

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

78

INPUT-OUTPUT

MODEL

73

70

69

61

Economic and Theoretical

The Future of the World Economy

7

2013

Том I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 7 (54) / 2013

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».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Ответственный редактор: Кайнова Галина Анатольевна

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

На обложке изображен Василий Леонтьев, американский экономист, создатель теории межотраслевого анализа, лауреат Нобелевской премии по экономике.

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:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»

127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Гайбуллаев Р.К.**
О дискретном спектре одного матричного оператора1
- Пономаренко А.Н.**
Логарифмический метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка 3
- Расулов Т.Х., Дилмуродов Э.Б.**
Структура численного диапазона обобщенной модели Фридрихса 6
- Хонкулов У.Х.**
Место когерентно-стохастических задач прикладной направленности в обучении математике в лицах и колледжах 9

ФИЗИКА

- Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Бесклеткин В.В., Козлов А.М.**
Моделирование асинхронного двигателя с укладкой обмотки статора ($Z_1 = 12$) через спинку яра12

ХИМИЯ

- Румянцева Е.Л.**
Золь-гель процессы при разложении высокоосновного шлака кислотой27
- Шмаль И.И.**
Аналитические оценки для процесса кристаллизации 30

ИНФОРМАТИКА

- Переходов А.И.**
Анализ программных средств MathWorks MATLAB&Simulink для синтеза поведенческих моделей узлов сенсорных сетей32
- Рыбанов А.А., Рыльков А.В.**
Разработка web-ориентированной информационной системы мониторинга и управления процессом прохождения производственной практики34
- Семахин А.М., Артемьев А.С.**
Автоматизированная система настройки оборудования Ericsson BLM-1500 37
- Семахин А.М., Шульгин М.А.**
Программный комплекс моделирования транспортных и пешеходных потоков на регулируемом перекрестке42
- Соловьёв Д.С., Силаев А.А.**
Информационная система для организации удаленной работы через сеть Internet45

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Беляев П.С., Маликов О.Г., Крушинский Л.А., Меркулов С.А.**
Увеличение значений физико-механических показателей БНД 90/130 за счёт введения полимерного модификатора и пластификатора на основе индустриального масла49
- Крживка В.**
Взаимосвязанные задачи в электроэнергетике — развитие, характерные черты и классификация по физическим полям52
- Кривцов Д.А.**
Визуализация математических имитационных сетевых моделей ГТД в системе моделирования DVIG55

Лукин А.А., Пирожинский С.Г. Характеристика и показатели качества некоторых видов растительных масел.....	58
Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Моделирование результатов решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины	60
Науменко В.В. Реализация комплексного подхода по обеспечению выполнимости административных регламентов	65
Прокопьев С.В., Ульянов Р.С., Шиколенко И.А. Применение светодиодных светильников с автоматическим управлением для организации совмещенного освещения в помещениях жилых и общественных зданий	69
Ставер Е.В. Анализ процедур генерации ключей криптографических алгоритмов. Программная реализация критерия «хи-квадрат» Draft SP 800–90b	72
Сурков В.О. Системы навигации подвижных наземных объектов и их характеристики.....	76
Суханов А.В., Соболев М.А., Старостин Н.С. Разработка алгоритма получения вибрационных характеристик имитатора ГТД с использованием SCADA-системы	79
Тураева У.Ф., Тураев Ш.Ф., Ибрагимов С.С. Определение излучательной способности стационарным методом	83
Юсупов Ф., Абдуллаева Г.Х., Атажанов К.М., Очилва Г. Проектирование экспертной системы планирования основного производства хлопкоперерабатывающего предприятия	86

БИОЛОГИЯ

Азявчикова Т.В., Кохно Е.А. Структура популяции полужесткокрылых прибрежных сообществ рек Сож и Березина ...	90
Потапов Д.В. К вопросу о видовом составе мышевидных грызунов Гомельского района.....	92

МЕДИЦИНА

Владимиров Ю.П., Апсетарова Д.Я. Актуальные проблемы диагностики и лечения инфильтративно-отечной формы рака молочной железы с метастазами в кости.....	96
---	----

Галиева Г.Б. Организация скорой медицинской помощи и тенденции ее динамики в Казахстане	98
Грома И.И. Клинико-эпидемиологические аспекты первичных опухолей головного мозга на примере региональной многопрофильной больницы ...	101
Ешиев А.М., Абдуллаева С.А. Комплексное лечение флегмоны дна полости рта с применением синего света	104
Караван Я.Р., Левандовский Р.А., Беликов А.Б. Сравнительный мониторинг частоты заболеваемости злокачественными опухолями челюстно-лицевой области жителей Львовской, Тернопольской и Ивано-Франковской областей (за последние 10 лет)	107
Красичкова О.А. Оптимизация консервативного лечения хронического гранулирующего периодонтита	111
Петрушанко Т.А., Беликова Н.И. Индексная оценка результатов шинирования подвижных зубов на основе арматурно-адгезивной техники.....	114
Саблин И.Д., Дорофеев Е.Е., Чепелянская М.В., Лось А.Н., Сокурец Н.Л. Нужна ли компьютерная и магнитно-резонансная томография в стандарте обследования пациенток, перенесших эклампсию и нуждающихся в заместительной почечной терапии?	118

ГЕОГРАФИЯ

Расулов А.Б., Расулова Н.А. Опыт периодизации географических взглядов	121
---	-----

ЭКОЛОГИЯ

Султонова К.Р., Мусурмонкулов О.У., Эрназарова Х.Б. Рациональное использование чистой воды как злободневная проблема	124
--	-----

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Охрименко А.В., Вовк Н.И. Биологическое обоснование интродукции белого толстолобика (<i>Hiporhthalmichthys molitrix</i> (Val)) в водоем-охладитель Запорожской АЭС с целью его биомелиорации	127
---	-----

МАТЕМАТИКА

О дискретном спектре одного матричного оператора

Гайбуллаев Рустам Кахрамонович, студент
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

В рамках проблемы нескольких тел на непрерывном пространстве и на решетке решено большое число задач о собственных значениях для систем квазичастиц, число которых сохраняется. Однако имеются в определенном смысле более интересные задачи, возникающие в теории твердого тела, в которых число квазичастиц не сохраняется [1]. Следует отметить, что системы с несохраняющимся ограниченным числом частиц на непрерывном пространстве рассмотрены в работах [2, 3].

Гамильтонианы системы с сохраняющимся ограниченным числом квазичастиц (на примере модели Гейзенберга и Хаббарда [4,5]) и несохраняющимся ограниченным числом квазичастиц на решетке (на примере s-d модели [6]) приводят к матричным операторам. Поэтому исследование спектральных свойств таких операторов играет важную роль в современной математической физике.

В настоящей работе рассматривается некоторый матричный оператор. Описывается множества собственных значений этого оператора и задача состоит в обосновании этих описаний.

Пусть $T^3 \equiv [-\pi; \pi]^3$ — трехмерный куб, $L_2(T^3)$ — гильбертово пространство квадратично-интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на T^3 , C — одномерное комплексное пространство.

Обозначим через H прямую сумму пространств $H_0 = C$ и $H_1 = L_2(T^3)$, т. е. $H = H_0 \oplus H_1$.

Определение. Гильбертово пространство H называется «двухчастичным обрезанным» подпространством пространства Фока.

Рассмотрим оператор $h_\mu, \mu > 0$, действующий в гильбертовом пространстве H и задающийся как операторная матрица

$$h_\mu = \begin{pmatrix} h_{00} & \sqrt{\mu} h_{01} \\ \sqrt{\mu} h_{10} & h_{11} \end{pmatrix}$$

где операторы $h_{ij}: H_j \rightarrow H_i, i, j = 0, 1$ определяются по формулам

$$(h_{00} f_0) = a f_0, \quad (h_{01} f_1) = \int \mathcal{G}(s) f_1(s) ds,$$

$$(h_{10} f_0) = \mathcal{G}(p) f_0, \quad (h_{11} f_1) = \varepsilon(p) f_1(p).$$

Здесь $f_i \in H_i, i = 0, 1$, a — фиксированное вещественное число, $\mathcal{G}(\cdot)$ вещественнозначная непрерывная (ненулевая) функция на T^3 , а функция $\varepsilon(\cdot)$ определена по формуле

$$\varepsilon(p) = \sum_{k=1}^3 (1 - \cos p_k), \quad p = (p_1, p_2, p_3) \in T^3.$$

Здесь и в дальнейшем интеграл без указания пределов всюду означает интегрирование по всей области изменения переменных интегрирования.

