-Koeleriosum) тип растительной формации. Общая плотность растений на участке — 60–90%, высота в пределах — 30–70 см.

Нужно отметить, что вследствие хозяйственной деятельности человека, вырубки высокогорных лесов и нерационального использования площадь пригодных участков для растительности мезофильных лесов уменьшилась, а высвобожденных из-под леса участков с луговой растительностью — увеличилась. Полевыми исследованиями установлено, что северная часть территории горных лесов вырублена и здесь увеличилось обилие мезофильных злаковых трав и разнотравья. На южной же стороне наблюдается редкое развитие мезофильной растительности.

Была определена урожайность летних пастбищ Гусарского района на основании отобранных образцов. Так, за летний период 2012–2014 гг., на относящихся к типам фитоценозов субальпийских лугов, степей, были проведены эколого-геоботанические исследования и установлены следующие растительные формации: овсяничево-мятликово-тимьяновой (Festuceta-Poaetum-Thymusosum), овсяница валисская (Festuca vallesiaca), мятлик луговой (Poa pratensis), тимьян холмистый (Thymus colinus), кле-

веро-овсяницевая (Trifolietum-Festucosum), клевер непостоянный (Trifolium ambigum), овсяница наскальная (ди-аграмма 1).

Таким образом, основываясь на полученные результаты исследований и их анализ можно заключить, что за три года самая низкая урожайность была отмечена на пастбищных участках в окрестностях села Лаза Гусарского района. Основная причина этого, интенсивное прохождение процесса антропогенной трансформации.

Нами была определена степень деградации исследуемой территории, на основе ниже приведенной шкалы деградации В. Хатамова (таблица 2).

Таким образом, на основании отобранных образцов взятых с участков территории исследования, установлено, что окрестности села Зинданмуруд Гусарского района не склонны к деградации. На остальных участках отмечена та или иная степень деградации.

На первом участке определена сильная степень деградации. Путем уменьшения норм выпаса, изменением сроков пользования кормовыми культурами с учетом их биоэкологических особенностей, внедрением мер по коренному улучшению разреженной растительности фито-

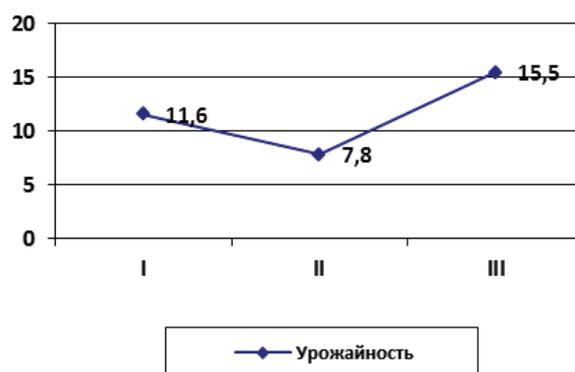


Рис. 1. Урожайность летних пастбищ Гусарского района (ц/г)

Таблица 2. Основные критерии деградации растительного покрова

Геоботанические показатели растительности			Урожайность	Степень деградации	
Обилие (в баллах)	Плотность (%)	Состояние травяного покрова	Сухая масса (ц/г)	Название	Шкала
5	80–100	Полностью покрыт дикой растительностью	15,5–18	Не отмечена	0
4	60–80	Частичное покрытие дикой растительностью	13,2–15,0	Слабая	1
3	40–60	Редкие группы растений с участием вредных и ядовитых видов	12,4–13,0	Средняя	2
2	20–40	Очень редкий растительный покров	10,2–11,6	Сильная	3
1	10–20	Рост растительности с верхнего слоя почвы	6,8–9,7	Очень сильная	4
0	0–10	Растительный покров не отмечается	—	—	5

ценозов обоих участков, полному запрету выпаса, можно создать условия для процесса восстановления растительного покрова.

На втором участке — субальпийские луга и степи отмечена очень сильная степень деградации. Здесь необходимо принятие мер по рациональному использованию летних пастбищ и улучшения их состояния. С целью восстановления растительности следует сократить сроки выпаса (120 дней), сбалансировать водно-воздушный режим почвы.

Таким образом, основной причиной деградации летних пастбищ на исследуемой территории является интенсивное их использование в качестве пастбищ, рост числа пасущегося скота, без учета урожайности и емкости пастбища (на 1 г). В связи с этим на субальпийских лугах и степях Гусарского района, возникла напряженная, с точки зрения экологии, ситуация. Созданы условия для эрозии почвы и деградации растительного покрова [1].

В течение двухлетних исследований выявлены типы растительности, группы формаций фитоценозов, средний показатель урожайности (по 2-м годам), питательность (коэффициент на 100 кг сухого корма), сроки пользования домашними животными (мелкий рогатый скот) и установлена суточная кормовая норма (1,3 кормовых единиц), с учетом этого путем математических вычислений определена емкость пастбищ (1г). Установлено, что на представленных субальпийских степных лугах на 1 гектаре максимальное число пасущихся животных составляет 4,3 головы мелкого рогатого скота. Однако, выявлено на ис-

следуемых участках это число значительно выше, что способствует усилению деградации [5].

Геоботаническое изучение растительного покрова объектов исследования Гусарского района выявили, что сформированные природные фитоценозы подвержены воздействию антропогенного фактора. Это, в свою очередь, привело к изменениям видового состава растительного покрова, его структуры, ареала растений и снижению урожайности. Также одной из основных экогеографических проблем региона является склонность пастбищных почв к эрозии [4]. Для устранения этих негативных факторов на альпийских и субальпийских лугах, субальпийских степях и др. считаем необходимым проведение следующих комплексных мер:

- Посев торфообразующих многолетних злаковых и бобовых трав;
- В период выпаса проводить его небольшими партиями;
- Внесение органических и минеральных удобрений;
- Для сохранения экологического равновесия и восстановления распространенных фитоценозов на месте пастбищ необходимо приостановить выпас в первый вегетационный период кормовых культур.

При соблюдении вышеперечисленных научно-практических рекомендаций, в природных растительных комплексах, расположенного на северо-восточных склонах Большого Кавказа Гусарском районе создаст предпосылки для правильного (рационального) использования и улучшения экогеографического состояния летних пастбищ.

#### Литература:

1. Методическое руководство к геоботаническому исследованию природных кормовых участков Азербайджана. Баку, «Элм», 2001, 72 с.
2. Гаджиев, В.Д. Экосистемы высокогорных растительных сообществ Азербайджана. Баку, «Элм», 2000, 184 с.
3. Флора Азербайджана Баку, Изд.АН Азерб.СССР 1950–1961.Т. Т. I–VIII.
4. Халилов, М. Ю. Антропогенное изменение и восстановление растительного покрова/ Конструктивная география Азербайджанской Республики/ Баку, Элм», 2001, 13–159 с.
5. Хатамов, В. В. Пастбищные экосистемы и их охрана в Азербайджане. Баку, «Элм», 2000, 184 с.

## Анализ аграрного туризма и перспектив его развитие в Приморском крае

Тетерина Инесса Романовна, студент

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

**Ключевые слова:** аграрный туризм, туризм в Приморском крае, въездной туризм.

Развитие туризма как в государстве, так и отдельно взятых регионах, напрямую сказывается на общем благосостоянии. Если регион или муниципальное образования обладает нужным и актуальным туристическим ресурсом, то развитие этого ресурса должно стать одним из приоритетных задач региона и государства.

Российская Федерация обладает большим количеством различных видов и направлений в сфере туризма. На мой взгляд, одним из приоритетных видов туризма для России является аграрный туризм. В нашей стране он может стать одним из важных источников получения доходов для региональных и муниципальных образований,

а также обеспечит большим количеством рабочих мест людей, желающих работать в сфере предоставления туристических услуг.

Аграрный туризм — это относительно новое и перспективное направление, которое представляет собой «мост» для эффективного понимания и взаимодействия сельского и городского населения.

Основа аграрного туризма заключается в отдыхе в сельской местности. Организационное обеспечение берет на себя либо принимающая семья, либо организация, которая имеет договоренность с семьями или адаптированную базу для аграрного туризма. В настоящей статье мы узнаем, когда зародился аграрный туризм и что в него входит. Проанализируем его состояние как за рубежом, так и в Российской Федерации. И наконец будет проведен анализ перспектив его развития в Приморском крае.

Аграрный туризм — это новое направление, которое начало свое развитие в Западной Европе в 1960–1970 гг. с целью приостановить массовую урбанизацию.

В связи с сильным ослаблением связи между природой и простым городским жителем, аграрный туризм получил массовое распространение, особенно в промышленно развитых странах, где урбанизация намного превышала природный ресурс. [1]

Особое развитие аграрный туризм получил в таких странах как Франция, Италия, Германия и Англия. [2].

Именно в честь этих стран «первопроходцев» и были названы 4 основных модели туризма: Британская, Французская, Итальянская, Германская. Каждая страна внесла в развитие аграрного туризма что-то из своего национального колорита.

Так, например, Британская модель внесла в сельский туризм конные прогулки и рыбалку, а также фермы в стиле той или иной исторической эпохи с предоставлением услуги исторического туризма.

Французская модель в свою очередь внесла в аграрный туризм кулинарию и виноделие.

Отличительной особенностью Итальянской модели является большое количество развлекательных мероприятий, а также физические нагрузки. Все мероприятия проходят очень активно и заставляют туриста поддерживать себя в тонусе.

И наконец Немецкая модель. Она подразделяется на еще 2 модели. Первая модель — фермерская, включающая в себя участие туриста в повседневной жизни хозяина фермы. Вторая модель — этнографический туризм, т.е. участие в различных праздниках и фестивалях (знаменитый пивной фестиваль, празднование дня села и многое другое).

При сочетании всех моделей мы получаем полноценный аграрный туризм, в который входит не только проживание в деревне и участие в жизни сельских жителей, но и множество спортивных, развлекательных и других мероприятий. [3]

Сегодня аграрный туризм за рубежом — это один из наиболее перспективных видов туризма, положительно

влияющий на развитие сельской местности и конечно же, приносящий доход в местный бюджет.

В России в начале 2000-х годов можно было отметить значительное ухудшение состояния аграрного комплекса. В следствии этого 75% сельского населения находились в черте бедности; за последние 50 лет общее население в сельской местности сократилось на 45%, а трудоспособного возраста сократилось почти на 70%; также следует отметить, что около 70% сельских хозяйств были признаны убыточными.

Для преодоления кризиса нужны были кардинальные изменения и инновационные идеи. Одной из этих идей стало развитие аграрного туризма. Она основывалась на том, что туриндустрия очень легко может развиваться в сельской местности, а сам туризм — это достаточно прибыльная отрасль хозяйства с высоким уровнем рентабельности, с минимальными сроками окупаемости затрат. [4]

Для России аграрный туризм является относительно новым понятием и перспективным направлением в туризме. [5]

В России, несмотря на неразвитость и нестабильность рыночной экономики, уже есть несколько примеров удачного ведения аграрного туризма в различных областях.

- В Башкирии аграрнотуристское хозяйство «Бурзян»
- Аграрный тур на хутор Нижнегнутов Чернышевского района, Волгоградской области.
- Фермерское хозяйство Александра Горшкова, расположенное в Переславском районе недалеко от Москвы
- Небольшой банный комплекс вместимостью в 30 человек, располагающийся в Псковской области.
- Усадьба, расположенная в Грайворонском районе, Белгородской области.

Несмотря на положительные примеры, следует отметить, что развитие аграрного туризма в России продвигается медленно. Сдерживающими факторами здесь выступают: отсутствие необходимой нормативно-правовой базы, бедность, пассивность и экономическая неграмотность сельского населения, утрата традиций и ремесленных навыков, слабое развитие среднего и малого бизнеса, недостаточная вовлеченность всех заинтересованных сторон в процесс развития агротуризма. [4]

Мною был проведен анализ туристских фирм на предмет предоставления услуги аграрного туризма. Результат получился неутешительным, аграрный туризм есть в 4 фирмах из 30 опрошенных (См. Рисунок 1). Полученные данные наглядно показывают, что аграрный туризм в Приморском крае находится на очень низком уровне.

Далее мы рассмотрим, что же именно предлагают туристические фирмы, предоставлявшие услуги аграрного туризма.

Несмотря на результаты анализа, в Приморском крае имеется хорошая природно-ресурсная и мотивирующая нормативно-правовая база для развития аграрного туризма.



Рис. 1. Турфирмы предлагающие аграрные туры

Таблица 1. Анализ аграрных туров, предлагаемых турфирмами Приморского края.

Название турфирмы	Описание предлагаемого тура
БизнесИнтурСервис	Веселая сыроварня: путешествие с дегустацией сыров. Здесь предлагается: посетить сыроварню, попробовать местные и традиционные блюда, посмотреть театрализованное представление, пофотографироваться с предметами деревенского обихода, посетить «живой уголок» и ярмарку «Деревенский лапоть», где можно приобрести самых лучших и свежих деревенских продуктов. А также предлагается приехать повторно и посетить пасеку, фруктовый сад, искупаться в чистой речке Казачке, поудить рыбу и многое другое.
Дальинтур Транс	«Веселая ферма + Штыковские пруды» На «Веселой ферме» представлены 13 разноцветных пони, а также лошади орловской породы, шотландские кролики, козы с козлятами, 2 коровы скандинавской породы, редкая порода собак — сибирские мастиффы и мини-пиг Лиза. На лошадях и пони разрешено катание под наблюдением инструктора. После посещения «Веселой фермы» группа туристов отправляется в парк семейного отдыха «Штыковские пруды». Знакомство с парком. Катание на велосипедах. Фотографирование со сказочными персонажами. Прогулки по осеннему лесу.
ДВ «Фрегат Аэро»	1. Веселая сыроварня. 2. Тур «Берег Надежды» Проживание в коттедже в Хасанском районе. Предоставляется русская баня, купание в бассейне с морской водой, прогулка на катере вдоль необитаемых островов с лежбищами тюленя ларги, экскурсия на рыбоперерабатывающий завод, экскурсия в национальный парк «Земля леопарда».
ШАМОРА.ИНФО	Веселая сыроварня.

Чтобы убедиться в актуальности развития въездного сельского туризма, было проведено анкетирование среди японского населения. В анкетировании приняло участие 90 человек.

По итогам анкетирования можно сделать вывод, что аграрный туризм пользуется спросом среди следующей группы потребителей: жители Японии от 18 до 40, как мужского, так и женского пола, не состоящие в браке.

Также по результатам опроса мы видим, что 89% опрошенных собираются отправиться в путешествие в следующем году и все 90 человек хотели бы посетить Россию, но только 89% из них интересуется сельских хозяйством и хотят посетить деревню.

На вопрос чем бы вы хотели заниматься в путешествии в деревню были следующие варианты ответов:

- Работа на огороде; (10 человек)
- Рыбалка; (30 человек)
- Сбор ягод; (10 человек)
- Конные прогулки; (30 человек)
- Сбор грибов; (20 человек)
- Фотоохота; (10 человек)
- Другое; (10 человек)

17 июня 2014 года департамент международного сотрудничества и развития туризма Приморского края сообщил о том, что в Приморском крае начинает формироваться реестр, который будет содержать информацию

о сельскохозяйственных предприятиях и подворьях, готовых принимать туристов. Данный реестр и вся информация об объектах аграрного туризма будет размещена на краевом туристском портале ([www.tour.primorsky.ru](http://www.tour.primorsky.ru)).

На данный момент в реестр внесено уже 10 проектов. В их число входит:

- «Деревенское подворье» — Чугуевский район;
- Гончарная мастерская «Жар-птица» — Фокино;
- «Страусовая ферма» — Шкотовский район;
- «В гости к Самбуровым» — Шкотовский район;
- «Зеленый дом» — Спасский район;
- «Конный мир Приморья» — Уссурийский городской округ;
- Животноводческий комплекс — Уссурийский городской округ;
- Пасека в селе Кралевец — Артемовский городской округ;
- Тепличный комплекс — Артемовский городской округ;

Специалисты департамента отметили, что у аграрного туризма есть хорошие перспективы для развития в Приморском крае. Также это направление способно стать одним из важнейших социально-экономических ресурсов для развития сельских территорий края.

Следует отметить, что этот вид туризма включен в проект стратегии инвестиционного развития Приморского края.

Для развития аграрного туризма в Приморском крае существует государственная поддержка всех проектов, связанных с развитием аграрного туризма.

Департамент международного сотрудничества и развития туризма Приморского края создает все условия для желающих развивать именно аграрный туризм. [7]

В настоящее время, с учетом новой политической обстановки, сложившейся на международной арене, России нужно укреплять дипломатические отношения со странами Азии, а аграрный туризм в немалой степени будет способствовать формированию теплого политического климата между Россией и Азией.

В Российской Федерации сельский туризм развивается относительно не долгое время, но в тех регионах где он есть, наблюдается повышения качества уровня жизни сельского населения, улучшение сельской инфраструктуры и повышения размера муниципального и регионального бюджета. Развитие аграрного туризма находится только на начальной стадии и государственные власти прилагают усилия для стимулирования дальнейшего успешного развития агротуризма при помощи целевых федеральных программ и грантов.

#### Литература:

1. Модели организации сельского туризма в странах Европы // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fmdmst.tatarstan.ru%2Frus%2Ffile%2Fpub%2Fpub\\_65350.doc&ei=oceiUrrkAcix4wTW34CgCg&usg=AFQjCNHZlf-BY51OA1-EIvXqzNCw0-D4liw](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fmdmst.tatarstan.ru%2Frus%2Ffile%2Fpub%2Fpub_65350.doc&ei=oceiUrrkAcix4wTW34CgCg&usg=AFQjCNHZlf-BY51OA1-EIvXqzNCw0-D4liw)
2. French agency for tourism development (AFIT). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.afit-tourisme.fr](http://www.afit-tourisme.fr)
3. Агротуризм — сектор современной туристической индустрии. Ветрова М. Н., Гришанова С. В., Корнеева Н. В. — ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь.
4. «Информационный портал межрегионального делового сотрудничества. Обзор российского рынка аграрного туризма. [Электронный ресурс]: НДП «Альянс Медиа». — 2013–2015 г. — Режим доступа: [http://market-center.ru/content/document\\_r\\_51ab9d77-186d-4823-85cf-bbad1b502c20.html](http://market-center.ru/content/document_r_51ab9d77-186d-4823-85cf-bbad1b502c20.html)
5. Библиографическое описание: Шакирова Э. Н. Развитие сельского туризма в России [Текст] / Э. Н. Шакирова // Экономическая наука и практика: материалы II междунар. науч. конф. (г. Чита, февраль 2013 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2013. — с. 110–112.
6. Вести Приморья. Реестр предприятий агротуризма создадут в Приморье. / [Электронный ресурс] // филиал ВГТРК «ГТРК» Владивосток. — 2014 г. — Режим доступа: <http://vestiprim.ru/2014/06/17/reestr-predpriyat-iy-agroturizma-sozdadut-v-primore.html>

## ЭКОЛОГИЯ

### Ценные и вредные элементы в рудах и отходах месторождений черной металлургии

Азарова Светлана Валерьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент;

Перегудина Елена Владимировна, ассистент;

Третьяков Алексей Николаевич, кандидат химических наук, доцент;

Капустина Анастасия Анатольевна, студент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Помимо элементов, имеющих промышленное значение, в руде содержатся примеси. Одни из них повышают ценность сырья, а другие снижают его качество. Раньше железные руды с высоким содержанием этих примесей не разрабатывались. От содержания элементов-примесей и их разнообразия зависит технология переработки руды. Для более полного извлечения ценного компонента (или ценных компонентов) из руды и производства качественного конечного продукта необходимо знать элементный состав руды и влияние того или иного элемента на процесс извлечения ценного компонента (или ценных компонентов) и качество конечного продукта.

Цель данной работы — на основе анализа опубликованных данных охарактеризовать вредные и ценные элементы-примеси, содержащиеся в рудах и отходах железо-, медьсодержащих, свинцово-цинковых, никелевых и кобальтовых месторождений.

Руду называют простой или комплексной, если из нее извлекают соответственно один или несколько полезных компонентов. В комплексных рудах часто содержатся примеси редких металлов, например: в бокситах — Ga, La и Sc, в железных рудах — V, в титановых — V, Sc, Nb.

Наличие примесей редких элементов (V, Ge, Ga, TR и др.) повышает ценность руд, в таком случае говорят о наличии ценных элементов-примесей. Вредные примеси затрудняют металлургический передел руд (и их концентратов) или ухудшают качество получаемого продукта. Для правильного и наиболее полного использования руды необходимо детальное изучение их элементного и вещественного (в частности, минерального) состава [10].

Минимальное содержание ценных компонентов, которое экономически целесообразно для промышленного извлечения, а также допустимое максимальное содержание вредных примесей, называют промышленными кондициями. Они зависят от форм нахождения полезных компонентов в руде, технологических способов ее добычи и переработки. При совершенствовании последних изменяется оценка руды конкретного месторождения. Так, в 1955г в Кривом Роге добывалась железная руда с содержанием железа не ниже 60%, а впоследствии стали использовать руды, содержащие 25–30% железа. Чем выше ценность металла, тем меньше могут быть запасы его руды в месторождении и ниже его содержание в руде (таблица 1). Особенно это относится к редким, радиоак-

Таблица 1. Минимальные промышленные кондиции для коренных руд\* [10]

Металлы	Минимальные запасы руд	Минимальное содержание металла, % по массе	Запасы руд (т) крупных месторождений
Черные (Fe)	Сотни тысяч т	20–25	Миллиарды
Цветные (Cu, Pb, Zn, Ni)	Тысячи — десятки тысяч т	0,4–1	Десятки миллионов
Редкие (W, Mo, Sn, Hg)	Десятки — сотни т	0,1–0,2	Сотни тысяч
Радиоактивные (U, Th)	Десятки — сотни т	0,05–0,1	Сотни тысяч
Благородные (Au, Pt)	Килограммы	0,0005	Десятки тысяч

\*Коренными называются руды, находящиеся на месте их первоначального образования.

тивными и благородным металлам. Например, скандий получают из руд при его содержании около 0,002%, золото и платину — при содержании 0,0005% [10].

Неоспоримость положения о скором исчерпании отдельных видов природных минеральных ресурсов и необходимость новых крупных капиталовложений в освоение новых месторождений ставят вопрос о целесообразности использования сырья техногенных месторождений. Обычно под техногенным минеральным сырьем понимаются отвалы вскрышных и вмещающих пород отработанных месторождений, а также хвостохранилища горно-обогатительных фабрик, где концентрация компонентов основной добычи, а также попутных полезных соединений меньше, чем в разрабатываемых промышленных пластах. Тем не менее, эти компоненты могут быть извлечены с применением новейших технологий [1].

Утилизация отвалов вскрышных пород позволяет сокращать их площади и тем самым экономить ресурс геологического пространства, а извлечение полезных компонентов из хвостохранилищ, кроме экономической выгоды, способствует очищению поверхностной части литосферы от вредных для здоровья биоты примесей; особенно это касается тяжелых металлов и радиоактивных элементов.

Порода, идущая в отвал, состоит из тех же минералов, и соответственно, из тех же элементов, что и рудоносная порода. Поэтому вредные и ценные элементы-примеси будут рассмотрены в руде месторождений. Однако следует принять во внимание, что порода отходов производства в процентном соотношении будет отличаться от рудоносной породы: в отходах содержание примесей возрастет по отношению к ценному компоненту.

Железные руды в ряде случаев содержат попутные ценные компоненты, использование которых улучшает технико-экономические показатели работы предприятий по добыче полезных ископаемых и позволяет получать дефицитную товарную продукцию.

Попутные ценные компоненты железных руд и концентратов переходят в чугун и сталь или уходят в шлаки, откуда могут быть частично извлечены. Такие полезные примеси, как никель, кобальт, марганец, являющиеся легирующими компонентами, частично переходя из чугуна в сталь, дают возможность получения специальных сталей с заданными свойствами [2].

Наиболее распространенная примесь железных руд — марганец. В обычных условиях плавки марганец вводится в чугун с марганцевой рудой, подаваемой в аглошихту. Наличие марганца в железной руде позволяет избежать расхода на марганцевую руду и снизить себестоимость чугуна.

Хром и никель являются ценными легирующими элементами, переходящими в чугун, а затем и в сталь, и улучшающими ее качество. Они позволяют снизить расход дорогостоящих феррохрома и ферроникеля. Содержание хрома и никеля в рудах обычно небольшое и составляет от десятых долей процента до нескольких процентов [7].

Из шлаков металлургического передела титаномагнетитовых концентратов извлекается ванадий; фосфорсо-

держащие шлаки используются в качестве удобрений. Из пироксеновых хвостов обогащения титаномагнетитовых руд может извлекаться скандий [2].

Вольфрам и молибден являются полезными примесями железной руды, однако в рудах встречаются крайне редко [7].

Перспективными являются предложенные технологии извлечения из железных руд и продуктов их переработки германия и других редких элементов [2].

Вредные примеси железных руд: S, P, As, Zn и Pb. Сера вызывает снижение прочности стали при повышенных температурах (красноломкость) и поэтому во всех случаях является вредной примесью. Хотя основное количество серы в доменную печь вносится с коксом, иногда ее много содержится и в руде. Если же руда подвергается агломерации, то этот предел может быть повышен до 2%. Это объясняется тем, что при агломерации с газами удаляется до 95% всей серы. Поэтому использование серосодержащих руд без агломерации практически невозможно [7].

Поступающая в доменную печь сера распределяется между газом, чугуном и шлаком. Однако основное количество ее переходит в шлак. В рудах сера находится в виде сульфидов  $FeS_2$ , сульфатов  $CaSO_4$ . Сульфатная сера переходит в металл интенсивнее, чем сульфидная.

Фосфор вредно влияет на качества стали, снижая ее прочность при низких температурах (хладноломкость), и поэтому в большинстве случаев является вредной примесью. В доменной печи фосфор восстанавливается из соединений и полностью переходит в чугун, а затем частично и в сталь. Поэтому содержание его в рудах должно быть низким и составлять сотые доли процента.

В некоторых случаях повышенное содержание фосфора в чугуне не только допустимо, но и необходимо. Так кислородные конвертеры могут перерабатывать чугуны с повышенным содержанием фосфора. Вторым исключением является выплавка литейных чугунов, фосфористые сорта которых могут содержать 0,3–0,7% и даже до 1,2% фосфора. Фосфористые чугуны обладают высокой текучестью и хорошо заполняют форму.

Цинк является вредной примесью, хотя и не переходит в чугун. Содержание цинка порядка 0,2% очень вредно потому, что, сублимируясь в нижней части печи, он конденсируется в кладке верха печи и вызывает ее расширение.

Свинец также является вредной примесью. Скапливаясь в горне печи, он разрушает кладку [7].

Раньше железные руды с высоким содержанием этих примесей не разрабатывались. В настоящее время железные руды с содержанием серы выше нормы подвергаются специальной предварительной обработке. Например, магнетитовые сернистые руды горы Магнитной предварительно обогащаются путем магнитной сепарации, в результате чего отделяются сульфиды, вместе с которыми выводится и сера; после этого концентрат из магнетита пригоден для нормальной плавки.

Фосфористые руды раньше также не использовались для плавки. В 1879 г. инженер Томас разработал метод

плавки на основном поде, так называемый метод тома-сирования, позволивший из фосфорсодержащих чугунов выплавлять кондиционную сталь. Получаемый при этом так называемый томасов шлак — фосфористый продукт — идет на удобрение [6].

Переработка руд с использованием всех составляющих их полезных элементов называется комплексной. Вопросу комплексного использования руд уделяется в настоящее время большое внимание как в России, так и в зарубежных странах. Так, например, из руд колчеданных месторождений Урала, полиметаллических месторождений Алтая мед-

но-никелевых месторождений Монче-Тундры и Норильска, золоторудных месторождений Урала, Сибири могут быть извлечены при комплексной переработке попутно с основными компонентами редкие металлы, рассеянные элементы, а также железо и сера в большом количестве.

На современном этапе развития особое внимание уделяется изучению техногенных месторождений. Таким образом, одна и та же рудная залежь обрабатывается дважды: сначала из первоисточника, а затем из отходов первоначальной добычи. Этому способствует развитие технологий обогащения.

#### Литература:

1. Трофимов, В. Т., Зилинг Д. Г. Экологическая геология: учебник — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. — 415с.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Железные руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 40 с.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 39 с.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Никелевые и кобальтовые руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 37 с.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцовые и цинковые руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 40 с.
6. Вещественный состав руд, парагенетические ассоциации элементов в минералах и рудах // Биофайл: научно-информационный журнал. [Электронный ресурс] URL: <http://biofile.ru/geo/15143.html> (дата обращения: 08.02.2015)
7. Железная руда // Украинская Ассоциация Сталеплавильщиков: информационный портал о черной и цветной металлургии. [Электронный ресурс] URL: <http://uas.su/allmet/1ore/ironore/003.php> (дата обращения 08.02.2015)
8. Медные руды. // Горная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/m/mednye-rudy> (дата обращения 08.02.2015)
9. Никелевые руды // Горная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/n/nikelevye-rudy/> (дата обращения 08.02.2015)
10. Руда // Электронный справочник. [Электронный ресурс] URL: [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_3319.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3319.html) (дата обращения 08.02.2015)

## Ценные и вредные элементы в рудах и отходах месторождений цветной металлургии

Азарова Светлана Валерьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент;

Перегудина Елена Владимировна, ассистент;

Третьяков Алексей Николаевич, кандидат химических наук, доцент;

Капустина Анастасия Анатольевна, студент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**П**римеси в рудах могут повышать или снижать качество сырья. Для более полного извлечения ценного компонента (или ценных компонентов) из руды и производства качественного конечного продукта необхо-

димо знать элементный состав руды и влияние того или иного элемента на процесс извлечения ценного компонента (или ценных компонентов) и качество конечного продукта.

Цель данной работы — на основе анализа опубликованных данных охарактеризовать вредные и ценные элементы-примеси, содержащиеся в рудах и отходах месторождений цветных металлов.

В комплексных рудах часто содержатся примеси редких металлов, например: в бокситах — Ga, La и Sc. Наличие примесей редких элементов (V, Ge, Ga, TR и др.) повышает ценность руд, в таком случае говорят о наличии ценных элементов-примесей. Вредные примеси затрудняют металлургический передел руд (и их концентратов) или ухудшают качество получаемого продукта [10].

Промышленные кондиции зависят от форм нахождения полезных компонентов в руде, технологических способов ее добычи и переработки. При совершенствовании последних изменяется оценка руды конкретного месторождения. Чем выше ценность металла, тем меньше могут быть запасы его руды в месторождении и ниже его содержание в руде. Особенно это относится к редким, радиоактивным и благородным металлам. Например, скандий получают из руд при его содержании около 0,002%, золото и платину — при содержании 0,0005% [10].

Обычно под техногенным минеральным сырьем понимаются отвалы вскрышных и вмещающих пород отработанных месторождений, а также хвостохранилища горно-обогатительных фабрик, где концентрация компонентов основной добычи, а также попутных полезных соединений меньше, чем в разрабатываемых промышленных пластах. Тем не менее, эти компоненты могут быть извлечены с применением новейших технологий [1].

Остро стоит проблема вторичной переработки техногенных масс на крупнейших месторождениях ныне дефицитных руд, например, медно-молибденовых. Это обусловлено не только дефицитом меди и молибдена в мире, но также ухудшением качества сырья, вовлекаемого в переработку.