В математической физике оператор h_{01} называется оператором уничтожения, а оператор h_{10} называется оператором рождения.

Оператор возмущения $h_\mu - h_0$ оператора h_0 является самосопряженным оператором ранга 2. Следовательно, из известной теоремы Г. Вейля о сохранении существенного спектра при возмущениях конечного ранга вытекает, что существенный спектр оператора h_μ совпадает с существенным спектром оператора h_0 . Известно, что

$$\sigma_{ess}(h_0) = [0; 6].$$

Из последних двух фактов следует, что

$$\sigma_{ess}(h_\mu) = [0; 6].$$

При каждом фиксированном μ определим регулярную $C \setminus [0; 6]$ функцию (детерминант Фредгольма, ассоциированный с оператором h_μ)

$$\Delta_\mu(z) = a - z - \mu \int \frac{\mathcal{G}^2(s) ds}{\varepsilon(s) - z}.$$

Теперь установим связь между собственными значениями оператора h_μ и нулями функции $\Delta_\mu(\cdot)$. Верна следующая

Лемма 1. Число $z \in C \setminus [0; 6]$ является собственным значением оператора h_μ тогда и только тогда, когда $\Delta_\mu(z) = 0$.

Из леммы 1 вытекает, что для дискретного спектра $\sigma_{disc}(h_\mu)$ оператора h_μ имеет место равенство

$$\sigma_{disc}(h_\mu) = \{C \setminus [0;6] : \Delta_\mu(z) = 0\}.$$

Отметим, что для любого $z < 0$ справедливо неравенство $\varepsilon(p) - z > 0$, откуда следует, что

$$\int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{\varepsilon(s) - z} > 0,$$

а также

$$\int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{\varepsilon(s) - z} < 0$$

при $z > 6$.

Так как функция $\varepsilon(\cdot)$ имеет единственный невырожденный минимум в точке $0 = (0, 0, 0) \in T^3$, имеет единственный невырожденный максимум в точке $\pi = (\pi, \pi, \pi) \in T^3$, а также функция $\mathcal{G}(\cdot)$ есть непрерывная функция на T^3 , то

$$\int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{\varepsilon(s)} > 0, \int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{\varepsilon(s) - 6} < 0$$

являются конечными интегралами.

При $a > 0$ положим

$$\mu_0 = a \left(\int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{\varepsilon(s)} \right)^{-1},$$

а также при $a < 6$ положим

$$\mu_1 = (6 - a) \left(\int \frac{\mathcal{G}^2(s)ds}{6 - \varepsilon(s)} \right)^{-1}.$$

Следующие теоремы описывают множества собственных значений оператора h_μ .

Теорема 1. 1) Пусть $a \leq 0$. Тогда при всех значениях $\mu > 0$ оператор h_μ имеет единственное простое отрицательное собственное значение;

2) Пусть $a > 0$. Тогда для любого $\mu \in (0; \mu_0]$ оператор h_μ не имеет отрицательных собственных значений, а при всех значениях $\mu > \mu_0$ оператор h_μ имеет единственное простое отрицательное собственное значение.

Теорема 2. 1) Пусть $a \geq 6$. Тогда при всех значениях $\mu > 0$ оператор h_μ имеет единственное простое собственное значение, лежащее правее точки $z = 6$;

2) Пусть $a < 6$. Тогда для любого $\mu \in (0; \mu_1]$ оператор h_μ не имеет собственных значений, лежащее правее точки $z = 6$, а при всех значениях $\mu > \mu_1$ оператор h_μ имеет единственное простое собственное значение, лежащее правее точки $z = 6$.

Доказательство теоремы 1 и 2 основаны на свойствах функции $\Delta_\mu(\cdot)$ и леммы 1.

Замечание. Из теоремы 1 и 2 видно, что если $a \in (0;6)$, то при всех значениях $\mu > \max\{\mu_0, \mu_1\}$ оператор h_μ имеет две простых собственных значений, лежащих левее точки $z = 0$ и правее точки $z = 6$, соответственно.

Литература:

1. Изюмов Ю. А., Медведев М. В. Магнитный полярон в ферромагнитном кристалле. Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1970, вып. 2 (8), 553–560.
2. Minlos R. A., Spohn H. The Three-Body Problem in Radioactive Decay: The Case of One Atom and At Most Two Photons. Amer. Math. Soc. Transl. 177 (1996), pp. 159–193.
3. Жуков Ю. В., Минлос Р. А. Спектр и рассеяние в модели «спин-бозон» с не более чем тремя фотонами. Теоретическая и математическая физика, 103 (1995), No 1, с. 63–81.
4. Mattis D. The few-body problem on a lattice. Rev. Modern Phys., 58 (1986), pp. 361–379.
5. Lieb E. Two theorems of the Hubbard model. Phys. Rev. Lett. 62 (1989), pp. 1201–1204.
6. Mogilner A. J. Hamiltonians in Solit-State Physics as Multi-particle Discrete Shrodinger Operators: Problems and Results. Advances in Soviet Mathematics, 5 (1991), pp. 139–194.

Логарифмический метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

Пономаренко Артем Николаевич, студент
 Национальный педагогический университет имени Драгоманова (г. Киев)

Статья посвящена новому методу решения некоторых видов дифференциальных уравнений, в частности, обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

Перед рассмотрением метода надлежит указать некоторые известные формулы и провести некоторые уточнения.

Формула интегрирования неоднородного линейного дифференциального уравнения первого порядка

$$y' + f(x) \cdot y = g(x) \quad y = y(x)$$

имеет вид

$$y = \frac{\int g(x) \cdot e^{\int f(x) dx} dx}{e^{\int f(x) dx}} \quad (1)$$

Формула интегрирования уравнения Бернулли

$$y' + f(x) \cdot y = g(x) \cdot y^n \quad (n \in \mathbb{R}; y = y(x))$$

имеет вид

$$y = \frac{((1-n) \int g(x) \cdot e^{(1-n) \int f(x) dx} dx)^{\frac{1}{1-n}}}{e^{\int f(x) dx}} \quad (2)$$

В этой статье будут рассматриваться лишь обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка, т. е. уравнения вида $F(x, y, y') = 0$.

Функция y , в данной статье, всегда будет функцией от переменной x , и соответственно, будут рассматриваться лишь производные функций по переменной x ,

$$\text{т. е. } y' = \frac{dy}{dx},$$

$$(y, f_1, f_2, \dots, f_n)' = \frac{d(y, f_1, f_2, \dots, f_n)}{dx},$$

где f_1, f_2, \dots, f_n — некоторые функции от переменной x .

Изложение логарифмического метода

Суть метода состоит в использовании свойства сложения натуральных логарифмов и свойства сложения производных.

Как мы знаем,

$$(u)' + (v)' = (u + v)', \text{ где } u, v \text{ — функции от } x,$$

$$\ln u + \ln v = \ln(u \cdot v)$$

Исходя из этих двух простых свойств сложения производных и сложения натуральных логарифмов, будем иметь тождество

$$(\ln u)' + (\ln v)' = (\ln u + \ln v)' = (\ln(u \cdot v))' \quad (3)$$

Таким образом, если в некотором дифференциальном уравнении удалось преобразовать некоторые два слагаемых в виде $(\ln u)' + (\ln v)'$, то тождеством (3) возможно воспользоваться, что существенно облегчает процесс решения дифференциального уравнения в некоторых случаях.

Рассмотрим три относительно простых случая, когда логарифмический метод применим к решению дифференциальных уравнений первого порядка:

1. Интегрирование неоднородного линейного дифференциального уравнения первого порядка логарифмическим методом.