Порода, идущая в отвал, состоит из тех же минералов, и соответственно, из тех же элементов, что и рудоносная порода. Поэтому вредные и ценные элементы-примеси будут рассмотрены в руде месторождений. Однако следует принять во внимание, что порода отходов производства в процентном соотношении будет отличаться от рудоносной породы: в отходах содержание примесей возрастет по отношению к ценному компоненту.

**Ценные примеси месторождений меди:** Au, Ag, Cd, In, Tl, Ga, Co, Ni, Pt, Zn, S и Se. При флотации извлечение золота и серебра в медный концентрат составляет 60–65%. При металлургической переработке практически все золото и серебро переходят в медь, а из нее в шламы, собирающиеся при электролитическом рафинировании меди.

Кадмий на 80–85% извлекается в цинковый и частично свинцовый концентрат, а при металлургическом переделе — из медно-кадмиевых кеков электролитических установок. Индий и галлий аналогично кадмию сосредотачиваются в цинковом концентрате, а таллий находится также в медном и пиритном концентратах. Они извлекаются из тех же отходов производства, что и кадмий.

Кобальт извлекается при электролизе никелевых концентратов, а также из пиритных огарков.

В процессе обогащения металлы платиновой группы (никель и платина) концентрируются в никелевом концентрате и при металлургическом переделе переходят в никель, а из него при электролитическом рафинировании — в анодный шлам. Цинк при металлургическом переделе медных концентратов возгоняется в виде оксида и осаждается из отходящих газов на электрофильтрах [3].

Сера улавливается в виде сернистого газа при всех видах пирометаллургической обработки колчеданных руд с последующим производством серной кислоты. Селен извлекается из пыли металлургических печей и шламов, остающихся при электрическом рафинировании меди.

На медеплавильных заводах России используются разные технологии плавки. В последнее время интенсивно внедряются автогенные процессы получения черновой меди (плавка в жидкой ванне, плавка во взвешенном состоянии и др.), что позволяет упростить технологию за счет совмещения процессов обжига, плавки на штейн и даже конвертирования в одном технологическом цикле. Это дает возможность повысить комплексность использования сырья, исключить или резко сократить расход топлива, предотвратить загрязнение окружающей среды. Из отходящих газов металлургического производства получают серную кислоту или элементарную серу, а из пыли — свинец, цинк, висмут, кадмий, германий и другие элементы [3].

Электролитическое рафинирование черновой меди обеспечивает получение меди высокой чистоты и извлечение многих ценных компонентов. Из электролитных шламов извлекаются селен, теллур и благородные металлы.

В зарубежных странах заметную роль в производстве меди стала играть новая технология извлечения меди, основанная на экстракции и электролизе (технология SX-EW), позволяющая извлекать медь из бедных и забалансовых руд, труднообогатимых окисленных руд, хвостов обогатительных фабрик и шлаков металлургического производства. За период 1990–2000 гг. производство меди по указанной технологии увеличилось в 3,3 раза, а в Чили — в 12,5 раз [3].

В качестве вредных примесей в медных рудах часто встречаются мышьяк и сурьма (10–3–10–2%), иногда туть (10–4%) [8].

**Ценные примеси месторождений свинцово-цинковых руд:** Au, Ag, Cd, Tl, In, Se, Te, Ga, Ge, Bi и Hg. Выплавляемый черновой свинец, содержащий также благородные металлы и другие примеси, подвергается рафинированию, которое проводится пирометаллургическим или электролитическим способом. При рафинировании извлекаются все ценные компоненты, и происходит очистка свинца от вредных примесей [5]. До 50% золота, находящегося в рудах в самородном виде, выделяется в голове процесса гравитацией; остальное его количество накапливается в свинцовом, цинковом, медном и пиритном концентратах. Суммарное извлечение золота колеблется в широких пределах, достигая 70–80%. Се-

ребро сосредоточивается преимущественно в свинцовом и цинковом концентратах.

Кадмий на 80–85% извлекается в основном в цинковый и частично в свинцовый концентраты, а при металлургическом переделе улавливается в пыли заводов [5]. Таллий в основном сосредоточивается в цинковых концентратах; извлекается из пыли сернокислотных заводов и цехов, а также из медно-кадмиевых осадков, получаемых при очистке цинкового электролита.

Индий, связанный главным образом со сфалеритом, извлекается в цинковый концентрат (извлечение индия находится на уровне 50–60%). При пирометаллургической переработке концентратов индий накапливается в пыли и отходах, а при гидрометаллургическом производстве цинка — в кеках от выщелачивания огарка и в медно-кадмиевом кеке.

Селен и теллур, рассеянные обычно по всем сульфидам, извлекаются (20–40%), как правило, в свинцовый и цинковый, а также в пиритный концентраты; в свинцовом и цинковом производстве селен и теллур получают из пыли обжиговых печей [5].

Основная масса галлия сосредоточивается в цинковом концентрате (извлечение в концентрат составляет 6–20%), при пирометаллургической переработке галлий в основном переходит в ретортные остатки (раймовки); при гидрометаллургическом процессе галлий остается в кеках после выщелачивания огарков.

Германий, присутствующий в качестве примеси в силикатах, теряется с хвостами флотации, а связанный с рудными минералами может извлекаться в цинковом производстве из кадмиевой пыли, ретортных остатков и кеков после выщелачивания огарков. Висмут извлекается при рафинировании свинца. Ртуть накапливается в свинцовом (до 87–98%) и цинковом (до 76–83%) концентратах и может быть получена в свинцовом и цинковом производстве.

Сурьма — вредная примесь, но может быть полностью извлечена даже при содержаниях в рудах 0,001% при рафинировании свинца по щелочному способу [5].

#### Литература:

1. Трофимов, В. Т., Зилинг Д. Г. Экологическая геология: учебник — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. — 415с.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Железные руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 40 с.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 39 с.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Никелевые и кобальтовые руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 37 с.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцовые и цинковые руды. — М.: ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2007. — 40 с.
6. Вещественный состав руд, парагенетические ассоциации элементов в минералах и рудах // Биофайл: научно-информационный журнал. [Электронный ресурс] URL: <http://biofile.ru/geo/15143.html> (дата обращения: 08.02.2015)

В России для получения никеля и кобальта в настоящее время используются руды только двух промышленных типов: сульфидные медно-никелевые и силикатные никелевые коры выветривания. Все попутные компоненты при обогащении переходят в различные концентраты и извлекаются при дальнейшей их металлургической переработке.

Кобальт извлекается из конверторных шлаков никелевого производства на кобальтовых заводах гидрометаллургическим способом. Из отходящих газов при выплавке фанштейна и анодной меди производятся серная кислота и техническая сера [4]. Благородные металлы, селен и теллур накапливаются в анодных шлаках никелевого и медного производства.

Товарной продукцией, получаемой из руд сульфидных медно-никелевых месторождений, являются: никель и медь электролитные, кобальт металлический и кобальтовые продукты, металлы платиновой группы, золото, серебро, селен, теллур, техническая сера и серная кислота [4].

Вредными примесями сульфидных медно-никелевых руд являются цинк, свинец и мышьяк, фтор, кадмий, висмут.

К вредным примесям в силикатных никелевых рудах относят медь и хром, а при плавке на ферроникель — и фосфор. Окисленные и смешанные руды обогащаются значительно хуже, чем сульфидные, особенно содержащие медь в силикатной форме. Цинк в оксидной форме в товарные концентраты практически не извлекается [9].

Из вышесказанного следует, что: качество концентрата характеризуется содержанием ценного компонента, содержанием полезных и вредных примесей, влажностью и гранулометрической характеристикой.

На современном этапе развития особое внимание уделяется изучению техногенных месторождений. Таким образом, одна и та же рудная залежь отрабатывается дважды: сначала из первоисточника, а затем из отходов первоначальной добычи. Этому способствует развитие технологий обогащения.

7. Железная руда // Украинская Ассоциация Сталеплавильщиков: информационный портал о черной и цветной металлургии. [Электронный ресурс] URL: <http://uas.su/allmet/1ore/ironore/003.php> (дата обращения 08.02.2015)
8. Медные руды. // Горная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/m/mednye-rudy> (дата обращения 08.02.2015)
9. Никелевые руды // Горная энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/n/nikelevye-rudy/> (дата обращения 08.02.2015)
10. Руда // Электронный справочник. [Электронный ресурс] URL: [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_3319.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3319.html) (дата обращения 08.02.2015)

## Производственная и экологическая безопасность деятельности ООО «Томскнефтехим»

Асадуллина Лилия Ильгизовна, старший преподаватель  
Национальный исследовательский Томский Политехнический университет

*В данной статье описываются мероприятия необходимые для обеспечения производственной и экологической безопасности деятельности ООО «Томскнефтехим». Рассмотрены вопросы, касающиеся вредных факторов производства, правил производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.*

Предприятия нефтедобывающей и химической промышленности в значительной степени определяют состояние экономики Томской области. Они обеспечивают более 40% суммы налоговых поступлений в бюджеты всех уровней. С 1995 г. в регионе началось создание новой отрасли — газодобывающей. Осуществляется комплексная программа, которая предусматривает освоение газовых месторождений на севере области, обеспечение дешевым сырьем одного из крупнейших в России Томского нефтехимического комбината. [1, 2]

ОАО «Томский нефтехимический комбинат» — уникальное предприятие, расположенное на территории Томской области. В его состав входят производства полипропилена, метанола, формалина, карбамидных смол, этилена, пропилен и полиэтилена высокого давления. ТНХК продолжает развиваться: здесь ведется строительство производства бензола, азотно-кислородного завода и других объектов.

Основные производства, входящие в состав ООО «Томскнефтехим»:

– Завод «Полипропилен». Мощность установки 100 тыс. тонн в год, достигнутая мощность 105 тыс. тонн в год. Ассортимент выпускаемой продукции насчитывает свыше 60 видов, большую часть из которых составляют композиционные материалы на базе полипропилена и его сополимера с этиленом: ударопрочные, морозостойкие, минералонаполненные и самозатухающие композиции. Продукцию завода используют предприятия России, стран СНГ, а также за рубежом;

– Завод «Формалин и карбамидные смолы». Мощность установки по производству формалина 360 тыс. тонн в год, установки по производству карбамидной

смолы — 200 тыс. тонн. Специалистами завода разработана и внедрена в производство новая модификация карбамидной смолы — концентрат карбамидоформальдегидный (ККФ), особенность которого является малотоксичность и длительный срок хранения;

– Завод «Этилен». Мощность установки по производству этилена 300 тыс. тонн в год, пропилен — 147 тыс. тонн в год при переработке прямогонного бензина. Этилен и пропилен используют как сырье для производства этилена высокого давления, полипропилена и высокомолекулярного полиэтилена низкого давления;

– Завод «Полиэтилен». Производительность установки по производству полиэтилена высокого давления 150 тыс. тонн в год. Ассортимент составляет свыше 25 видов готовой продукции. ПЭВД и композиции на его основе используются для светостойкой изоляции проводов, для скоростной изоляции телефонных кабелей, для изготовления пленки, технических изделий, труб, фитингов, упаковочных средств, кабельной продукции и т.д.

ООО «Томскнефтехим» ежегодно увеличивает свои производственные показатели. В 2003 году предприятие заняло первое место в России по производству полипропилена, что составляет 41% всего отечественного рынка и второе место — по производству метанола. В марте 2004 г. выпуск полиэтилена составил 17469 тысяч тонн, что является наибольшим показателем за всю историю производства. К 2010 г. увеличили на 50 тысяч тонн выпуск полиэтилена высокого давления — основной, конкурентоспособной продукции предприятия, идущей, в том числе и на экспорт.

ООО «Томскнефтехим» — один из крупнейших производителей полиолефинов, поставляет на зарубежные

рынки 60–70% выпускаемой продукции. Стабильность Томского Нефтехима имеет большой народнохозяйственный значение не только для Западно-Сибирского региона, но и для России в целом. Задача сегодняшнего дня — сделать нефтехимическое предприятие технически современным и конкурентоспособным на мировом уровне.

ООО «Томскнефтехим» является градообразующим предприятием. Сегодня в подразделениях предприятия трудятся около 7 тысяч человек. Новая управленческая команда ставит перед собой непростые задачи — повышение производственных показателей, модернизация производства, поддержка и развитие социальных программ. Томский Нефтехим заявляет себя социально ответственным предприятием, как перед своими работниками, так и перед жителями Томской области в целом. На предприятии поддерживаются программы по лечению, оздоровлению, страхованию работников, организации летнего отдыха, ведется большая подшефная работа.

Участствует ООО «Томскнефтехим» и в финансировании социальных проектов областного значения. За деловую и профессиональную активность и высокое качество продукции предприятие неоднократно было удостоено наградами и призами, в числе которых международная награда «Факел Бирмингема», золотой приз Европы «За качество», утвержденный клубом лидеров и «Скандинавская медаль» за прогресс в экономическом развитии по итогам 2001 года. Сегодня Томский Нефтехим отмечает свой 30-летний юбилей. Для предприятия это своеобразная веха, когда можно подвести итоги и наметить перспективы на будущее. Нефтехим — одно из крупнейших и сравнительно молодых предприятий нефтехимической отрасли России и самое мощное в Томской области. Томский Нефтехим набирает обороты и самые главные страницы его истории еще впереди!

Вся территория Томского нефтехима составляет 670 гектаров. Промышленная зона — 655 га (25 кв. км). Культурно-оздоровительная территория — 15 гектаров (база отдыха, лагерь, спорткомплекс).

Число работающих — более 6500 человек, почти каждый 50-й житель области. Из них женщин — около 2400 (36%). Средний возраст — 40 лет. Высшее образование имеют 1800 человек, среди них более 700 женщин. Около 1000 нефтехимовцев — выпускники Томского политехнического университета. На ТНХК работают 17 кандидатов наук, 1 доктор наук.

В состав ООО «Томскнефтехим» входит администрация общества и 30 структурных подразделений, из них 9 — основные производства.

Томский Нефтехим является единственным за Уралом производителем полипропилена, крупнейшим производителем полиолефинов, метанола, карбасмол, формалина, мономеров. Томский Нефтехим производит 41% от объема всего российского производства полипропилена — это первое место в России. По выпуску полиэтилена Томскнефтехим занимает второе место в стране (29%) Впервые в России — на ТНХК — была спроектирована и введена

в эксплуатацию пилотная установка по полимеризации альфаолефинов. На этой установке впервые в России получен сверхвысокомолекулярный полиэтилен. В настоящее время установка используется для выдачи исходных данных для реконструкции действующих производств.

В период становления Томского Нефтехима костяк специалистов формировался из вызовников с родственных предприятий СССР. В настоящее время все необходимые кадры для Томского Нефтехима готовятся в Томске.

Работа по охране окружающей среды ведется на ООО «Томскнефтехим» с 1983 года. **Отдел охраны окружающей среды** организует деятельность подразделений Общества по:

- планированию природоохранной деятельности;
- производственному экологическому контролю;
- охране окружающей среды;
- реализации обязательных экологических требований природоохранного законодательства;
- предоставлению экологической отчетности;
- анализу производственной экологической ситуации и оценке природоохранной деятельности предприятия.

Контроль за состоянием окружающей среды в районе предприятия осуществляется **Центральной лабораторией аналитического контроля промсанитарии** и охране окружающей среды (**ЦЛАК ОС и ПС**) в соответствии с утвержденной «Программой производственного контроля за влиянием хозяйственной деятельности и мониторинга окружающей среды».

Природоохранные мероприятия в ООО «Томскнефтехим» осуществляются в соответствии с утвержденной целевой программой «Регулирование качества охраны окружающей среды».

Вода для производственных нужд предприятия поступает из реки Томь через собственную систему водозабора, оборудованную рыбозащитными устройствами. Питьевая вода поступает на предприятие из водопровода города Томска. Имеется лицензия на водопользование, выданная Главным управлением природных ресурсов по Томской области. Водопользование осуществляется в пределах установленного лимита.

Все сточные воды предприятия (ливневые, хозяйственные, химзагрязненные) в соответствии с проектом направляются на городские биологические очистные сооружения. Кроме того, на производствах имеются локальные очистные сооружения, через которые проходят химически загрязненные стоки перед сбросом на биологическую очистку.

В течение 2003–2005 годов проведена инвентаризация выбросов загрязняющих веществ всех производственных подразделений ООО «Томскнефтехим», разработан проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятия, принято долевое участие в разработке сводного тома «Охрана атмосферы и предельнодопустимые выбросы города Томска».

Достигнута высокая эффективность природоохранных мероприятий. В 2004 году выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников ООО

«Томскнефтехим» составили всего треть от нормативного объема выбросов.

Еженедельно Центральная лаборатория АК ОСиПС осуществляет контроль качества атмосферного воздуха на границе санитарнозащитной зоны предприятия (ее размер от 1,7 до 2,5 км в различных направлениях) по 17 ингредиентам. В течение одного года лабораторией выполняется 1700 анализов! За 2004–2005 гг. превышений производствами ООО «Томскнефтехим» предельно допустимой концентрации вредных веществ в атмосфере не зарегистрировано.

Созданная в ООО «Томскнефтехим» система работы с опасными отходами производственно-хозяйственной деятельности (включая их образование, использование, обезвреживание, транспортировку, временное хранение, захоронение и учет) получила положительное экологическое заключение экспертной комиссии Ростехнадзора и была лицензирована в мае 2005 года.

#### Литература:

1. Валович, В. Н. К вопросу об экологической безопасности страны // Общество. Среда. Развитие (Тегга Нумана) № 1, 2012
2. Егорова, М. С. Производство экологически безопасных товаров и услуг в России [Текст] / М. С. Егорова, Т. А. Фролова // Молодой ученый. — 2015. — № 8. — с. 381–384.
3. Кондранова, А. М. Nuclear energy: is it good or bad for the environment? [Текст] / А. М. Кондранова, М. В. Куимова // Молодой ученый. — 2015. — № 8. — с. 388–390.
4. Экологическая доктрина РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scrf.gov.ru/documents/24.html> Дата обращения (12.05.2015)

## О влиянии выхлопных газов автомобилей на здоровье человека

Вяткин Максим Федорович, студент;

Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**В**ыхлопные газы (или отработавшие газы) являются неоднородной смесью продуктов полного и неполного сгорания топлива. Они состоят из различных газообразных веществ, большинство из которых токсичны. Выхлопные газы негативно влияют на:

- придорожное пространство (деревья, кустарники, растущие вдоль дорог);
- дыхательную систему животных и человека;
- химический состав почвы и воды (увеличивается концентрация тяжелых металлов в почве и воде);
- уровень кислотность атмосферных осадков (уровень кислотности повышается).

В течение суток один автомобиль может выбрасывать до 1 кг выхлопных газов, в состав которых входят:

- продукты неполного сгорания жидкого топлива (оксид углерода, сажа, углеводороды и т.д.);
- продукты окисления (различные оксиды азота и другие соединения);

На предприятии разработан проект нормативов образования отходов, определены лимиты на их размещение, разработаны и согласованы паспорта опасных отходов. Во всех подразделениях назначены ответственные лица, прошедшие профессиональную подготовку на право обращения с опасными отходами, подтвержденную сертификатами установленного образца.

Большая часть отходов производства реализуется сторонним организациям для дальнейшей переработки. Это атактический полипропилен, отходы полиэтилена и полипропилена, отработанные масла. Часть отходов вторично используется в производстве или обезвреживается. Захоронение не годных к дальнейшему использованию отходов осуществляется на городских полигонах в соответствии с заключенными договорами, а также в собственном накопителе твердых отходов, состоящем из двух железобетонных карт с гидроизоляционным слоем.

- полициклические ароматические углеводороды (в том числе бенз (а) пирен) [2].

Длительное воздействие выхлопных газов на человека:

- вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей;
- приводит к развитию заболеваний дыхательной системы (хронические бронхиты, рак и т.д.);
- отрицательно сказывается на нервной и сердечной сосудистой системах;
- провоцирует головную боль, слабость, вялость, раздражительность, тошноту, нарушение сна;
- повышает риск возникновения бронхиальной астмы, экземы и других аллергических заболеваний;
- наносит вред головному мозгу, что может привести к развитию болезни Альцгеймера.

Состав выхлопных газов включает огромное количество тяжелых металлов, которые зашлаковывают и загрязняют организм. Так, например, свинец не удаляется

из организма, а накапливаются в нем, поражая органы и ткани организма, нервную систему, желудочно-кишечный тракт, нарушая обменные процессы. Высокая интоксикация свинцом ведет к снижению интеллекта, повышению кровяного давления, нарушению координации движений и росту числа онкологических заболеваний. Аккумуляция свинца растениями приводит к опасности его поступления в организм людей с пищей.

Бенз (а) пирен также обладает способностью к биоаккумуляции (т.е. может накапливаться). Высокая концентрация бензапирена приводит к поражению органов дыхательных путей и кровеносной системы, провоцирует рак у человека [1].

Наибольший вред выхлопные газы оказывают на водителей и пассажиров автотранспорта, которым приходится подолгу стоять в пробках, так как концентрация оксида углерода внутри автомобиля может превышать предельно допустимые нормы.

Выхлопные газы от автотранспорта образуют смог (smog, от smoke — дым и fog — туман) — ядовитый туман в нижнем слое атмосферы. Смог состоит из тумана, дыма,

частичек сажи, пыли, капелек жидкости (во влажной атмосфере). Вредные газы, поступающие в атмосферу, вступают в реакцию между собой и образуют новые, токсичные соединения. Смог, состоящий из азотных, сернистых соединений и капелек воды, вызывает раздражение слизистых оболочек, головную боль, осложнения заболеваний дыхательных путей, отеки и т.д. [3].

Таким образом, выхлопные трубы автомобилей загрязняют атмосферу угарным газом (СО), диоксидом азота, диоксидом серы, летучим углеводородом, твердыми частицами в виде черного дыма и т.д. Выхлопные газы отрицательно воздействуют на здоровье человека и все живые организмы, приводят к повышению температуры Земли и изменению климата. Для защиты сферы обитания человека, правительство принимает законы, призванные оптимизировать движение городского транспорта. Кроме того, в настоящее время следует делать акцент на производстве экологически чистого транспорта, разрабатывать альтернативные энергоисточники для транспортных средств, развивать бизнес по прокату велосипедов и озеленяется город.

#### Литература:

1. Анисимов, Е. Е. Исследование влияния выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания на окружающую среду республики Саха (Якутия) // Молодой ученый. 2014. № 21. с. 71–72.
2. Зайцева, О. Ю. Вред выхлопных газов автомобилей // Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010, № 8. с. 45.
3. Причины перехода на экологически чистые возобновляемые источники энергии. <http://alternativenergy.ru/energy/160-prichiny-kotorye-obuslovlili-neobhodimost-perehoda-na-ekologicheskii-chistye-vozobnovlyaemye-istochniki-energii.html> (дата обращения: 15.05.2015).

## Томская область: развитие «зеленых» технологий

Егорова Мария Сергеевна, ассистент;  
Зубанов Павел Александрович, студент;  
Худойкин Константин Эдуардович, студент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

*Данная статья посвящена вопросам развития «зеленых» технологий в городе Томске и Томской области. Рассмотрены основные идеи «зеленых» технологий. Определены перспективы развития «зеленых» технологий в Томской области, одним из приоритетных направлений которых является использование возобновляемых и альтернативных источников энергии. Продемонстрированы результаты природоохранительной деятельности за 20 лет работы в Томской области.*

## Tomsk region: development of «green» technologies

Egorova Maria Sergeevna, assistant  
Zubanov Pavel Aleksandrovich, student  
Hudoykin Konstantin Eduardovich, student  
National research Tomsk polytechnical university

*This article is devoted to questions of development of «green» technologies in the city of Tomsk and the Tomsk region. The main ideas of «green» technologies are considered. Prospects of development of «green» technologies in the*

*Tomsk region are defined, one of which priority directions is use renewable and alternative energy sources. Results of nonconsumptive activity in 20 years of work in the Tomsk region are shown.*

Все чаще ученые предупреждают нас о том, что деятельность людей пагубно влияет на окружающую среду. В связи с этим набирают популярность так называемые «зеленые технологии».

Зеленые технологии — это очень важный и необходимый шаг в развитии человечества, включающий в себя несколько направлений: внедрение энергосберегающих технологий, использование аэраторов, применение раздельного сбора и переработки мусора, преимущественное использование средств со специальной эко-маркировкой, максимально возможное снижение использования пластика в различных сферах жизнедеятельности людей, переход на нетоксичные материалы в строительстве и др.

Именно сейчас вопрос о сохранении окружающей среды стоит очень остро, что может и должно стать мощным толчком для поиска, разработки внедрения альтернативных источников энергии, и вообще развития «зеленых» технологий. Тенденция перехода на возобновляемые и альтернативные источники энергии, а также развитие «зеленых технологий», сильнее прослеживается в странах Запада, жители которого заинтересованы вопросами экологии и защиты окружающей среды. Россия, перенимая опыт европейских стран, тоже стремится развивать щадящие природу технологии [1].

Цель «зеленых» технологий состоит в следующем:

- устойчивое развитие, отвечающее современным потребностям общества;
- производство продуктов, которые можно полностью восстановить или повторно использовать;
- сокращение отходов и уменьшение загрязнения окружающей среды посредством изменения системы производства и структуры потребления;
- инновации, развивающие альтернативные решения технологиям, которые ранее зарекомендовали себя как наносящие ущерб здоровью населения или окружающей среде;
- жизнеобеспечение, формирующее центры экономического развития вокруг принципиально новых технологий и продуктов, которые положительно влияют на окружающую среду [2].

### **Перспективы развития «зеленых» технологий в Томской области**

Среди приоритетных направлений реализации проектов по внедрению «зеленых» технологий в Томской области можно выделить:

- использование возобновляемых и альтернативных источников энергии. Для этих целей могут использоваться ветро-солнечные, биогазовые и газогенераторные установки. Потенциал использования возобновляемых источников энергии для Томской области высок, с их помощью

можно покрыть 150% энергопотребностей региона. На данный момент не только проектируются, но и уже реализуются в промышленности энергетические установки, использующие исключительно возобновляемые и альтернативные источники энергии;

- проектирование и внедрение очистных сооружений, применительно для промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Такие работы проводит томский научно-образовательный комплекс;

- разработка и внедрение передовых технологий по переработке отходов. Разработка таких технологий проводятся и в Томске, его научно-образовательным комплексом (НОК);

- увеличение уровня энергоэффективности сооружений и зданий, реализуемое через внедрение новых строительных материалов и технологий их производства, а также через совершенствование технологий проектирования и строительства зданий;

- реализация технологий по мониторингу состояния окружающей среды и ведение результатов исследования в этой области. Данную работу проводят томские ВУЗы при поддержке Института мониторинга климатических и экологических систем;

- переход автотранспорта на газовое и водородное топливо. Этот пункт в частности реализуется через региональную программу, благодаря которой 50% маршрутного транспорта перешло на газ. Кроме того, в ТПУ проводятся разработки по созданию автомобильных двигателей, работающих на водородном топливе;

- специальная подготовка природных вод для питьевого водоснабжения, производимая промышленными установками, созданными на основе ведущих разработок научно-образовательного комплекса Томска и других регионов России.

Томскую область можно считать инновационной по части «зеленых» технологий. Здесь созданы все условия для реализации пилотного проекта по отработке механизмов «зеленого» роста и формирования на этой основе инновационного научно-производственного кластера. Данный проект соответствует программе устойчивого развития региона и будет положительно влиять на его экономическое развитие. Кроме этого, реализуются другие проекты и решения, принятые на государственном уровне. С 2011 года началась реализация проекта «ИНО-Томск 2020», разработанного Федеральным центром исследований, науки и образования, а также с 2011 года начал свою работу Томский Консорциум научно-образовательных и научных организаций. В 2005 году было принято постановление правительства РФ о действии особой экономической зоны технико-внедренческого типа. В 2008 году были созданы координационные экологические советы, регионального и муниципального уровня,

включенные в систему управления в области охраны окружающей среды. Не отстают от процесса внедрения и развития «зеленых технологий» и томские ВУЗы, которые ежегодно выпускают высококвалифицированные кадры.

Томская область первой в России приняла Концепцию устойчивого развития. Одним из результатов этого стала формирование и внедрение специальной системы, которая направлена на рациональное использование природных ресурсов, а также их тщательную и глубокую переработку. Эта система состоит из нескольких элементов.

Во-первых, это научно-образовательный комплекс. Он, в свою очередь, состоит из следующих компонентов: 10 учреждений, которые реализуют программы высшего профессионального образования, 6 государственных университетов, 6 институтов, входящих в Томский научный центр Сибирского отделения РАН и 7 институтов, входящих в Томский научный центр Сибирского отделения РАН медицинских наук, 76 субъектов научной деятельности. Все перечисленные учреждения образовали в 2011 году Томский Консорциум научно-образовательных и научных организаций.

Во-вторых, томские университеты — лидеры высшего образования в России. В них ведется подготовка специализированных кадров по 300 специальностям, из которых 60 тем или иным образом связаны с модернизацией и технологическим развитием России, в том числе и с ресурсосбережением, эффективным и рациональным природопользованием.

В-третьих, региональная нормативно-правовая база. Ее цель — определение основных понятий и определение мер по стимулированию деятельности инновационных компаний.

В-четвертых, развитая инфраструктура инновационной деятельности Томской области. Она включает 39 элементов — различные офисы коммерциализации разработок, инновационные центры, бизнес — инкубаторы, в том числе и при университетах.

В-пятых, долгосрочный проект ИНО-Томск 2020. Он начал реализовываться в 2011 году, целью которого является создание Центра образования, исследования и разработок. Его деятельность направлена на рациональное использование и глубокую переработку природных ресурсов.

Каждый год, в течение 15 лет, Томск принимает у себя инновационный форум INNOVUS, одним из основных направлений которого является «зеленые технологии»,

а также применение инструментов устойчивого развития. Данная площадка позволяет развивать взаимовыгодное партнерство между регионом и Технологической платформой «Технологии экологического развития». Также это хорошая возможность продвижения региональной модели развития «зеленых технологий» на всероссийском и международном уровне и обмена опытом.

Формирование в Томской области научно-производственного кластера, направленного на развитие «зеленый» технологий, заложит фундамент для укрепления межрегионального сотрудничества по следующим направлениям:

- совместные научно-практические разработки с Новосибирской областью и Красноярским краем;
- сотрудничество с Кузбассом, Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким автономными округами, Красноярским краем, Новосибирской и Иркутской областью, Республиками Саха-Якутия и Бурятия по вопросам модернизации и развития производственной базы регионов [3].

#### Результаты внедрения «зеленых» технологий

В ходе 20-летней систематической природоохранительной деятельности в Томской области были получены следующие результаты:

– Томский воздух значительно чище, чем во многих других городах Сибири, индекс загрязненности определяется величиной 7,8. Для сравнения, в г. Новосибирск такой показатель достигает значения 11,2. В общем, за эти 20 лет в Томской области снизилось количество выбросов в воздух примерно в 3 раза;

– Томская область меньше других регионов загрязняет воды, об этом свидетельствует показатель «сброс неочищенных сточных вод», который составляет 11% против 82% в сибирском федеральном округе. В ходе работ, проводимых в этой области в прошедшие 20 лет, уровень сбросов снизился в 6,3 раза;

– Территория Томской области оснащена полигонами твердых отходов. Они находятся в районных центрах и городах области. Также малонаселенные пункты оснащены санкционированными местами размещения отходов, которых насчитывается 236 штук. С 2010 года начал свою работу новый полигон ТБО. Кроме того, внедряются передовые технологии по переработке отходов. Общий объем перерабатываемых отходов составляет 4 тыс. тонн ежегодно. [3]

#### Литература:

1. Красильникова, И.Р. Доросла ли Россия до «зеленых технологий»? // Российское предпринимательство, 2014. — № 3 (249). — с. 120–126.
2. Чубик, М.П. «Зеленые» технологии и их роль в ситуации ресурсного кризиса // Сборник научных трудов конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2012. — с. 181–182.
3. Адам, А.М. Томская область: развитие «зеленых» технологий // На пути к устойчивому развитию России, 2012. — № 59. — с. 76–80.