Пусть дано уравнение:

$$y' + y \cdot f(x) = g(x)$$

Его можно преобразовать следующим образом:

$$\frac{y'}{y} + f(x) = \frac{g(x)}{y}$$

$$(\ln y)' + (\int f(x) dx)' = \frac{g(x)}{y}$$

Так как

$$\int f(x) dx = \ln e^{\int f(x) dx},$$

то уравнение легко можно преобразовать в следующем виде:

$$(\ln y)' + (\ln e^{\int f(x) dx})' = \frac{g(x)}{y},$$

после чего воспользоваться свойствами сложения суммы производных и сложения суммы натуральных логарифмов:

$$(\ln y + \ln e^{\int f(x) dx})' = \frac{g(x)}{y}$$

$$(\ln(y \cdot e^{\int f(x) dx}))' = \frac{g(x)}{y}$$

Учитывая тождество:

$$(\ln(f_1, f_2, \dots, f_n))' = \frac{(f_1, f_2, \dots, f_n)'}{(f_1, f_2, \dots, f_n)}$$

будем иметь:

$$\frac{(y \cdot e^{\int f(x) dx})'}{y \cdot e^{\int f(x) dx}} = \frac{g(x)}{y}$$

$$(y \cdot e^{\int f(x) dx})' = g(x) \cdot e^{\int f(x) dx}$$

$$y \cdot e^{\int f(x) dx} = \int g(x) \cdot e^{\int f(x) dx} dx$$

$$y = \frac{\int g(x) \cdot e^{\int f(x) dx} dx}{e^{\int f(x) dx}}$$

Доказательством логарифмического метода в данном случае служит сходство конечной формулы метода с формулой (1).

Пример 1:

$$y' - \frac{2xy}{x^2 + 3} = (x^2 + 3) \cdot \cos x$$

$$\frac{y'}{y} - \frac{2x}{x^2 + 3} = \frac{(x^2 + 3) \cdot \cos x}{y}$$

$$(\ln y)' - \frac{2x}{x^2 + 3} = \frac{(x^2 + 3) \cdot \cos x}{y}$$

$$(\ln y)' - (\ln e^{\int \frac{2x dx}{x^2 + 3}})' = \frac{(x^2 + 3) \cdot \cos x}{y}$$

$$(\ln(y \cdot \frac{1}{x^2 + 3}))' = \frac{(x^2 + 3) \cdot \cos x}{y}$$

$$(\frac{y}{x^2 + 3})' \cdot \frac{x^2 + 3}{y} = \frac{x^2 + 3}{y} \cdot \cos x$$

$$(y \cdot (x^2 + 3)^{-1})' = \cos x$$

$$\frac{y}{x^2 + 3} = \sin x + C$$

Окончательный ответ:

$$y = (\sin x + C) \cdot (x^2 + 3)$$

Интегрирование данного уравнения сразу по формуле

$$y = \frac{\int g(x) \cdot e^{\int f(x) dx} dx}{e^{\int f(x) dx}}$$

дает аналогичный результат:

$$y = \frac{\int (x^2 + 3) \cdot \cos x \cdot e^{-\int \frac{2x dx}{x^2 + 3}} dx}{e^{-\int \frac{2x dx}{x^2 + 3}}} = \frac{\int \cos x dx}{e^{-\ln(x^2 + 3)}} =$$

$$= (\sin x + C) \cdot (x^2 + 3)$$

2. Интегрирование уравнений Бернулли логарифмическим методом:

$$y' + f(x) \cdot y = g(x) \cdot y^n \quad (n \in \mathbb{R}; y = y(x))$$

Решение аналогично с первым, ранее рассмотренным, случаем:

$$(\ln y)' + (\ln e^{\int f(x) dx})' = g(x) \cdot y^{n-1}$$

$$(\ln y + \ln e^{\int f(x) dx})' = g(x) \cdot y^{n-1}$$

$$(\ln y \cdot e^{\int f(x) dx})' = g(x) \cdot y^{n-1}$$

$$(y \cdot e^{\int f(x) dx})' = g(x) \cdot y^n \cdot e^{\int f(x) dx}$$

$$(y \cdot e^{\int f(x) dx})' = \frac{g(x) \cdot y^n \cdot e^{n \int f(x) dx}}{e^{(n-1) \int f(x) dx}}$$

$$\text{Выполним подстановку: } y \cdot e^{\int f(x) dx} = z$$

$$\text{Тогда уравнение примет вид: } z' = \frac{g(x) \cdot z^n}{e^{(n-1) \int f(x) dx}}$$

$$(z^{1-n})' = \frac{(1-n) \cdot g(x)}{e^{(n-1) \int f(x) dx}} = (1-n) \cdot g(x) \cdot e^{-(n-1) \int f(x) dx}$$

$$z^{1-n} = \int (1-n) \cdot g(x) \cdot e^{-(n-1) \int f(x) dx} dx$$

Поскольку $y \cdot e^{\int f(x) dx} = z$, то окончательно находим:

$$y = \frac{((1-n) \int g(x) \cdot e^{-(n-1) \int f(x) dx} dx)^{\frac{1}{1-n}}}{e^{\int f(x) dx}}$$

Пример 2:

$$y' + \frac{y}{x} = x^2 y^2$$

$$(\ln y \cdot x)' = x^2 \cdot y$$

$$(y \cdot x)' = x^3 y^2$$

$$\frac{(y \cdot x)'}{(y \cdot x)^2} = x$$

$$((y \cdot x)^{-1})' = -x$$

$$y \cdot x = \frac{1}{-\frac{x^2}{2} + C}$$

$$\text{Окончательно: } y = (-\frac{x^2}{2} + Cx)^{-1}.$$

Тогда полным решением будет система:

$$y = \left(-\frac{x^3}{2} + Cx\right)^{-1}$$

$$y = 0$$

3. Интегрирование логарифмическим методом уравнения вида:

$$y' + f(x) \cdot e^y = g(x) \quad (4)$$

Выполним несколько простых действий:

$$(\ln e^y)' - g(x) = -f(x) \cdot e^y$$

$$(\ln e^y)' - (\ln e^{\int g(x) dx})' = -f(x) \cdot e^y$$

$$(\ln e^y \cdot e^{-\int g(x) dx})' = -f(x) \cdot e^y$$

$$(\ln e^y \cdot e^{-\int g(x) dx})' = \frac{-f(x) \cdot e^y \cdot e^{-\int g(x) dx}}{e^{-\int g(x) dx}}$$

далее подстановка: $z = e^y \cdot e^{-\int g(x) dx}$

$$(\ln z)' = -f(x) \cdot e^{\int g(x) dx} \cdot z$$

$$(z^{-1})' = f(x) \cdot e^{\int g(x) dx}$$

Интегрируя и возвращаясь к подстановке, будем иметь

$$e^y \cdot e^{-\int g(x) dx} = \frac{1}{\int f(x) \cdot e^{\int g(x) dx} dx}$$

$$y = \ln \frac{e^{\int g(x) dx}}{\int f(x) \cdot e^{\int g(x) dx} dx}$$

Литература:

1. Чарльз Генри Эдвардс и Дэвид Э. Пенни. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB. 3-е издание.: Пер. с англ. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. — 1104 с.
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3 т. Изд-во: Физматгиз, 1959 г.
3. Натансон И. П. Краткий курс высшей математики. Изд-во: Лань, 2001 г. — 727 с.

Пример 3:

$$y' + \frac{\ln x}{x} \cdot e^y = \frac{1}{x}$$

$$(\ln e^y)' - (\ln x)' = -\frac{\ln x}{x} \cdot e^y$$

$$\left(\ln \frac{e^y}{x}\right)' = -\frac{\ln x}{x} \cdot e^y$$

Подстановка: $e^y \cdot x^{-1} = z$

$$(\ln z)' = -z \ln x$$

$$\frac{1}{z} = x \ln x - x + C$$

Возвращаясь к подстановке,

$$\frac{1}{e^y} = \ln x - 1 + \frac{C}{x}$$

Окончательный результат:

$$y = -\ln\left(\ln x - 1 + \frac{C}{x}\right)$$

Следует отметить, что существует более общий вид уравнения (4):

$$y' + f(x) \cdot e^{n \cdot y} = g(x) \quad (n \in \mathfrak{R}) \quad (5)$$

Уравнение (5) сводится к уравнению (4) подстановкой: $n \cdot y = z$

После подстановки уравнение (5) приобретает вид:

$$z' + n \cdot f(x) \cdot e^z = n \cdot g(x) \quad (n \in \mathfrak{R})$$

и, очевидно, интегрируется указанным ранее методом.