## К вопросу утилизации химических отходов

Кондранова Анастасия Михайловна, магистрант;  
Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Рост энергопотребления, развитие промышленности, выпуск товаров и материалов нового поколения приводит к увеличению воздействия на окружающую среду и росту промышленных отходов. Производственные отходы на предприятиях химической промышленности являются одним из загрязняющих элементов для окружающей среды. Нарушение норм хранения и утилизации таких отходов приводит к загрязнению воды, грунта, изменению биосферы и другим негативным последствиям.

К отходам производства относятся остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, которые образуются в процессе изготовления продукции, полностью или частично утратившие свои потребительские свойства [3]. Существует несколько видов промышленных отходов:

- бумажные отходы;
- нефть и нефтепродукты;
- легковоспламеняющиеся жидкости;
- строительные отходы;
- пищевые отходы и т.д.

К химическим отходам относятся:

- лабораторные отходы;
- ртутьсодержащие отходы;
- яды и пестициды;
- щелочи;
- кислоты;
- пироматериалы;
- галогены.

Первое место среди загрязнителей занимают химические вещества, не встречающиеся в природе, например диоксины, гексахлорбензол и другие хлоруглеводороды. Отходы химического производства могут реагировать с различными химическими веществами, образуя новые соединения с неизвестными токсическими свойствами и характеристиками, которые еще сложнее утилизировать. Поэтому грамотная утилизация отходов химического

производства является важной задачей. Утилизация химических отходов предполагает их дальнейшую переработку и получение новых химических соединений, безопасных для экологии. Сбор и вывоз химических отходов для утилизации подразумевает:

- соблюдение норм безопасности процесса;
- транспортировку в специальных контейнерах;
- переработку отходов (вторичное их использование);
- хранение отходов;
- дезактивацию и захоронение отходов, переработка которых экономически неоправданна или невозможна [4].

Утилизация отходов является важной проблемой современности, которая предполагает применение новых способов и технологий [1]. Существует несколько методов утилизации химических отходов, все они требуют тщательного исследования перед применением. Например, для утилизации хлорорганических отходов используются следующие методы:

- термическое сжигание (существенным недостатком метода является образование высокотоксичных продуктов, таких как хлор, оксиды азота и т.д.);
- обезвреживание в разбавленных газах;
- каталитическое сжигание (недостатком метода является потеря сырья);
- каталитическое окисление (требует дополнительного дорогостоящего оборудования и сырья, поэтому является малоэффективным);
- переработка хлорорганических отходов гидрированием;
- гидрогенолиз [2].

Таким образом, правильная утилизация химических отходов промышленности требует наличия эффективных технологий, обеспечивающих их утилизацию; способствует сохранению экологии, снижает уровень потребления ресурсов и повышает экономическую эффективность производства.

### Литература:

1. Алимкулов, С. О., Алматова У. И., Эгамбердиев И. Б. Алимкулов Отходы — глобальная экологическая проблема. Современные методы утилизации отходов // Молодой ученый. 2014. № 21. с. 66–70.
2. Демина, Т. Я., Шаяхметова Л. Р. К проблеме утилизации отходов химических технологий на примере производства хлорорганических соединений // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 10–2. с. 10–13.
3. Классификация отходов. <http://www.anastasia-myskina.ru/ekologiya/zachitaototxodov/54/4658-1-1-klassifikaciya-otxodov.htm> (дата обращения: 15.05.2015).
4. Химические отходы. <http://www.musor1.ru/articles/himicheskie-othody/> (дата обращения: 15.05.2015).

## Влияние уровня воды на изменение гидрохимических показателей в реке Вах Ханты-Мансийского автономного округа

Лазарева Дарья Викторовна, магистрант  
Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

*Ключевые слова:* река Вах, среднегодовой сток, нитриты, гидрохимия

Концентрация химических элементов в воде тесно связана с расходом воды в реке. Данный показатель важен при построении схем устойчивого использования и расчёте нагрузки на водоёмы. В частности концентрация растворенных солей натрия является компонентом, по которому, определяется тип воды. По содержанию нитритов ( $\text{NO}_2$ ) определяется количество органических остатков в воде, что указывает на наличие процессов гниения и заболачивания водоёма [2].

Химический состав воды зависит от таких характеристик реки как расход воды, скорость потока и уровневого режима, определяющих объём воды проходящий через гидрохимический створ.

Очевидно, что чем выше скорость потока, тем меньше вероятность увеличения концентрации химических элементов. Также скорость потока оказывает влияние на содержание взвешенных частиц в воде, чем ниже скорость потока, тем больше частиц оседает на дно и наоборот.

Расход воды в реке определяет скорость обмена воды в реке, чем он выше, тем меньше вероятность развития застойных процессов. Но также при большом расходе вероятно попадание большего количества элементов содержащихся на территории водосбора.

Уровневый режим рек определяет, в какое время года в реке наиболее высокий уровень воды. Для таких рек как Вах с преобладающим питанием талыми водами, наивысшие уровни достигаются в период весеннего половодья. При большом поступлении талых вод русла не в состоянии их пропустить, следствием этого является быстрый подъем уровня, обычно сопровождающийся затоплением поймы, при этом происходит обогащение вод реки минеральными и органическими веществами с поверхности поймы.

Существенное влияние на химический состав воды в реках также оказывают процессы образования и таяния льда. Эти процессы позволяют снизить концентрацию химических элементов в период половодья за счет таяния льда до минимальных концентраций в конце паводка, и увеличивает ее концентрацию в период ледостава за счет вытеснения примесей в подледный поток в процессе роста льда.

В своей работе приведена зависимость от скорости стока и концентрации нитритов, как одного из показателей экологического состояния водоёма.

По данным Обь-Иртышского УГМС среднепогодный расход воды в гидрохимических створах состав-

ляет в селе Ларьяк — 360 м<sup>3</sup>/с, с посёлке Ваховск — 560 м<sup>3</sup>/с, в селе Большеитархово — 736 м<sup>3</sup>/с. Увеличение расхода воды связано с положением посёлков по течению реки, Ларьяк расположен в 407 км от устья; Ваховск — 276 км от устья; Большеитархово — 71 км от устья. Данные показатели позволяют отнести реку Вах к большим рекам.

Рассмотрим динамику изменения нитритов ( $\text{NO}_2$ ), как одно из гидрохимических элементов склонных к превышению нормы в данном регионе [1]. На рис. 1, 2 и 3 представлены графики изменения содержания нитритов в реке в период, свободный ото льда в разные годы.

В 2009 году отмечается резкое увеличение содержания нитритов превышающее ПДК в марте и сентябре в районе села Ларьяк, находящегося выше по течению остальных рассматриваемых точек отбора проб. Сходная просматривается тенденция к увеличению данного элемента в весеннее — осенний период (апрель, октябрь) в посёлке Ваховск.

Тогда как 2010 год отличается довольно ровными показателями по всем трём точкам отбора проб, с сохранением тенденции превышения в мае в селе Ларьяк.

Исходя из данных представленных в графиках во все рассматриваемые года наблюдается сходная ситуация превышения нитритов в период весенней и осенней межени, то есть при снижении уровня и расхода воды, и отсутствие разбавления вод реки осадками как в летние месяцы. Рассмотрим эту зависимость на примере 2010, 2011 годов.

По данным «Ханты-Мансийского центра по гидрометеорологии мониторингу окружающей среды» 2010 год характеризовался большим количеством осадков. В июне, июле 2010 года на территории Нижневартовского района выпадение осадков больше нормы. В сентябре 2010 года также отмечалось превышение нормы осадков, в Ваховске от 41 до 171% по отношению к климатической норме [3].

По сравнению с предыдущим и по отношению к климатической норме 2011 год был более засушливый. В июле 2011 года отмечается уменьшение осадков и только в двух крайних восточных районах осадки были около и больше нормы, к примеру, в Ларьяке — 80,2 мм или 104% по отношению к климатической норме. В сентябре этого же года Нижневартовский район оказался самым засушливым с показателем 6 мм осадков в Нижневартовске, что составляет 10% от «нормы» [4].

Таким образом, принимая в рассмотрение данные по осадкам, и данные по гидрохимическим показателям

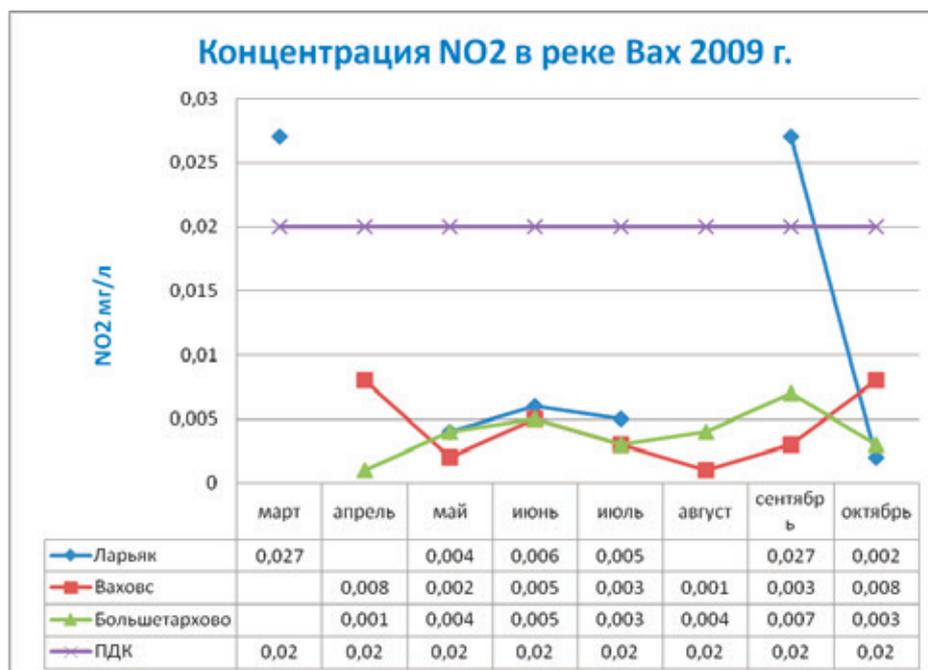


Рис. 1. Концентрация NO<sub>2</sub> в реке Вах в 2009 г.



Рис. 2. Концентрация NO<sub>2</sub> в реке Вах в 2010 г.

можно сделать вывод о зависимости концентрации нитритов от количества осадков.

Наибольшему риску повышения нитратов подвержено село Ларьяк, так как оно находится выше по течению, по сравнению с другими населенными пунктами и имеет меньший расход воды. Как видно из рис. 1, 2 и 3 наибольшее превышение значения ПДК наблюдается в начале весеннего периода (март). Также отмечается резкий скачок осенью (сентябрь), но уже с меньшим превышением ПДК.

Однако в селе Большетархово, самого нижнего по течению, в 2011 в период осенней межени зафиксирован наибольшее увеличение концентрации нитритов по сравнению с другими населенными пунктами за этот же год, что может свидетельствовать о присутствии антропогенного фактора.

За исследуемый промежуток времени с 2009 по 2011 годы среднегодовой сток реки Вах в гидрологическом посту в посёлке Ваховск обнаруживает тенденцию к увеличению объёма стока, что наглядно отображено на графике (Рис. 4). В соответствии с площадью водос-

Рис. 3. Концентрация NO<sub>2</sub> в реке Вах в 2011 г.

бора данное увеличение также будет характерно и для остальных населённых пунктов.

В связи с тем, что водосборный бассейн имеет высокую степень заболоченности (45%), формирование стока реки Вах зависит от поступления воды из болотных массивов. Поэтому, гидрохимический режим реки в первую очередь зависит от гидрохимического состояния болот расположенных на водосборе. Таким образом, чем больше сток с площади водосбора, тем больше количество нитритов привносится в реку из болотных массивов.

Однако, при определении гидрохимического состава воды водотока, нельзя исключать антропогенную состав-

ляющую, которая проявляется при поступлении поверхностного стока с полей или со сточными водами коммунально-бытового хозяйства и промышленных предприятий.

Из возможных причин резкого повышения содержания нитритов в двух населённых пунктах Ваховск и Большетархово можно выделить природные факторы такие как: во первых увеличением стока, а значит и поступления веществ в водоём, второе — уменьшением количества осадков, а в третьих — смыв органического вещества с поверхности тальми водами, и антропогенные — увеличение числа жителей (Ваховск — 1730 ч. Большетархово — 16023 ч.) и производственной деятельности.

Рис. 4. Концентрация NO<sub>2</sub> в реке Вах в 2011 г.

Литература:

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши 2010 г. Часть 1. Реки и каналы. Бассейны рек на территории Омской и Тюменской области. Омск 2011
2. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учеб. пособие // Я. П. Молчанова; под ред. Т. В. Гусевой. — М.: Форум. — 2007. — 190 с
3. Обзор погоды за 2010 г. /Ханты-Мансийский ЦГМС — филиал ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»: <http://www.ugrameteo.ru/obzor2010.php>
4. Обзор погоды за 2011 г. /Ханты-Мансийский ЦГМС — филиал ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»: <http://www.ugrameteo.ru/obzor2011.php>

## Твердые бытовые отходы и экология

Махотлова Маратина Шагировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель  
Кабардино-Балкарский аграрный университет имени В. М. Кокова

*Статья посвящена проблемам сбора и утилизации промышленных и бытовых отходов, рассмотрена проблема обеспечения экологической безопасности полигонов ТБО, а также определены главные проблемы которые направлены на улучшения жизни человека и окружающей среды.*

**Ключевые слова:** бытовые отходы, утилизация отходов, экологическая проблема, загрязнение окружающей среды, природная среда, вредные вещества, негативное воздействие.

В настоящее время загрязнения очень пагубно влияют на экологию страны, это связано прежде всего с жизнедеятельностью человека. Отходы от работы заводов, перерабатывающих предприятий наносят колоссальный вред. Проблема накопления и утилизации отходов является серьезной экологической проблемой, так как отходы подвергаются гниению, накапливаются в огромных количествах, негативно влияя на окружающую среду.

Проблема отходов в последние годы выдвинулась среди других экологических проблем на первое место [2]. Отходы производства и потребления являются источником антропогенного воздействия на окружающую среду.

Большинство отходов размещается на полигонах ТБО, санкционированных и не санкционированных свалках, и только 4–5% утилизируется иными способами из-за отсутствия, как необходимой инфраструктуры, так и самих предприятий — переработчиков [1].

Экологическая проблема бытовых отходов приобретает пугающие масштабы, так как каждый день количество необработанных отходов только возрастает, и никто не может дать четких рекомендаций для борьбы с этой проблемой [2].

Отходы, при их бесконтрольном размещении на свалках, негативно воздействуют на окружающую среду, являясь источником поступления вредных химических и биологических веществ в грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух и почву, создавая определенную угрозу здоровью и жизни населения. Поэтому предотвращение попадания вредных веществ из отходов в сопредельные среды является важнейшей задачей экологической безопасности при обращении с отходами. Кроме того,

захоронение на полигонах является экологически опасным и экономически невыгодным с точки зрения экологических платежей, стоимости земли и необходимости финансирования ее рекультивации. Проблемы переработки и утилизации бытовых отходов связаны, прежде всего, со сложностью их морфологического состава.

Сейчас проблема бытовых отходов является одной из основных проблем в мире. С каждым годом отходов становится все больше и больше. Состав их усложняется, в результате чего, увеличивается токсичность таких отходов [2].