Структура численного диапазона обобщенной модели Фридрикса

Расулов Тулкин Хусенович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Дилмуродов Элёр Бахтиёрович, преподаватель
Бухарский государственный университет (г. Бухара, Узбекистан)

В работе рассматривается ограниченная самосопряженная обобщенная модель Фридрикса. Показывается, что замыкание численного диапазона этой модели состоит из отрезка и исследован его структура.

Ключевые слова: численный диапазон, существенный и дискретный спектры, обобщенная модель Фридрикса, первый комплимент Шуура.

Пусть H — комплексное гильбертово пространство и $A: H \rightarrow H$ — линейный оператор с областью определения $D(A) \subset H$. Множество

$$W(A) := \{(Ax, x) : x \in D(A), \|x\| = 1\}$$

называется численным диапазоном оператора A . Из определения видно, что множество $W(A)$ является подмножеством комплексной плоскости и геометрические свойства множества $W(A)$ дают некоторую информацию об операторе A .

Изучение численного диапазона линейного оператора в гильбертовом пространстве является одним из основных методов в изучении местоположения спектра таких операторов. Это понятие впервые введено в работе [1] и доказано, что численный диапазон матрицы содержит все ее собственные значения. В работе [2] показано, что численный диапазон оператора является выпуклым. Отметим, что выше сказанные результаты верны не только для матриц, но и в более общем случае для любого линейного ограниченного оператора. В работе [3] доказано, что спектр любого линейного ограниченного оператора содержится в замыкании численного диапазона этого оператора. Вслед за этим это понятие обобщено разными способами, см. например [4, 5, 6].

В работе [7] изучаются основные свойства численного диапазона линейного оператора и вычислен численный диапазон обобщенной модели Фридрикса в частном случае. Кроме того, там приведены примеры на вычисление численного диапазона операторов разного характера.

В настоящей работе установлена структура численного диапазона обобщенной модели Фридрикса и обсуждаются всевозможные случаи. Отметим, что такие модели обычно встречаются в задачах квантовой механики, статистической механики и гидродинамики.

Обозначим через N, Z, R и C — множество натуральных, целых, вещественных и комплексных чисел, соответственно.

Теперь перейдем к постановке задачи и формулировке основных результатов настоящей работы.

Пусть T^3 — трехмерный тор, т. е. куб $(-\pi, \pi)^3$ — с соответствующим отождествлением противоположных граней. Всяду в работе T^3 рассматривается как абелева группа, в которой операции сложения и умножения на вещественное число введены как операции сложения и умножения на вещественное число в R^3 по модулю $(2\pi Z)^3$.

Пусть $L_2(T^3)$ — гильбертово пространство квадратично-интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на T^3 . Обозначим через H прямую сумму пространств $H_0 = C$ и $H_1 = L_2(T^3)$, т. е. $H = H_0 \oplus H_1$.

Рассмотрим обобщенную модель Фридрикса $A \equiv A(w, \mu)$ действующего в гильбертовом пространстве H как 2×2 блочно-операторная матрица

$$A = \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix},$$

где элементы $A_{ij} : H_j \rightarrow H_i, i, j = 0, 1$, определяются по формулам

$$A_{00}f_0 = wf_0, \quad A_{01}f_1 = \sqrt{\mu} \int_{T^3} v(s) f_1(s) ds, \quad (A_{11}f_1)(p) = u(p) f_1(p).$$

Здесь $f_i \in H_i, i = 0, 1, w, \mu \in R, \mu > 0$ и $u(\cdot), v(\cdot)$ — вещественнозначные непрерывные функции на T^3 , а A_{01}^* — сопряженный оператор к A_{01} .

Легко проверить, что при этих предположениях матричный оператор A , является ограниченным и самосопряженным в гильбертовом пространстве H .

Пусть оператор A_0 действует в H как

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & A_{11} \end{pmatrix}.$$

Оператор возмущения $A - A_0$ оператора A_0 является самосопряженным оператором ранга 2. Следовательно, из известной теоремы Г. Вейля о сохранении существенного спектра при возмущениях конечного ранга вытекает, что существенный спектр оператора A совпадает с существенным спектром оператора A_0 . Известно, что

$$\sigma_{\text{ess}}(A_0) = [m; M],$$

где числа m и M определяются следующим образом:

$$m = \min_{p \in T^3} u(p), \quad M = \max_{p \in T^3} u(p).$$

Из последних фактов следует, что $\sigma_{\text{ess}}(A) = [m; M]$.

Чтобы определить дискретный спектр оператора A наряду с этим оператором рассмотрим ещё оператор $S(z): H_0 \rightarrow H_0$, который формально определяется следующим образом:

$$S(z) := A_{00} - z - A_{01}(A_{11} - z)^{-1}A_{01}^*, \quad z \in C \setminus [m; M].$$

Так определенный оператор обычно называется первый комплимент Шуура.

Легко проверяется, что оператор A имеет собственное значение $z \in C \setminus [m; M]$ тогда и только тогда, когда оператор $S(z)$ имеет нулевое собственное значение. Следовательно,

$$\sigma(A) = \sigma_{\text{disc}}(A) \cup [m; M]$$

где

$$\sigma_{\text{disc}}(A) = \{z \in C \setminus [m; M] : S(z) \text{ имеет нулевое собственное значение}\}.$$

Надо отметить, что дискретный спектр оператора A играет важную роль при исследовании его численного диапазона.

Далее, будем предполагать, что функция $u(\cdot)$ имеет непрерывные частные производные второго порядка, невырожденный минимум в точках $p_i \in T^3$, $i = \overline{1, N_1}$ и невырожденный максимум в точках $q_j \in T^3$, $j = \overline{1, N_2}$.

Тогда из непрерывности функции $v(\cdot)$ на T^3 следует, что

$$\int_{T^3} \frac{v^2(s) ds}{u(s) - m} > 0, \quad \int_{T^3} \frac{v^2(s)}{u(s) - M} < 0,$$

являются конечными интегралами.

В качестве такой функции $u(\cdot)$ можно взять

$$\varepsilon(p) = \sum_{k=1}^3 (1 - \cos np^{(k)}), \quad p = (p^{(1)}, p^{(2)}, p^{(3)}) \in T^3, \quad n \in N.$$

Обозначим через $N_1 \equiv N_1(n)$ и $N_2 \equiv N_2(n)$ число точек $p_i = (p_i^{(1)}, p_i^{(2)}, p_i^{(3)}) \in T^3$ и $q_j = (q_j^{(1)}, q_j^{(2)}, q_j^{(3)}) \in T^3$, соответственно для которых

$$p_i^{(k)} \in \{0; \pm \frac{2}{n}\pi; \pm \frac{4}{n}\pi; \dots; \pm \frac{n_1}{n}\pi\} \cup \begin{cases} \pi, & \text{если } n \text{ четное} \\ \emptyset, & \text{если } n \text{ нечетное} \end{cases}, \quad k = 1, 2, 3;$$

$$q_j^{(k)} \in \{\pm \frac{1}{n}\pi; \pm \frac{3}{n}\pi; \dots; \pm \frac{n_2}{n}\pi\} \cup \begin{cases} \emptyset, & \text{если } n \text{ четное} \\ \pi, & \text{если } n \text{ нечетное} \end{cases}, \quad k = 1, 2, 3;$$

причем $p_i \neq p_j$, $q_i \neq q_j$ при $i \neq j$, здесь

$$n_1 := \begin{cases} n - 2, & \text{если } n \text{ четное} \\ n - 1, & \text{если } n \text{ нечетное} \end{cases}; \quad n_2 := \begin{cases} n - 1, & \text{если } n \text{ четное} \\ n - 2, & \text{если } n \text{ нечетное} \end{cases}.$$

Очевидно, что функция $\varepsilon(\cdot)$ имеет невырожденный минимум в точках $p_i \in T^3$, невырожденный максимум в точках $q_j \in T^3$ и $N_k = n_k^3$, $k = 1, 2$. Таким образом, множество значений функций $\varepsilon(\cdot)$ совпадает с отрезком $[0, 6]$.