Твердые бытовые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей, представляют собой гетерогенную смесь, в которых повсеместно присутствуют черные и цветные металлы, макулатуросодержащие и текстильные компоненты, стеклобой, пластмасса, токсически опасные гниющие пищевые и растительные остатки, камни, кости, кожа, резина, дерево, уличный смет и пр..

Существует несколько известных способов переработки ТБО: анаэробная переработка биоразлагаемой части отходов при их захоронении на полигонах, аэробная переработка биоразлагаемой части ТБО (компостирование), пиролиз, газификация, плазменная переработка, сжигание в специальных печах.

Способ утилизации бытовых отходов по технологии пиролиза заключается в их необратимом химическом изменении под действием повышенной температуры без доступа или с ограниченным доступом кислорода с выделением горючего пиролизного газа (пирогаза). Преимущество пиролиза по сравнению с непосредственным сжиганием отходов заключается, прежде всего, в предотвращении загрязнения окружающей среды.

С помощью пиролиза можно перерабатывать часть отходов, неподдающиеся утилизации, такие как автопокрышки, пластмасса, отработанные масла, стойкие вещества и материалы. После пиролиза не остаются биологически активные вещества, следовательно, подземное хранение пиролизных отходов не наносит вреда природной среде. Получающийся пепел имеет очень высокую плотность, что значительно сокращает объем отходов, подвергающийся подземному складированию. При пиролизе не происходит восстановления тяжелых металлов. К преимуществам пиролиза относятся удобства хранения и транспортировки продукции, а также то, что оборудование получает и имеет небольшую мощность.

Вместе с тем, отходы при энергетическом использовании можно рассматривать в качестве альтернативного топлива. Получение из пластмассовых, резиновых и прочих горючих отходов энергии и тепла пиролизом считается одним из источников выработки энергетических ресурсов. Заводы по переработке отходов могут решать и такие глобальные задачи, как производство элек-

трической и тепловой энергии. В европейских странах в эксплуатации постоянно находится более 400 заводов, на которых сжигается около 59 миллионов тонн ТБО и вырабатывается 22 миллиарда киловатт/часов энергии в год. Именно поэтому заводы по переработке ТБО по энергоэффективности являются в Европе равноправными участниками рынка генерируемой энергии [3].

Охрана окружающей среды от воздействия отходов производства и потребления должна быть направлена на минимизацию образования отходов, использование отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов, внедрение современных технологий промышленной переработки отходов, предотвращение загрязнения окружающей среды.

Таким образом, для того чтобы грамотно управлять отходами нужна централизованная государственная система регулирования по сбору, вторичной переработки и дальнейшему использованию отходов. Необходимо создание четкой нормативно-правовой базы, регламентирующей образование отходов и лимиты на их размещение [2].

#### Литература:

1. «Пути снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами» — Воскоњьян В. Г. — Успехи современного естествознания — 2006 г. № 9
2. Махотлова М. Ш. Мусор — глобальная экологическая проблема [Текст] / М. Ш. Махотлова // Молодой ученый. — 2015. — № 9.
3. Изменится ли «мусорный» менталитет? — «Экология и жизнь» — Елдышев Ю. Н. 2007 г. № 9

## To the question of alternatives to chemical fertilizers and pesticides

Никонова Елена Демьяновна, студент;  
Кобзева Надежда Александровна, старший преподаватель  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Nikonova Elena Demyanovna, student;  
Kobzeva Nadezda Alexandrovna, senior Lecturer,  
Tomsk Polytechnic University (Tomsk)

*The paper presents a review of some foreign publications that discusses the advantages of microbiological fertilizers.*  
**Key words:** chemical, microbiological fertilizers; pesticides.

It is generally known, fertilizers and pesticides of various types have been used to increase crops and reduce damage from insects and agricultural diseases for many years. As farmers began to use chemically manufactured fertilizers and pesticides, these compounds gradually became part of normal cultivation practices. Though chemical fertilizers increase food production for nations all over the world, the negative effects to the environment have become inarguable [1].

Nevertheless, the tendency to find alternatives to chemical fertilizers and pesticides intensified around the world as well as disadvantages of the use of chemicals in agriculture have been seen in recent years. Organic farming may be the only alterna-

tive to get rid of chemical fertilizers and synthetic pesticides. It should be noted, the method of farming in the world shows the benefits of organic farming methods usage. Organic farming helps to increase food production without pesticides and fertilizers. Organic production is a system of farming that restores, maintains and improves the ecological balance.

Biological fertilizers have been identified as alternative to chemical fertilizers to increase soil fertility and crop production in sustainable farming. There are abundant microorganisms thriving in soil, especially in the rhizosphere of plants. Application of beneficial microbes in agricultural practices started about 50 years ago and now there is increasing ev-

idence that these can also enhance plant resistance to adverse environmental stresses, e.g. water and nutrient deficiency and heavy metal contamination [2].

This paper presents a review of some foreign publications that discusses the advantages of microbiological fertilizers.

To provide the growing population with provision a certain effort is necessary in order to make food production more sustainable, which was declared in 1992 in Rio de Janeiro [3]. Moreover, many sustainable agricultural techniques have already received scientific and practical evidence.

As an example, the article of E. Benizri and B. Amiaud «Relationship between plants and soil microbial communities in fertilized grasslands» may be considered [4]. This article is devoted to the urgent problem of the influence of synthetic fertilizers on the vital functions of soil microorganisms responsible for the stability of the soil of the planet.

The authors conducted an experiment in order to determine the effect of fertilizers on the biodiversity of plants and microorganisms. They set the task to prove that the changes in the diversity of plants and their stages of development occurring due to fertilization have an impact on the availability of soil carbon, and therefore have a negative impact on the composition of soil microorganisms. This work is based on the materials of experiments carried out in the fields, where conventional agricultural work had been carried out for 13 years. Much attention was paid by authors to the microorganisms and plants obtained from the samples analyses, as well as to comparison of the data.

The reached results and conclusions showed that the introduction of artificial fertilizers negatively affects biodiversity of microorganisms. The authors emphasized the importance of biodiversity in grassland ecosystems, which coincides with the findings of other numerous researchers.

In the case when farmlands are exhausted and fertilisers are steel necessary, researchers from Korea suggest the use of compost of waste food, which helps to solve two major problems: recycling of organic residues and reducing of eutrophication. In the article «Effect of Food Waste Compost on Microbial Population, Soil Enzyme Activity and Lettuce Growth» [5] an experiment aiming to clarify the impact of food waste compost on soil microflora, enzymes and plant growth was described. Synthetic fertilizer or conventional compost, or prepared with a special technology food

waste compost were added to the soil samples with lettuce sprouts.

Using a variety of techniques the microbial biomass was calculated, their activity was determined and the total nitrogen content of the soil was estimated before and after the experiment. According to the authors' conclusions, food waste compost is an alternative to chemical fertilizers as it can provide the necessary amount of nutrients, which is supported by the results of other studies in this area.

On the other hand, the authors of the scientific review "The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility" insist that if the soil condition is satisfactory, fertilizer is unnecessary. This work is devoted to the interaction of plants and microorganisms of rhizosphere. The main objective of the study is to prove that the use of mycorrhizal fungi is justified in sustainable agriculture [6].

The search for new biocontrol microbes is ongoing and gaining importance for crops commensurate with a growing world population. It is recognized that continued production of new biocontrol agents will be required to diversify the potential applications of biocontrol and in order to replace commonly used biocontrol products in case resistance develops. Consequently there is a pressing need for cross-disciplinary collaborations and a better and more comprehensive understanding of soil—plant—microbe interaction [7].

The authors note, however, that the use of such technologies requires a theoretical training as various strains may show different properties. The mentioned review describes how environmental factors affect the mycorrhizal fungi, how the genetic diversity of micro symbiotes can be assessed, and provide examples of practical application of these technologies. Materials used in the review prove the positive influence on the reduction of soil born pathogens, fungi mycelium is involved in mechanisms of water retention, and promotes the formation of stable soil systems.

The authors also focus on the abiotic and biotic factors influence, and the importance of fungi biodiversity. In a brief conclusion, the authors emphasize the importance of further study of arbuscular mycorrhizal fungi for their wider application.

Based on the foregoing, it can be concluded that sustainable agriculture has scientific grounds, and is already in progress where people have a perception that one has not only the right to use the environment, but also the duty to preserve it.

#### References:

1. Lang Wood J. The Effects of Fertilizers & Pesticides // eHow. Available at: [http://www.ehow.com/list\\_7464216\\_effects-fertilizers-pesticides.html](http://www.ehow.com/list_7464216_effects-fertilizers-pesticides.html).
2. Meakin S. The Rio Earth summit: summary of the United Nations conference on environment and development // Science and Technology Division, November 1992 / Available at: <http://publications.gc.ca/Collection-R/LoPBdP/BP/bp317-e.htm>
3. Verma M, Sharma S, Prasad R. Liquid Biofertilizers: Advantages Over Carrier Based Biofertilizers for Sustainable Crop Production // EnviroNews — Newsletter of ISEB India, Vol. 17 No. 2 — April 2011 / Available at: <http://isebindia.com/09-12/11-04-4.html>
4. Benizri E. & Amiaud B. (2005) Relationship between plants and soil microbial communities in fertilized grasslands // Soil Biology and Biochemistry 37, 2055–2064.

5. Lee J.J., Park R.D., Kim Y.W., Shim J.H., Chae D.H., Rim Y.S., Sohn, B.K., Kim T.H., and Kim K.Y. Effect of Food Waste Compost on Microbial Population, Soil Enzyme Activity and Lettuce Growth // *Bioresource Technology*, 2004, Volume 93, Pages 21–28.
6. Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto K. Turnau and Barea J.M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility // *Biology and Fertility of Soils* 37:1–16.
7. Pereg L., McMillan M. Scoping the potential uses of beneficial microorganisms for increasing productivity in cotton cropping systems // *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 80, January 2015, Pages 349–358.

## О влиянии шумового загрязнения окружающей среды на здоровье человека

Тясто Артем Андреевич, студент;

Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Рост урбанизации и объемов строительства, развитие транспортного комплекса приводит к усилению шумового фона свыше предельно допустимых величин, что является одним из существенных проблем экологии современных мегаполисов.

Человек всегда жил в мире естественных, разнообразных звуков (шум деревьев, свист ветра, плескание волн и т.д.), которые благоприятно влияют на человека [1]. Однако с развитием техники появились новые источники шума, превышающие безопасный шумовой порог для человека. Шум — это беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков. Шумовое загрязнение можно разделить на три основные группы:

- абиотическое (ветер, течение воды, шум прибоя, ливни, шум леса, шелест листвы и т.д.);
- биотическое (пение птиц, карканье ворон, крик филина, стук дятла, стрекотание кузнечика и т.д.);
- механическое (гул моторов, визг шин, грохот от ползающих по рельсам *трамваев*, сигналы транспорта и т.д.) [2].

Неблагоприятный характер шумового загрязнения окружающей среды объясняется многогранностью его физических свойств (звуковое давление, интенсивность (сила) звука, плотность звуковой энергии, уровень звукового давления, частотой, плотностью дискретных составляющих и т.д.), а также способностью к кумуляции [3]. К неблагоприятным источникам шума относятся:

- транспорт;
- уличная реклама;
- промышленные предприятия;
- строительные и ремонтные работы с применением шумной техники и инструментов т.д.

Высокий уровень шума в городской среде приводит к нарушению процессов энергетического метаболизма, сбалансированности целого ряда биохимических процессов в организме [4]. Постоянные «шумовые атаки» приводят к:

- понижению производительности труда;
- снижению активности человека;
- повышенной утомляемости;
- ухудшению самочувствия;
- повышению артериального давления;
- нарушению сердечной деятельности;
- нарушению органов слуха;
- физическим и нервным заболеваниям.

Степень вредного воздействия шума зависит от его:

- интенсивности;
- спектрального состава;
- времени воздействия;
- местонахождения человека;
- характера выполняемой человеком работы и его индивидуальных особенностей [5].

Снижению шума способствует:

- шумозащитные конструкции вдоль транспортных магистралей;
- звукоизоляционные строительные панели;
- звукопоглощающие конструкции, экраны и т.д.

Таким образом, шумовое загрязнение негативно влияет на качество жизни человека и приводит к ряду заболеваний. Шумовое загрязнение является актуальной проблемой защиты окружающей среды и здоровья человека, живущего в мегаполисе. Для снижения сверхнормативного шума, сохранения акустически благополучных территорий города, обеспечения условий для отдыха и здоровья человека необходимо разрабатывать специальные меры и внедрять шумопоглощающие технологии.

Литература:

1. Жиганов, Н.Е. Шумовое загрязнение среды // *Современные наукоемкие технологии*. 2013. № 8–1. с. 13–14.
2. Карпова, В.И. Шумовое (акустической) загрязнение окружающей среды // В сборнике: *Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специали-*

- стов. Материалы Международной научно-технической конференции. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2014. с. 317–321.
3. Кирдеева, Т.А. Шумовое загрязнение города Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2009. Т. 38. № 3. с. 32–33.
  4. Новохатская, Э.А. Шумовое загрязнение мегаполиса и его влияние на здоровье человека // Социальная политика и социология. 2010. № 9 (63). с. 135–144.
  5. Шумовое загрязнение. [http://studme.org/11470202/ekologiya/shumovoe\\_zagryaznenie](http://studme.org/11470202/ekologiya/shumovoe_zagryaznenie) (дата обращения: 15.05.2015).

## Some causes and effects of global warming

Федотов Дмитрий Владимирович, студент;  
 Куимова Марина Валерьевна, кандидат педагогических наук, доцент  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Fedotov DmitriyVladimirovich, student;  
 Kuimova Marina Valeryevna, PhD in Methods of TFL  
 National research Tomsk polytechnic university

*Global warming is not a conqueror to kneel before — but a challenge to rise to.  
 A challenge we must rise to.*

*Joe Lieberman*

Earlier springs, melting glaciers, rise in the sea level, a steady increase in the global average temperature and accumulation of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the atmosphere are some of the forerunners of global warming.

Scientists indicate that not only natural cycles and events are contributing to global warming, but industrial revolution and humans are also responsible for it.

The Earth has a natural greenhouse effect that helps to maintain the Earth's average surface temperature. When sunlight reaches Earth's surface, it can either be reflected back into space or absorbed by Earth. Greenhouse gasses slow or reduce the loss of the heat to space. The main greenhouse gases are:

- water vapor (H<sub>2</sub>O);
- carbon dioxide (CO<sub>2</sub>);
- methane (CH<sub>4</sub>);
- nitrous oxide (N<sub>2</sub>O);
- tropospheric ozone (O<sub>3</sub>);
- chlorofluorocarbons (CFCs) [4].

Imbalances of these heat-absorbing gases lead to more heat being retained in the atmosphere, which in turn accounts for increases in the temperature. This change is known as global warming.

Currently human activities emit over 30 billion tons of CO<sub>2</sub> in a variety of ways into the atmosphere every year. Most of them come from the combustion of fossil fuels. This causes earth to warm up and increase its average temperature.

Other reasons blamed for the greater concentration of carbon dioxide in the air include:

- deforestation;
- desertification;

- landfills (carbon dioxide is released during the decay of food, vegetation and paper dumped in landfills);
- urbanization;
- release of aerosol particles in the atmosphere [5].

To save the future of our planet, we need to make long-term investments in energy sources with low or no carbon emissions: nuclear energy and renewable sources of energy (solar, wind, biomass, hydroelectric) [1].

It is difficult to predict the outcomes of changing of the natural atmospheric greenhouse; however, some effects seem probable:

- average temperature on Earth will be warmer;
- annual rainfall will increase;
- change of precipitation patterns;
- number of heat waves, hurricanes, lightning strikes, blizzards, rainstorms, and droughts will increase;
- melt of glaciers and ice will increase the sea level;
- acidity of seawater will increase due to the increase of CO<sub>2</sub>. Ocean acidification will lead to the disappearance of coral reefs;
- natural plant communities may change owing to the change of the temperature and humidity;
- widespread extinction of species;
- return of diseases into areas where they had been extinguished earlier (e.g. mosquito-borne diseases like malaria);
- rise in chronic diseases (e.g. asthma) [2, 3, 6].