Следуя схемы работы [8] показывается, что оператор A имеет не более чем двух простых собственных значений, один из них лежит левее точки m , а второе правее точки M . В случае существования обозначим их через $\lambda_1(w, \mu)$ и $\lambda_2(w, \mu)$ соответственно.

Положим

$$\mu_0 := \left(\int_{T^3} \frac{v^2(s) ds}{u(s) - m} \right)^{-1}, \quad \mu_1 := \left(\int_{T^3} \frac{v^2(s)}{M - u(s)} \right)^{-1}.$$

Следующие теоремы описывают структуру численного диапазона оператора A .

Теорема 1. Пусть $w \leq m$.

- 1) Если $0 < \mu \leq (M - w)\mu_1$, то верно равенство $\overline{W(A)} = [\lambda_1(w, \mu) M]$
- 2) При $\mu > (M - w)\mu_1$ имеет место равенство $W(A) = [\lambda_1(w, \mu) \lambda_2(w, \mu)]$.

Теорема 2. Пусть $m < w < M$.

- 1) Если $\mu > \max\{(w - t)\mu_0; (M - w)\mu_1\}$ то $W(A) = [\lambda_1(w, \mu) \lambda_2(w, \mu)]$;
- 2) Если $(w - t)\mu_0 < (M - w)\mu_1$ и $\mu \in ((w - t)\mu_0; (M - w)\mu_1]$, то $\overline{W(A)} = [m; \lambda_2(w, \mu)]$;
- 3) Если $(M - w)\mu_1 < (w - t)\mu_0$ и $\mu \in ((M - w)\mu_1; (w - t)\mu_0]$, то $\overline{W(A)} = [\lambda_1(w, \mu) M]$
- 4) Если $\mu < \min\{(w - t)\mu_0, (M - w)\mu_1\}$ то $\overline{W(A)} = [m; M]$

Замечание 1. Если $(w - t)\mu_0 = (M - w)\mu_1 = \mu_0$, т. е.

$$w = \frac{m\mu_0 + M\mu_1}{\mu_0 + \mu_1},$$

при $\mu > \mu_0$, имеем случай утверждения 1), а при $0 < \mu \leq \mu_0$, случай утверждения 4) теоремы 2.

Замечание 2. Условие 2) и 3) теоремы 2 соответствуют в случае

$$\mu \in (\min\{(w - t)\mu_0, (M - w)\mu_1\}; \max\{(w - t)\mu_0, (M - w)\mu_1\}].$$

Теорема 3. Пусть $w \geq M$.

- 1) Если $0 < \mu \leq (w - t)\mu_0$, то имеет место равенство $\overline{W(A)} = [m; \lambda_2(w, \mu)]$;
- 2) При $\mu > (w - t)\mu_0$ верно равенство $W(A) = [\lambda_1(w, \mu) \lambda_2(w, \mu)]$.

При доказательстве теоремы 1–3 ключевой роль играет нахождение условия существования собственных значений оператора A и выпуклость численного диапазона.

Литература:

1. О. Toeplitz. Das algebraische Analogon zu einem Satze von Fejer. Math. Z., 2:1–2 (1918), 187–197.
2. F. Hausdorff. Der Wertvorrat einer Bilinearform. Math. Z., 3:1 (1919), 314–316.
3. A. Wintner. Zur Theorie der beschränkten Bilinearformen. Math. Z., 30:1 (1929), 228–281.
4. H. Langer, A. S. Markus, V. I. Matsaev, C. Tretter. A new concept for block operator matrices: the quadratic numerical range. Linear Algebra Appl., 330:1–3 (2001), 89–112.
5. L. Rodman, I. M. Spitkovsky. Ratio numerical ranges of operators. Integr. Equ. Oper. Theory, 71 (2011), 245–257.
6. M. T. Heydari. Numerical range and compact convex sets. Rend. Circ. Mat. Palermo, 60 (2011), 139–143.
7. Т.Х. Расулов, Г.И. Ботиров. Численный диапазон обобщенной модели Фридрихса. Узб. Матем. Журнал, № 2 (2013), стр. 3–10.
8. Т.Х. Расулов. О структуре существенного спектра модельного оператора нескольких частиц. Математические заметки. 83:1 (2008), 78–86.

Место когерентно-стохастических задач прикладной направленности в обучении математике в лицеях и колледжах

Хонкулов Улугбек Хурсаналиевич, преподаватель
 Гулистанский государственный университет (Республика Узбекистан)

Задачи, в основе которых лежат реальные жизненные ситуации, лучше других способны в процессе своего решения направлять учебную деятельность учащихся на изучение математической теории, на формирование у них прочных навыков самостоятельной деятельности, связанных, в частности, с выполнением тождественных преобразований, вычислений, измерений, графических работ, использованием справочной литературы, на воспитание устойчивого интереса к предмету, привитие навыков планирования и рационализации своей деятельности. Современные подходы к обучению математике предполагают планомерную подготовку учащихся к применению знаний и умений по предмету, к решению практических задач, возникающих в различных областях человеческой деятельности. Использование задач жизненно-практического характера способствует такой подготовке.

В.А. Далингер, отмечая учебную роль прикладных задач, говорит о необходимости «связывать математические понятия с их житейскими прототипами, приобретёнными учащимися вне целенаправленного обучения» [1, С. 23]. Л.Ю. Березина и И.А. Лурье, отмечая воспитательную роль прикладных задач, указывают: «Широко распространена такая форма, как использование при составлении задач различных фактических данных из производственной деятельности, которой учащиеся занимаются; это будет способствовать развитию интереса к производительному труду. Кроме того, целесообразно использовать фабулу задач для ознакомления учащихся с профессиями» [2, С. 43]. Поэтому важно включить в учебники математики для учащихся лицеев и колледжей стохастические задачи. Как отмечает В.Д. Селютин, «возможности стохастики здесь весьма широки. Сама теория вероятностей возникла в процессе изучения действительности, поэтому она дает инструменты описания и исследования объектов реального мира. Источником большинства школьных стохастических задач должны стать внематематические ситуации. Конкретные объекты вначале могут выступать в качестве «сырья» для построения статистико-вероятностных моделей, которые затем, в свою очередь, должны использоваться для исследования фрагментов действительности, содержащих подобное сырьё» [3, С. 22]. Таким образом, можно определить нижеследующие требования, которым должно удовлетворять понятие «стохастическая задача».

1) Понятие «стохастическая задача» должно логично включаться в единую концепцию школьного математического образования и знакомить учащихся как с общей методологией математики, так и с особым характером стохастических исследований.

2) Понятие «стохастическая задача» должно качественно повышать мотивацию овладения математическими знаниями вообще и навыками анализа случайных событий в частности.

3) Понятие «стохастическая задача» должно отражать прикладную направленность обучения, то есть содержать в своей основе обращение к реальной действительности.

4) Понятие «стохастическая задача» должно направлять познавательную деятельность учащихся на описание реальных ситуаций на математическом языке и способствовать осознанному выбору адекватного математического аппарата для решения поставленных задач.

С учётом данных требований, следует понимать под «стохастической задачей» особого вида задачу с жизненно-практическим содержанием, представляющую собой математически сформулированную модель проблемной стохастической ситуации, для разрешения которой недостаточно простого воспроизведения одного какого-либо результата (определения, теоремы) из пройденного ранее курса. Стохастическая проблемная ситуация — это реальная жизненная ситуация, связанная с анализом явлений, происходящих под воздействием случайностей.

Среди стохастических задач особое место принадлежит когерентно-стохастическим задачам. Эти задачи способны успешно интегрироваться в структуру традиционного курса математики и эффективно решить проблему укрепления внутрипредметных взаимосвязей различных его тем и разделов в полном соответствии с требованиями когерентно-интегративного подхода.