On the whole, there is no single solution to prevent global warming. Introduction of efficient low-carbon and zero-carbon technologies, more broad-scale use of renewable energy resources, well-considered management of forest and agriculture will favor the fight against global warming.

## References:

1. Кондранова А. М., Куимова М. В. Nuclear energy: is it good or bad for the environment? // Молодой ученый. 2015. № 8. с. 388–390.
2. A blanket around the Earth. <http://climate.nasa.gov/causes/> (accessed May 10, 2015).
3. Cause and effect for global warming. <http://timeforchange.org/cause-and-effect-for-global-warming> (accessed May 10, 2015).
4. Causes of climate change. [https://www.wmo.int/pages/themes/climate/causes\\_of\\_climate\\_change.php](https://www.wmo.int/pages/themes/climate/causes_of_climate_change.php) (accessed May 10, 2015).
5. Causes of global warming. <http://www.conserve-energy-future.com/GlobalWarmingCauses.php> (accessed May 10, 2015).
6. Global warming effects and causes: a top 10 list. <http://planetsave.com/2009/06/07/global-warming-effects-and-causes-a-top-10-list/> (accessed May 10, 2015).

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

### Современное состояние производства зерна в Новосибирской области

Демьяненко Анастасия Николаевна, магистрант  
Новосибирский государственный аграрный университет

Зерновое производство является наиболее крупной отраслью сельскохозяйственного производства и имеет важное экономическое и социальное значение. От того, насколько рационально она ведется, в значительной мере зависит эффективность функционирования всего агропромышленного комплекса. Уровень развития зернового производства определяет не только степень потребления населением продуктов питания из зерна, но и тот факт, что зерно является одним из ведущих компонентов в рационе животных.

При характеристике экономической эффективности сельскохозяйственного производства используется система натуральных и стоимостных показателей. На-

туральными показателями эффективности выступают урожайность сельскохозяйственных культур. Натуральные показатели являются базой для расчета стоимостных показателей: валовой и товарной продукции, валового и чистого дохода, прибыли и рентабельности производства.

Объектом исследования выбран Краснозерский район Новосибирской области. Уже несколько лет подряд район является житницей Новосибирской области и составляет почти 11 % от общего объема зерна, при средней урожайности по району 18,4 центнера зерна с гектара.

Прошедшие пять лет для данных организаций оказались не стабильными, в плане влияния различных фак-

Таблица 1. Динамика урожайности зерна в Краснозерском районе, центнеров с гектара

Предприятия	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
ЗАО Запрудихинское	28	20,8	27,7	11,7	20
ЗАО Зубковское	17,1		9,9	7,1	12
ЗАО Кольбельское	23,1	17	13,9	10,8	18,2
ЗАО Коневское	21,2	14,1	14,5		15,2
ЗАО Локтенское	17,2	10,3	10,2	5,7	17,7
ЗАО Новомайское	30,9	24,4	26,6	14,4	21,6
ЗАО Черемошинское	18,1	13	9,6	7,9	9,8
ОАО Голубинское	24,4		15,5	6,7	13,6
ОАО МТС Краснозерское	18,1	26	21,3	8,1	22,1
ОАО Новая Заря	26	16,3	18,8	8	16,6
ООО Гербаево	18,2	10,5	15,1	3,2	17
ООО Лотошанское	14,2	13	8,9	7,4	12,7
ООО Мохнатологовское	16,6	15,3	10,5	6,1	11,4
ООО Озерное	18,9	17	12,2		17,3
ООО Полюс			13,2	7	9,7
ООО Простор	28,8	17	18	9,5	14,5
ООО Родник	15	14,5	11,5	2,8	10,5
ООО Рубин		26	27,1		30
ООО СибАгроСоюз	19,9		14,5	10,9	17,7

торов на производство зерна. Это потребовало дополнительных финансовых затрат со стороны производителей.

За аналогичный период в целом по Новосибирской области наблюдается следующая ситуация.

Таблица 2. Урожайность сельскохозяйственных культур в Новосибирской области (в расчёте на убранную площадь), центнеров с гектара

Наименования	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	18,8	15,1	15,1	9,6	15,4
Зерновые и зернобобовые культуры	18,9	15,1	15,2	9,6	15,5
Пшеница озимая	27,6	11,6	18,7	10,2	22,3
Пшеница озимая и яровая	18,5	15	15	9,2	14,3
Пшеница яровая	18,5	15	15	9,2	14,2

По данным Новосибирскстата

Последние два года выдались для аграриев Новосибирской области особенно тяжёлыми: аномальную засуху 2012 года сменила не менее аномальная дождливая погода 2013 года. Однако климатические катаклизмы не могли не отразиться на экономическом состоянии местных сельхозпроизводителей: зерно нужного качества не собрано, имеются проблемы с семенным фондом, а земля не подготовлена к посевной, так как старый урожай был убран не везде. Сегодня, чтобы ликвидировать последствия двух неурожайных сезонов, областными властями необ-

ходимы более интенсивные и чёткие подходы для подготовки новой посевной кампании. Если хозяйства Новосибирской области не выйдут на среднюю урожайность в 20 центнеров с гектара, ближайшие перспективы региональной аграрной отрасли могут оказаться весьма туманными [1].

Для полного анализа экономической эффективности следует рассмотреть стоимостные показатели. Рентабельность реализуемой продукции показывает, насколько эффективными были понесенные затраты.

Таблица 3. Рентабельность производства зерна в Краснозерском районе, %

Предприятия	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
ЗАО Запрудихинское	-8,96	13,92	19,62	2,44	-5,51
ЗАО Зубковское	38,69	13,93	61,42	2,06	49,79
ЗАО Колыбельское	-13,73	13,82	-22,13	2,81	22,40
ЗАО Коневское	120,09	7,57	66,81		-0,30
ЗАО Локтенское	36,49	4,09	53,85	-27,66	-18,38
ЗАО Новомайское	-28,38	44,33	49,49	26,66	11,52
ЗАО Черемошинское	30,16	24,92	6,99	13,57	21,16
ОАО Голубинское	32,92	1,18	9,07	-3,62	
ОАО МТС Краснозерское		12,87	47,03	63,10	-2,67
ОАО Новая Заря	-28,69	67,85	16,10	-12,98	-26,88
ООО Гербаево	-2,91	72,82	92,33	151,28	83,94
ООО Лотошанское	16,47	-36,97	0,00	-39,64	0,77
ООО Мохнатологовское	9,52	18,99	-3,07	-17,12	3,25
ООО Озерное	39,66		1,20		12,87
ООО Полюс			18,27	30,76	-25,73
ООО Простор	51,15	56,57	99,27	107,88	53,69
ООО Родник	123,38	64,69	28,55	0,87	0,66
ООО Рубин		38,64	33,72		24,51
ООО СибАгроСоюз	-36,78		18,33	-27,78	-27,47

В настоящее время в экономической литературе многие авторы выделяют факторы, влияющие на эффективность производства зерновых культур. Одни из них зависят от деятельности конкретных сельскохозяйственных

предприятий и организаций, другие связаны с технологией и организацией производства, использованием производственных ресурсов, внедрением достижений научно-технического прогресса.

Все факторы можно объединить в три группы:

1. Природно-климатические;
2. Научно-технический прогресс;
3. Организационно-технологические.

Природно-климатический фактор имеет весомое влияние на эффективность производства аграрной продукции. Температурный режим, количество осадков, природные катаклизмы не всегда благотворно влияют на урожай сельскохозяйственных культур.

Научно-технический прогресс подразумевает совершенствование технологии возделывания сортов, создание наиболее эффективных форм удобрений, разработка и внедрение интегрированных систем защиты растений от болезней и вредителей; своевременное и качественное выполнение всех технологических приемов, ведущих к сокращению потерь; разработка высокомеханизированных способов возделывания сельскохозяйственных культур, в частности, уменьшение воздействия на почву тяжелой техники за счет комбинирования агрегатов; другие мероприятия научно-технического и технологического характера, способствующие повышению экономической эффективности зерновой отрасли.

Третья группа факторов включает в себя направления следующего характера:

- научная организация труда, нормирование и система оплаты, а также совершенствование управления;
- специализация и кооперация производства и переработки зерна;
- организация первичной переработки зерновых на базе предприятий-производителей;
- государственное регулирование ценовых пропорций в агропромышленном комплексе, а также эффективная финансовая (система льготного кредитования и налогообложения сельскохозяйственных производителей) и внешнеторговая политика государства.

С факторами, которые влияют на экономическую эффективность, связаны значительные резервы производства. В настоящее время каждое сельскохозяйственное предприятие вынуждено искать пути повышения экономической эффективности и использовать имеющиеся резервы.

Повышение урожайности зерновых — основной путь повышения эффективности производства зерна и его заготовок. Следует помнить, что на урожайность главным образом влияет внедрение высокоурожайных районированных сортов, использование высококачественного семенного материала. Все сельскохозяйственные предприятия должны периодически проводить сортообновление.

Сорт в решающей степени определяет качество зерна. Повышение качества — важнейший фактор роста эффективности производства зерна. Высокие требования,

предъявляемые к качеству зерна, определяются особой ценностью этого продукта питания, необходимостью его длительного хранения.

Очень важное значение в повышении эффективности производства зерна отводится выбору каналов реализации, повышению качества продукции, государственной поддержке зернового производства, а также росту материальной заинтересованности при выращивании зерновых.

Основными причинами спада зернового производства и снижения его рентабельности являются:

- инфляция и усиление диспаритета цен в товарном обмене между сельскохозяйственными и другими отраслями народного хозяйства, в сложившихся условиях сельскохозяйственные предприятия не в состоянии обновлять машинно-тракторный парк и пополнять оборотные средства (топливо и смазочные материалы, семена, удобрения, ядохимикаты и т.д.);
- трудности с реализацией продукции, отсутствие гарантированных рынков сбыта зерна: разрушена централизованная система закупок сельскохозяйственной продукции, но не созданы рыночные структуры — продовольственные и зерновые биржи, рынки, маркетинговые центры;
- монополизм предприятий третьей сферы АПК — приватизация предприятий перерабатывающей промышленности, заготовок, хранения, материально-технического снабжения и обслуживания

В настоящее время необходимо серьезно задуматься о путях повышения экономической эффективности зерновых культур и сельского хозяйства в целом. Больше внимание следует уделять техническому и технологическому перевооружению аграрного сектора, позволяющему перейти к ресурсосберегающим схемам экономического роста.

Однако без серьезной помощи со стороны государства добиться соответствующих результатов достаточно сложно. Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства и улучшения финансового состояния сельскохозяйственных товаропроизводителей было бы целесообразно: упростить систему налогообложения сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств, снизив сложившийся уровень налоговой нагрузки на них; повсеместно ввести систему страхования урожая сельскохозяйственных культур; проводить политику поддержки цен на сельскохозяйственную продукцию.

Все разрабатываемые программы, предложения будут действовать лишь в том случае, если сельское хозяйство удастся обеспечить необходимыми капиталовложениями. Именно они дадут возможность вначале стабилизировать агропроизводство, а затем перейти к его экономическому росту.

Литература:

1. На те же грабли [Электронный ресурс] <http://54novosti.ru/novost/na-te-zhe-grabli/> (Дата обращения 23 апреля 2015 г.).
2. И. В. Громова Пути повышения эффективности зерновой отрасли Вестник НГИЭИ Выпуск № 1 (2) / том 1 / 2011

## Сельские территории Упоровского района Тюменской области: проблемы и перспективы развития

Колесова Юлия Николаевна, магистрант  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Сельские территории представляют собой один из важнейших ресурсов, роль которого стремительно увеличивается в современных экономических и социальных условиях развития страны. Несмотря на рост агропромышленного комплекса, качество и уровень жизни населения сельских территорий значительно отстают от современных условий жизни в городах.

Устойчивое развитие сельских территорий, полноценное использование демографического, трудового и производственного потенциала сел, а также увеличение качества социального контроля и освоения территорий сельской местности отвечает стратегическим интересам Российской Федерации [7, с.2].

Согласно Муниципальной программе «Устойчивое развитие сельских территорий Упоровского района Тюменской области на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» планируется достижение следующих целей:

1. Улучшение условий жизнедеятельности жителей сельских территорий.
2. Содействие созданию высокотехнологичных и высокооплачиваемых рабочих мест на территориях сельских поселений.
3. Активизация участия граждан в решении сложившихся проблем местного и муниципального значения.
4. Формирование в Упоровском районе положительного отношения к развитию и становлению сельских территорий.
5. Комплексное оборудование населенных пунктов сельской местности объектами инженерной и социальной инфраструктуры.
6. Удовлетворение потребностей населения, проживающего на территории сельских поселений, в благоустроенном жилье, в том числе молодых специалистов и молодых семей [4, с.20].

На территории Упоровского района располагается 14 сельских поселений. Общая площадь составляет 3 007,7 кв. км, в том числе площадь земель сельскохозяйственного назначения 238 589 га.

Численность сельского населения Упоровского муниципального района по состоянию на 01.01.2015 года составила 20 499 человек, в том числе в трудоспособном возрасте 11 360 человек.

Структура занятости трудоспособного сельского населения представлена ниже:

- сельскохозяйственное производство — 2 222 человек (22,7%);
- бюджетные организации — 1 872 человек (19,1%);
- несельскохозяйственные организации — 1 364 человек (13,9%);

- личные подсобные хозяйства — 1 635 человек (16,7%);

- работают за пределами сельской территории Упоровского муниципального района — 1 146 человек (10,5%);
- не обеспечено работой — 65 человек (0,7%).

Потребность в работниках для замещения свободных рабочих мест в сфере АПК составляет 25 человек, специалистов учреждений социальной сферы (культура, образование, здравоохранение, физическая культура и спорт) — 10 человек.

Одним из ведущих направлений хозяйственной деятельности на территории Упоровского района является производство сельскохозяйственной продукции.

На территории Упоровского района на сегодняшний день функционируют 10 сельскохозяйственных организаций, 14 крестьянских (фермерских) хозяйств и 7 784 личных подсобных хозяйств.

Показатели хозяйственной деятельности субъектов АПК представлены в таблице 1.

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей экономики района. На протяжении последних лет в отрасли произошли серьезные позитивные изменения. Внедрение современных технологий и модернизация производства способствовали увеличению объемов производимой сельскохозяйственной продукции и повышению ее качества и конкурентоспособности. Определены направления развития агрокомплекса, мероприятия и целевые показатели результатов. В отраслевой структуре обрабатывающих производств наиболее развита пищевая промышленность. Созданы новые производства по производству кондитерских изделий, пива и мясных полуфабрикатов.

Несмотря на положительные моменты в развитии сельских территорий Упоровского района, существует ряд проблем:

- низкий уровень среднемесячной заработной платы (по сравнению с другими районами Тюменской области), что является одной из основных причин оттока населения из района;
- необходимость технического переоснащения и проведения строительных и ремонтных работ объектов социальной сферы: образования, здравоохранения, культуры и спорта;
- высокий уровень износа основных производственных фондов на предприятиях промышленности и сельского хозяйства;
- низкая инновационная активность;
- недостаточный объем инвестиций;
- низкий уровень модернизации объектов инфраструктуры (электро — и водоснабжение, газоснабжение, канализация);

Таблица 1. Показатели состояния и развития агропромышленного комплекса Упоровского района

№ п/п	Наименование сельского поселения	Характеристика хозяйствующего субъекта АПК			
		Организационно-правовая форма и наименование	Основные направления хозяйственной деятельности	Среднегодовой объем производства (2013 г.)	
				физ. ед.	млн. руб
1	Видоновское	ЗАО «Нива-Агро»	Производство: — зерно, — молоко, — мясо	19463 6107 252	264,5
2	Емуртлинское	СПК «Емуртлинский»	Производство: — зерно, — молоко, — мясо	193590 104573 4189	276,5
3	Пятковское	ООО «АПК «Маяк»	Производство: — зерно, — молоко, — мясо	292331 56933 2395	193,01
4	Нижнеманайское				
5	Упоровское	ООО «Агрофирма «КРИММ»	Производство: — зерно, — картофель, — овощи	313689 801586 187864	679,01

- низкое качество сети автомобильных дорог;
- недостаточный уровень обеспеченности населения жильем;
- недостаток квалифицированных специалистов рабочих профессий [2, с.19–21].