Кроме тех требований, которые предъявляются к понятию «стохастическая задача», новое понятие «когерентно-стохастическая задача» по мнению Л.А. Тереховой [4, с. 93], должно удовлетворять целому ряду дополнительных требований:

1) Когерентно-стохастические задачи должны быть сформулированы таким образом, чтобы могли быть включены в классическую схему урока математики (а также внеклассных мероприятий) без ущерба для школьного стандарта.

2) Когерентно-стохастические задачи должны способствовать пропедевтике новых понятий и повторению ранее изученных традиционных тем.

3) Когерентно-стохастические задачи должны служить действенным средством укрепления внутрипредметных связей школьной математики.

На основании анализа данных требований можно определить понятие «когерентно-стохастическая задача» сле-

дующим образом. Когерентно-стохастическая задача — это особого вида задача, укрепляющая внутриспредметную взаимосвязь различных разделов математики, раскрывающая вероятностно-статистическую природу явлений окружающей действительности, и допускающая возможность математической формулировки моделей проблемной стохастической ситуации, для решения которой требуется комплексное применение математических понятий и представлений (определений, теорем и т. п.), изучаемых в колледже или лицее. Стохастическая проблемная ситуация понимается как реальная жизненная ситуация, связанная с анализом явлений, происходящих под воздействием случайностей.

Когерентно-стохастические задачи способствуют не только успешному усвоению знаний о случайных событиях и явлениях окружающего мира, но и обогащают методику изучения традиционных тем курса математики за счёт усиления их внутренней взаимосвязи и жизненно-практического содержания. При этом самым очевидным свидетельством целостности и системности полученных знаний (т. е. критерием оценки эффективности) будет служить умение учащихся использовать традиционную математику, к анализу стохастических ситуаций, то есть их готовность привлекать к анализу реальных жизненных процессов весь комплекс математических представлений во взаимодействии с элементами комбинаторики, статистики и теории вероятностей.

Данный критерий эффективности отражает, прежде всего, общее направление на когерентность (согласование) стохастики и традиционной математики, укрепляющую внутриспредметные связи курса. Именно способность учащихся находить взаимосвязь между реальностью и её математической моделью, между теорией и практикой является главным показателем эффективности когерентно-интегративного подхода.

К примеру, в теме «Положительные и отрицательные числа» вводится такое стохастическое понятие, как среднее линейное отклонение. С его помощью можно составить когерентно-стохастические задачи, эффективно укрепляющие внутриспредметные связи за счёт выполнения таких операций, как действия с рациональными числами, нахождение модуля числа, вычисление среднего арифметического, округление десятичных дробей. Примером может служить следующая задача.

Пример 1. Дневная норма выработки одного работника некоторого предприятия составляет 10 единиц продукции. Сравниваются сведения о количестве изготовленной продукции за 11 рабочих дней:

1-й работник: 8; 8; 8; 8; 8; 9; 9; 9; 9; 16; 18.

2-й работник: 4; 8; 8; 8; 8; 9; 11; 11; 13; 13; 17.

Выполняет ли норму каждый из них? Какой из них работал более стабильно?

При вычислении средних характеристик выясняется, что они попарно одинаковы. В частности, значения средних арифметических одинаковы и равны 10. Это означает, что каждый работник в среднем выполняет норму.

Судя по размаху ($18-8 = 10$ и $17-4 = 13$), первый работник более стабильно. Но этот вывод не подтверждается сравнением столбчатых диаграмм, иллюстрирующих количество изготовленной продукции первым и вторым работником за 11 рабочих дней. Диаграмма показателей второго работника более симметрична относительно значения 10, это говорит о том, что примерно половину времени он перевыполнял норму, а половину — не выполнял норму.

Найдем разности между самими значениями (количеством произведенной продукции за один день) и средним арифметическим:

1-й работник: $8-10$; $8-10$; $8-10$; $8-10$; $8-10$; $9-10$; $9-10$; $9-10$; $9-10$; $16-10$; $18-10$;

2-й работник: $4-10$; $8-10$; $8-10$; $8-10$; $8-10$; $9-10$; $11-10$; $11-10$; $13-10$; $13-10$; $17-10$.

Каждую разность назовем отклонением соответствующего значения от среднего. Выясним, как в среднем отклоняются значения числа изделий, изготовленных первым работником:

$$\frac{(8-10) \cdot 5 + (9-10) \cdot 4 + (16-10) \cdot 1 + (18-10) \cdot 1}{11} = 0$$

Такое же среднее арифметическое отклонений получаем для результатов работы второго работника: оно равно нулю. Оказывается, нуль в таких случаях получается всегда. Таково свойство среднего арифметического: оно уравнивает недостающие значения с превышающими его значениями. Очевидно, нуль не получится, если отклонения рассматривать по абсолютной величине (модулю):

$$\frac{|8-10| \cdot 5 + |9-10| \cdot 4 + |16-10| \cdot 1 + |18-10| \cdot 1}{11} \approx 2,5$$

Преподаватель сообщает учащимся, что среднее арифметическое модулей отклонений называется средним линейным отклонением.

Сравнивая средние линейные отклонения для результатов первого ($\approx 2,5$) и второго ($\approx 2,7$) работников, учащиеся делают вывод, что первый работник стабильнее, чем второй.

Таким образом, применение когерентно-стохастических задач позволяет значительно облегчить процесс знакомства учащихся с основными понятиями стохастической содержательно-методической линии курса математики. Эти понятия изучаются учащимися не во время формального объяснения нового материала, а на этапе поиска решения практической задачи. Поэтому они осознаются ими прежде всего как необходимое средство для изучения окружающего мира, что имеет положительное значение не только для формирования у них целостной математической картины, но и для развития их мировоззрения и мотивации к обучению. В результате, применение когерентно-стохастических задач при традиционной схеме построения урока является более эффективным, чем классические, широко распространенные методы из-

учения стохастических понятий. Приведённые примеры показывают, что использование стохастики непосредственно в структуре традиционной математики весьма эффективно и полезно для всей системы математического

образования. Рассмотренные стохастические понятия не загромождают курс математики, а напротив, упорядочивают его, делают изучение основных тем и разделов более системным и интересным для учащихся.

Литература:

1. Далингер В. А. Методика реализации внутрипредметных связей при обучении математике. Книга для учителя. — М.: Просвещение, 1991.
2. Березина, Л. Ю. Лурье, Н. А. О реализации политехнической и профориентационной направленности обучения математике. // Проблемы совершенствования преподавания математики в средней школе: Сб. науч. тр. М.: изд. АПН СССР, 1986.
3. Селютин В. Д. Научные основы методической готовности учителя математики к обучению школьников стоха- стике. — Орел: ОГУ, 2002.
4. Терехова Л. А. Элементы стохастики как средство укрепления внутрипредметных связей школьного курса мате- матики. — Орёл, 2008. с. 130—156.

ФИЗИКА

Моделирование асинхронного двигателя с укладкой обмотки статора ($Z_1 = 12$) через спинку ярма

Емельянов Александр Александрович, старший преподаватель;

Медведев Алексей Владимирович, аспирант;

Кобзев Антон Валерьевич, студент;

Бесклеткин Виктор Викторович, студент;

Козлов Алексей Максимович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

В пакете учебных программ при моделировании асинхронного двигателя с помощью магнитных схем замещения представляет определенный интерес к способу намотки статорной обмотки через спинку ярма. В этом случае расширяется возможность управления напряжением в проводниках каждого паза. Такой тип укладки обмотки приводит к существенному изменению конфигурации заполнения элементов матриц и, следовательно, к увеличению вариантов при программировании в Matlab, что немаловажно в учебном процессе. Данную работу полезно сопоставить с работой [4], в которой рассматривался двигатель с таким же числом пазов на статоре, но с классическим типом обмотки.

На рис. 1,а показана линейная развертка кругового асинхронного двигателя с одной парой полюсов ($2p = 2$, $Z_1 = 12$) с укладкой обмотки через спинку ярма статора. На рис. 1,б дана его магнитная схема замещения, где токи и потоки на входе двигателя являются соответствующими токами и потоками на его выходе.