Анализ развития Упоровского района позволяет сделать вывод об имеющемся значительном потенциале динамичного развития района, социальных, экономических, инвестиционных и других возможностях (табл. 2).

Применение комплексного подхода к повышению уровня качества жизни населения в сельских поселениях Упоровского района будет способствовать формированию благоприятных условий для увеличения инве-

стиционной активности в агропромышленном комплексе экономики района, созданию новых рабочих мест, а также расширению налогооблагаемой базы местного бюджета.

Приоритетными направлениями развития сельских территорий Упоровского района на сегодняшний день являются обустройство инфраструктуры сельских поселений и содействие улучшению жилищных условий сельского населения района.

В совокупности указанные мероприятия направлены на улучшение условий труда и быта сельского населения и наряду с другими мероприятиями способствуют повышению уровня и качества жизни сельского населения в Упоровском муниципальном образовании.

Таблица 2. Основные направления развития сельских территорий Упоровского района

№	Экономика	Социальная сфера
1.	Увеличение качества жизни населения сельских территорий на основе устойчивого экономического роста и развития АПК.	Создание благоприятной среды жизнедеятельности; повышение уровня и качества жизни людей, развитие человеческого потенциала и духовно-нравственного воспитания.
2.	Модернизация АПК и развитие новых отраслей производства.	Улучшение качества жилищных условий населения, проживающего на территории сельских поселений района, в том числе молодых специалистов и молодых семей.
3.	Привлечение инвестиций и развитие инвестиционной деятельности.	Развитие в сельской местности сети учреждений и организаций культурно-досугового типа.
4.	Газоснабжение сельских территорий района.	Развитие и модернизация сети плоскостных спортивных сооружений на сельских территориях.
5.	Развитие сферы туризма для обеспечения дополнительных поступлений в бюджет района и создания возможностей для организованного отдыха населения.	Популяризация и поощрение достижений в сельском развитии Муниципального района

6.	Увеличение производства продукции растениеводства путем повышения урожайности основных видов сельскохозяйственных культур и увеличение доли производства продукции животноводства за счет повышения продуктивности скота.	Доступность социальных услуг для населения, обеспечение социальных гарантий и социальной защиты; борьба с преступностью.
7.	Развитие пищевой и строительной промышленности.	Повышение качества предоставляемых сельскому населению жилищно-коммунальных услуг.
8.	Развитие отрасли переработки сельскохозяйственной продукции за счет реализации инвестиционных проектов.	Повышение доступности и уровня качества торгового и бытового обслуживания жителей района.
9.	Развитие на сельских территориях малых форм хозяйствования.	Обеспечение население района доступными и качественными услугами в сфере здравоохранения и оказания первой медицинской помощи.
10.	Рост уровня занятости и повышение реальных доходов населения.	Создание необходимых условий для развития детей младшего дошкольного возраста.
11.	Снижение уровня себестоимости производства сельхозпродукции путем применения прогрессивных технологий, основанных на принципах энерго- и ресурсосбережения.	Стимулирование здорового образа жизни населения и развитие физкультурной и спортивной активности населения.
12.	Проведение технологической и технической модернизации существующих производственных мощностей.	Увеличение объемов строительства и реконструкции автомобильных дорог, активизация жилищного строительства.

## Литература:

1. Концепция социально-экономического развития Упоровского муниципального района на период до 2020 года // Администрация Упоровского муниципального района. 2010. — 51 с.
2. Муниципальная программа «Развитие торговли в Упоровском муниципальном районе на 2015–2017 годы» // Администрация Упоровского муниципального района. 5 ноября 2014. — 47 с.
3. Муниципальная программа «Устойчивое развитие сельских территорий Упоровского района Тюменской области на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» // // Администрация Упоровского муниципального района. 2013. — 36 с.
4. Муниципальная целевая программа «Основные направления развития малого и среднего предпринимательства в Упоровском муниципальном районе на 2015–2017 годы» // Администрация Упоровского муниципального района. 10 ноября 2014. — 27 с.
5. План («Дорожная карта») внедрения Стандарта деятельности органов местного самоуправления Упоровского муниципального района по обеспечению благоприятного инвестиционного климата // Администрация Упоровского муниципального района. 20 февраля 2015. — 13 с.
6. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года // Правительство РФ. 2011. — 69 с.
7. Стратегический план развития инвестиционной и предпринимательской деятельности Упоровского муниципального района на 2015–2017 годы // // Администрация Упоровского муниципального района. 31 марта 2015. — 23 с.

### Стимулирование инновационного развития в сельском хозяйстве

Махотлова Маратина Шагировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель  
Кабардино-Балкарский аграрный университет имени В. М. Кокова

*В статье рассматривается разработка практических рекомендаций и теоретическое обоснование по совершенствованию государственного стимулирования инновационного развития сельскохозяйственного производства. Раскрыта сущность понятия «инновационное развитие сельского хозяйства».*

**Ключевые слова:** инновационное развитие сельского хозяйства, аграрная политика, стимулирование инноваций, инвестиционные кредиты, сельское хозяйство.

Государственная аграрная политика последних лет нацелена на стимулирование инноваций в сельском хозяйстве. Наряду с традиционной для государства поддержкой научных исследований, внедрения их результатов, подготовкой и переподготовкой кадров, что, несомненно, в сельском хозяйстве стимулирует инновации.

Сельское хозяйство является важной частью национальной экономики, а агропромышленный комплекс является составной частью народного хозяйства. АПК объединяет все секторы экономики для сельскохозяйственного производства. Развитие сельского хозяйства оказывает значительное влияние на благосостояние страны, поскольку производство его продукции составляет около 80% всех потребительских товаров [2].

В России сельское хозяйство особенно нуждается в переходе на инновационные пути развития, так как в этой отрасли велико отставание от развитых стран в производительности труда и конкурентоспособности.

В сельском хозяйстве страны, необходимо пользоваться наиболее подходящими для рыночных условий, совершенствованными формами и методами управления. Новые подходы для преобразований в сельском хозяйстве страны на основе модернизации и инновационного развития аграрного сектора экономики приводят к необходимости разработки новых приоритетов для развития сельского хозяйства. Наиболее важная роль в реализации стратегического курса инновационного развития аграрного сектора находится во владении государства [2].

В последние годы в системе мер государственного воздействия в России появились новые рычаги стимулирования в сельском хозяйстве инноваций, которые осуществляются косвенными методами, в основном посредством субсидирования инвестиционных кредитов. При этом Государственная программа предусматривает стимулирование инновационной деятельности не только сельхозпроизводителей, но и руководителей и специалистов органов управления АПК через целевые индикаторы, установленные по каждому мероприятию.

Однако инвестиционные кредиты выдаются сельскохозяйственным организациям неравномерно и концентрируются в небольшой группе рентабельных организаций. Происходит это, главным образом, потому что в российском законодательстве нет ограничений на общий объем субсидий из бюджета, получаемых одним юридическим или физическим лицом. Вполне очевидно, что при таком распределении субсидий стимулирование инноваций крайне ограничено.

Среди факторов, сдерживающих инвестиционную деятельность, по моему мнению, можно выделить следующие: — недостаток собственных средств; — длительный период окупаемости инвестиций; — ограниченный платежеспособный спрос; — высокая

степень риска; — невыгодные условия коммерческого кредита.

Наиболее эффективным способом дополнительного привлечения инвестиционных ресурсов в инновации, по-нашему мнению, следует считать осуществление совместного финансирования НИР государством и представителями агробизнеса. Для этого необходимо проведение институциональных реформ, направленных на обеспечение привлекательности инвестирования в научно-технические разработки АПК. Представляется также целесообразным создание единого банка данных инновационных разработок в АПК для широкого круга заинтересованных лиц.

Проведение политики информационной открытости регионов невозможно без скоординированной политики региональных и муниципальных властей. В то же время программы регионального развития относятся к мерам, не искажающим воздействие на торговлю и производство. Это позволило ряду стран увеличить выплаты сельскому хозяйству [1]. Соответственно развитие механизма государственной поддержки АПК по реализации региональных программ является одним из перспективных направлений. Однако, одними из главных недостатков большинства региональных программ является закрытость систем поддержки и порядка конечного распределения помощи сельским товаропроизводителям. Современной особенностью региональных нормативных актов является заявительная система финансирования, основанная на принципе очередности поданных заявок и финансировании, исходя из остатков бюджетных ассигнований. Региональные программы в целом носят декларативный характер. В них отражены целевое назначение, сроки реализации, объемы финансового обеспечения, целевые индикаторы, ожидаемые конечные результаты реализации, порядок контроля и др. Однако в них не предусмотрены механизм и критерии распределения средств между конечными получателями, сельскохозяйственные организации не могут прогнозировать вероятность получения субсидий и их возможный характер. Основными факторами, ограничивающими эффективность региональных программ, по моему мнению, являются: — отсутствие информации для планирования объемов ожидаемой от государства помощи; — важнейшие вопросы, связанные с распределением средств решаются сотрудниками государственных органов управления АПК, что не гарантирует объективность и обоснованность соответствующих решений; — большая часть совокупной поддержки оказывается крупным и высокорентабельным аграрным предприятиям. Расширение перечня региональных программ с участием бюджетов является реальным механизмом поддержки. Однако поддержка аграрного сектора на региональном

уровне должна быть дифференцирована по продуктам и предприятиям, а в качестве основного критерия должен выступать принцип обеспечения рентабельности и конкурентоспособности производимой продукции. В целом, программы и стратегии развития регионов, как правило, по целям соотносятся с Посланиями Президента РФ и ежегодными докладами глав регионов, а также с национальным проектом «Развитие АПК». В региональных программах и стратегиях развития АПК, в основном, отражаются только «ожидания» регионов, которые не увязаны с конкретными действиями по реализации проектов. Однако вопрос о создании системы управления процессами развития на уровне региональной власти, по достижению результатов системного развития АПК, зачастую отсутствует.

#### Литература:

1. Ушачев, И. Г. Система управления — основа реализации модели инновационного развития агропромышленного комплекса России / И. Г. Ушачев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2013. — № 2.
2. Махотлова М. Ш. Земельная реформа и аграрная политика России [Текст] / М. Ш. Махотлова, Б. А. Кумехова // Молодой ученый. — 2015. — № 9.

## Информационные технологии в сельском хозяйстве

Махотлова Маратина Шагировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель  
Кабардино-Балкарский аграрный университет имени В. М. Кокова (г. Нальчик)

*В статье рассматривается влияние информационных технологий на развитие сельскохозяйственной деятельности, а также важность и актуальность развития современных программных технических комплексов в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, информатизация, сельское хозяйство, народное хозяйство, эффективность, технические комплексы.

Современный мир уже невозможно представить без различных информационных технологий, будь то компьютеры, телефоны или различные виды гаджетов. Применение IT-технологий имеет большое значение и в народном хозяйстве, а конкретнее в сельском хозяйстве. Функционирование и развитие экономики сельскохозяйственных предприятий на данном этапе развития экономики возможно лишь внедряя и используя новые информационные технологии. Это позволяет увеличить производительность предприятий и рационально использовать ресурсы. Но повсеместное внедрение компьютерных технологий требует наличия у специалистов соответствующих знаний, умений и навыков.

У нашей страны есть заметное отставание в использовании информационных технологий по сравнению с более развитыми странами мира, но есть перспективы и возможности развития. Внедрение новых и продуктивных информационных технологий во много раз

Таким образом, большинство из них требует существенной доработки. Действующая система государственной поддержки инновационной деятельности в экономике, в том числе в сельском хозяйстве, нуждается в совершенствовании.

В итоге эффективность государственной поддержки недостаточна для значительного воздействия на темпы роста экономики, в том числе и сельского хозяйства. Поэтому возникает необходимость всестороннего исследования существующих форм государственного стимулирования и разработки комплекса научно обоснованных концептуальных теоретических и практических предложений дальнейшего развития государственной поддержки инноваций в сельскохозяйственных организациях.

облегчит работу фермерам и работникам на сельскохозяйственных предприятиях, но не сможет заменить полностью их работу [2].

Большая площадь полей, огромное количество транспортных средств, многочисленность людей, занятых в сельском хозяйстве являются определяющими факторами для разработки, внедрения и применения качественно новых методов управления сельскохозяйственным производством. Продукт должен быть наиболее экономически выгоден и эффективен в работе. Существуют различные прикладные программы и базы данных, позволяющие решить ту или иную проблему в различных областях сельскохозяйственного производства.

В настоящее время проводимые работы по информатизации в рамках конкретных отраслей слабо скоординированы между собой и не согласованы с задачами информатизации региона. Это существенно снижает общий эффект производимых затрат и оставляет

в стороне насущные интересы региона в области информатизации органов государственной власти и местного самоуправления, социальной сферы, экологии, обслуживания населения [1].

Основные задачи:

- планирование хозяйственной деятельности на основе принципа валового дохода;
- планирование и анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе расчетов условного валового и чистого доходов.

Очень актуально сейчас применение в сельском хозяйстве ГИС-технологий.

Подобные системы позволяют решать и разрабатывать следующие задачи:

- информационная поддержка в принятии решений;
- планирование операций — агротехнических;
- мониторинг состояния посевов и агротехнических операций;
- прогнозирование оценки потерь и урожайности культур;
- анализ использования техники, планирование и мониторинг.

Внедряя все новые программы необходимо также уметь работать с ними. Для этого нужно проводить обучения для повышения квалификации работников, на которых будут рассказывать о значениях, применении и основах работы с новыми ИТ — технологиями. Внедрение прикладной

ГИС и обучение работников помогает повысить эффективность работы сельхозпредприятия в сравнительно небольшие сроки.

Современные программные технические комплексы способны обеспечить полную автоматизацию процессов хранения, обработки и моделирования официальной информации.

Основу информации составляют информационные технологии, внедряющие новые и более эффективные процедуры сбора, обработки, хранения, передачи, предоставления и доставки информации. Основной проблемой информатизации является переход от создания средств инструментария информационных технологий к информатизации деятельности [1].

Главным условием перехода России для создания единого информационного пространства, совместимого с мировым информационным пространством, является глубокая информатизация социальной активности общественной деятельности, которая характеризуется внедрением во все сферы жизни средств вычислительной техники и передачи данных. При этом уровень информатизации зависит от состояния развития информационных технологий. Основным перспективным развитием и направлением создания информационных технологий, определяющих эффективность функционирования информационно-вычислительных систем всех уровней и назначений, признана технология открытых систем.

Литература:

1. Махотлова, М. Ш. Информатизация кадастровой деятельности [Текст] / М. Ш. Махотлова // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2015 г.). — М.: Буки-Веди, 2015.
2. Кучер, В. И. Шевченко В. В., Давлетьяров Р. З. Современные информационные системы для проведения стратегического анализа при управлении организацией / Экономика, управление, финансы: материалы III междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2014 г.). — Пермь: Меркурий, 2014.

# Молодой ученый

Научный журнал  
Выходит два раза в месяц

№ 10 (90) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметова Г. Д.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
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.  
Кузьмина В. М.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матроскина Т. В.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенюшкин Н. С.  
Ткаченко И. Г.  
Яхина А. С.

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

**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)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Куташов В. 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:** Голубцов М. В.

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 издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4