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

Баланс магнитных напряжений магнитной цепи

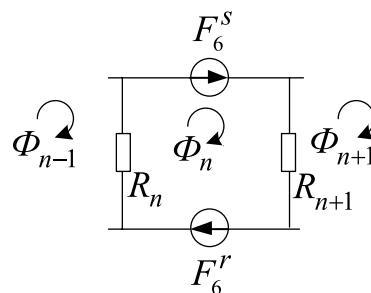


Рис. 2. Магнитная схема замещения

Φ_{n-1} , Φ_n , Φ_{n+1} — контурные магнитные потоки;

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

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

$F_n^R = \omega_n^R \cdot i_n^R$ — М.Д.С. тока ротора в стержне ($\omega_n^R = 1$).

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

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

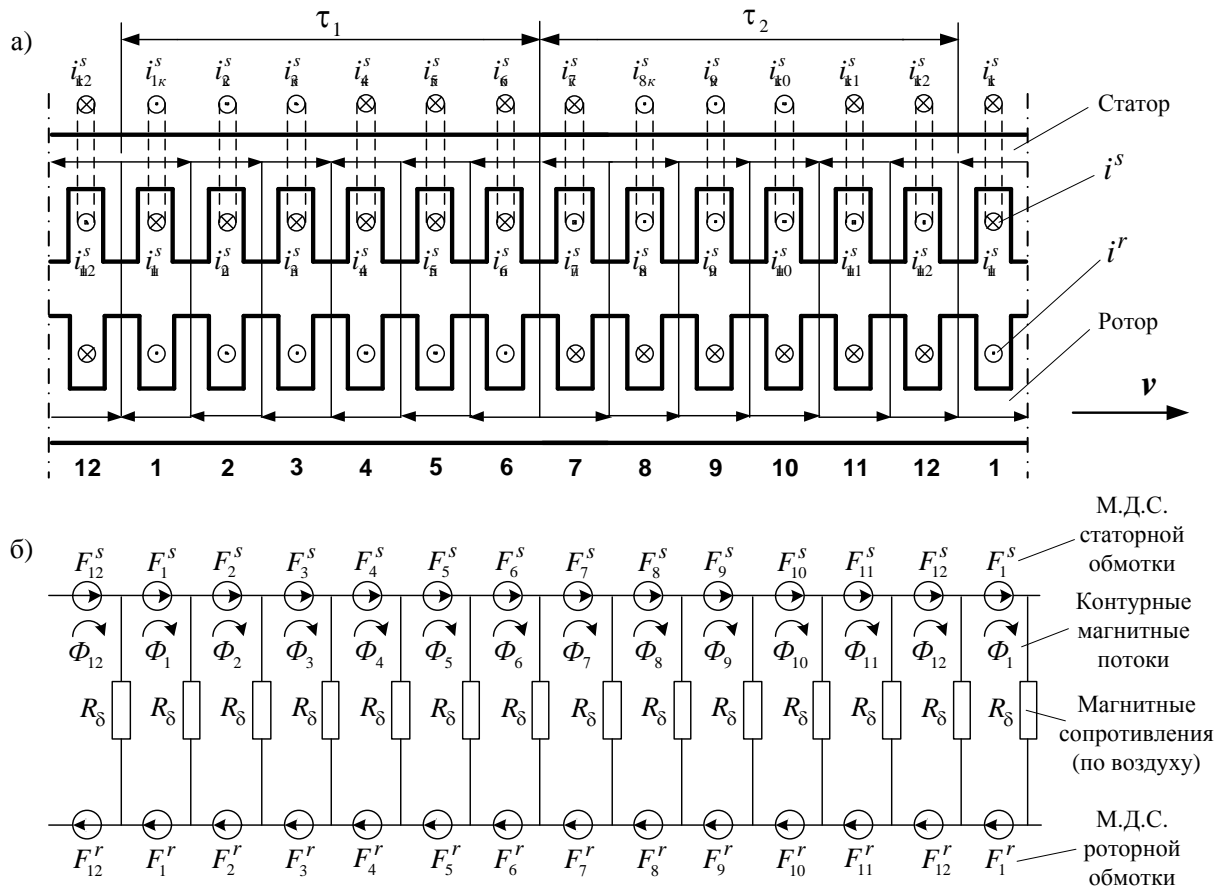


Рис. 1. а) Асинхронный двигатель (2р = 2, Z1 = 12); б) Магнитная схема замещения

Отсюда ток в стержне ротора определится по следующему выражению:

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

Уравнение баланса напряжений электрической цепи ротора

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

Выразим производные во времени через конечные разности:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
& \left[\frac{\omega_n^s \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n-1,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) \right] \cdot i_{n,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n+1,k}^s + \left[\frac{R_{n-1} \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-2,k} \\
& + \left[-R_n \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) - \left((R_n + R_{n-1}) \cdot L^r + 1 \right) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-1,k} + \\
& + \left[(R_{n+1} + R_n) \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + (R_n - R_{n+1}) \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} + \frac{1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k} + \\
& + \left[-R_{n+1} \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + \left((R_{n+2} + R_{n+1}) \cdot L^r + 1 \right) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+1,k} + \left[-R_{n+2} \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+2,k} = \\
& = \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot i_{n,k-1}^s + \left[-R_n \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n-1,k-1} + \left[\frac{(R_{n+1} + R_n) \cdot L^r + 1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k-1} + \left[-R_{n+1} \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n+1,k-1}.
\end{aligned} \tag{4}$$

Это уравнение может быть реализовано при произведении матрицы **A**, элементы которой записаны в квадратных скобках, на матрицу-столбец **X**, состоящей из потоков (Φ) и токов статорной обмотки. Правая часть уравнения (4) формирует первые двенадцать элементов матрицы-столбца свободных членов **S** в $(k-1)$ момент времени. Остальные двенадцать будут сформированы из баланса напряжений статорной обмотки. Матрица-столбец **X** сформирована из первых двенадцати элементов, которые соответствуют потокам, а с 13 по 24 – токам i_1, \dots, i_{12} . Общий вид матриц при числе полюсов $2p = 2$ и общем числе пазов статора $Z_1 = 12$ примет следующий вид (Рис. 3).

Так как в асинхронном двигателе сопротивления на всех зубцовых делениях одинаковы $R_n = R_\delta$, то уравнение (4) примет следующий вид:

$$\begin{aligned}
& \left[\frac{\omega_n^s \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n-1,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) \right] \cdot i_{n,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n+1,k}^s + \left[\frac{R_\delta \cdot L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-2,k} \\
& + \left[-R_\delta \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) - \left(2R_\delta \cdot L^r + 1 \right) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-1,k} + \left[2R_\delta \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + \frac{1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k} + \\
& + \left[-R_\delta \cdot \left(r^r + \frac{L^r}{\Delta t} \right) + \left(2R_\delta \cdot L^r + 1 \right) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+1,k} + \left[-R_\delta \cdot \frac{L^r \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+2,k} = \\
& = \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot i_{n,k-1}^s + \left[-R_\delta \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n-1,k-1} + \left[\frac{2R_\delta \cdot L^r + 1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k-1} + \left[-R_\delta \cdot \frac{L^r}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n+1,k-1}.
\end{aligned} \tag{5}$$

Введем следующие обозначения:

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

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

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

$$D = -R_\delta \cdot L^r \cdot v_{k-1} / 2t_z;$$

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

- Элементы матрицы **A**, перемножаемые на токи i_1, \dots, i_{12} матрицы **X**:

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

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

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

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

Матрица A												X												S											
$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{1,13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_1 = \Phi_1$	s_1											
$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{2,14}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_2 = \Phi_2$	s_2											
$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$	$a_{3,5}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{3,15}$	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_3 = \Phi_3$	s_3											
0	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	$a_{4,5}$	$a_{4,6}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{4,16}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_4 = \Phi_4$	s_4											
0	0	$a_{5,3}$	$a_{5,4}$	$a_{5,5}$	$a_{5,6}$	$a_{5,7}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{5,17}$	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_5 = \Phi_5$	s_5											
0	0	0	$a_{6,4}$	$a_{6,5}$	$a_{6,6}$	$a_{6,7}$	$a_{6,8}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{6,18}$	0	0	0	0	0	0	0	$x_6 = \Phi_6$	s_6											
0	0	0	0	$a_{7,5}$	$a_{7,6}$	$a_{7,7}$	$a_{7,8}$	$a_{7,9}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{7,19}$	0	0	0	0	0	0	$x_7 = \Phi_7$	s_7											
0	0	0	0	0	$a_{8,6}$	$a_{8,7}$	$a_{8,8}$	$a_{8,9}$	$a_{8,10}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{8,20}$	0	0	0	0	0	$x_8 = \Phi_8$	s_8											
0	0	0	0	0	0	$a_{9,7}$	$a_{9,8}$	$a_{9,9}$	$a_{9,10}$	$a_{9,11}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{9,21}$	0	0	0	0	$x_9 = \Phi_9$	s_9											
0	0	0	0	0	0	0	$a_{10,8}$	$a_{10,9}$	$a_{10,10}$	$a_{10,11}$	$a_{10,12}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{10,22}$	0	0	0	$x_{10} = \Phi_{10}$	s_{10}											
$a_{11,1}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{11,9}$	$a_{11,10}$	$a_{11,11}$	$a_{11,12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{11} = \Phi_{11}$	s_{11}												
$a_{12,1}$	$a_{12,2}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{12,10}$	$a_{12,11}$	$a_{12,12}$	$a_{12,13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{12} = \Phi_{12}$	s_{12}												
$a_{13,1}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{13,13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{13} = i_1^s$	s_{13}												
0	$a_{14,2}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{14,14}$	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{14} = i_2^s$	s_{14}												
0	0	$a_{15,3}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{15,15}$	0	0	0	0	0	0	0	$x_{15} = i_3^s$	s_{15}												
0	0	0	$a_{16,4}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{16,16}$	0	0	0	0	0	0	$x_{16} = i_4^s$	s_{16}												
0	0	0	0	$a_{17,5}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{17,17}$	0	0	0	0	0	0	$x_{17} = i_5^s$	s_{17}												
0	0	0	0	0	$a_{18,6}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{18,18}$	0	0	0	0	0	$x_{18} = i_6^s$	s_{18}												
0	0	0	0	0	0	$a_{19,7}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{19,19}$	0	0	0	0	$x_{19} = i_7^s$	s_{19}												
0	0	0	0	0	0	0	$a_{20,8}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{20,20}$	0	0	0	0	$x_{20} = i_8^s$	s_{20}												
0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{21,9}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{21,21}$	0	0	0	$x_{21} = i_9^s$	s_{21}												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{22,10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{22,22}$	0	0	$x_{22} = i_{10}^s$	s_{22}												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{23,11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{23} = i_{11}^s$	s_{23}												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$a_{24,12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_{24} = i_{12}^s$	s_{24}												

Рис. 3. Общий вид матриц A, X и S

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

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

С учетом обозначений уравнение (5) примет следующий вид:

$$[-T] \cdot i_{n-1,k}^s + [Y] \cdot i_{n,k}^s + [T] \cdot i_{n+1,k}^s + [-D] \cdot \Phi_{n-2,k} + [E] \cdot \Phi_{n-1,k} + [B] \cdot \Phi_{n,k} + [C] \cdot \Phi_{n+1,k} + [D] \cdot \Phi_{n+2,k} = [W1] \cdot i_{n,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{n,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{n-1,k-1} + \Phi_{n+1,k-1}). \quad (6)$$

Уравнение (6) позволит определить для первых двенадцати строк элементы матрицы **A** и с первый по двенадцатый элементы матрицы-столбца **S**, для этого последовательно зададимся n :

$n = 1$.

$$\underbrace{[-T]}_{a_{1,24}} \cdot \underbrace{i_{12,k}^s}_{x_{24}} + \underbrace{[Y]}_{a_{1,13}} \cdot \underbrace{i_{1,k}^s}_{x_{13}} + \underbrace{[T]}_{a_{1,14}} \cdot \underbrace{i_{2,k}^s}_{x_{14}} + \underbrace{[-D]}_{a_{1,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[E]}_{a_{1,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[B]}_{a_{1,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{[C]}_{a_{1,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[D]}_{a_{1,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} = \underbrace{[W1] \cdot i_{1,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{1,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{12,k-1} + \Phi_{2,k-1})}_{s_1}.$$

Запишем элементы матрицы **A**:

$$a_{1,1} = B; \quad a_{1,2} = C; \quad a_{1,3} = D; \quad a_{1,11} = -D; \quad a_{1,12} = E; \quad a_{1,13} = Y; \quad a_{1,14} = T; \quad a_{1,24} = -T.$$

В правой части сформирован элемент s_1 матрицы-столбца **S**:

$$s_1 = [W1] \cdot x_{13,k-1} + [Q] \cdot x_{1,k-1} + [P] \cdot (x_{12,k-1} + x_{2,k-1}).$$

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

В нашем случае при $n = 1$ определились элементы первой строки. Найденные коэффициенты вписываем в матрицу **A**. В дальнейшем становится понятным алгоритм заполнения матрицы.

$n = 2$.

$$\underbrace{[-T]}_{a_{2,13}} \cdot \underbrace{i_{1,k}^s}_{x_{13}} + \underbrace{[Y]}_{a_{2,14}} \cdot \underbrace{i_{2,k}^s}_{x_{14}} + \underbrace{[T]}_{a_{2,15}} \cdot \underbrace{i_{3,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{[-D]}_{a_{2,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[E]}_{a_{2,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{[B]}_{a_{2,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[C]}_{a_{2,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{[D]}_{a_{2,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} = \underbrace{[W1] \cdot i_{2,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{2,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{1,k-1} + \Phi_{3,k-1})}_{s_2}.$$

$$a_{2,12} = -D; \quad a_{2,1} = E; \quad a_{2,2} = B; \quad a_{2,3} = C; \quad a_{2,4} = D; \quad a_{2,13} = -T; \quad a_{2,14} = Y; \quad a_{2,15} = T;$$

$$s_2 = [W1] \cdot x_{14,k-1} + [Q] \cdot x_{2,k-1} + [P] \cdot (x_{1,k-1} + x_{3,k-1}).$$

$n = 3$.

$$\underbrace{[-T]}_{a_{3,14}} \cdot \underbrace{i_{2,k}^s}_{x_{14}} + \underbrace{[Y]}_{a_{3,15}} \cdot \underbrace{i_{3,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{[T]}_{a_{3,16}} \cdot \underbrace{i_{4,k}^s}_{x_{16}} + \underbrace{[-D]}_{a_{3,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{[E]}_{a_{3,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[B]}_{a_{3,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{[C]}_{a_{3,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{[D]}_{a_{3,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} = \underbrace{[W1] \cdot i_{3,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{3,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{2,k-1} + \Phi_{4,k-1})}_{s_3}.$$

$$a_{3,1} = -D; \quad a_{3,2} = E; \quad a_{3,3} = B; \quad a_{3,4} = C; \quad a_{3,5} = D; \quad a_{3,14} = -T; \quad a_{3,15} = Y; \quad a_{3,16} = T;$$

$$s_3 = [W1] \cdot x_{15,k-1} + [Q] \cdot x_{3,k-1} + [P] \cdot (x_{2,k-1} + x_{4,k-1}).$$

$n = 4.$

$$\underbrace{\left[\underbrace{[-T]}_{a_{4,15}} \cdot \underbrace{i_{3,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{[Y]}_{a_{4,16}} \cdot \underbrace{i_{4,k}^s}_{x_{16}} + \underbrace{[T]}_{a_{4,17}} \cdot \underbrace{i_{5,k}^s}_{x_{17}} + \underbrace{[-D]}_{a_{4,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[E]}_{a_{4,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{[B]}_{a_{4,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{[C]}_{a_{4,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[D]}_{a_{4,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} \right]}_{s_4} =$$

$$a_{4,2} = -D; a_{4,3} = E; a_{4,4} = B; a_{4,5} = C; a_{4,6} = D; a_{4,15} = -T; a_{4,16} = Y; a_{4,17} = T;$$

$$s_4 = [W1] \cdot x_{16,k-1} + [Q] \cdot x_{4,k-1} + [P] \cdot (x_{3,k-1} + x_{5,k-1}).$$

$n = 5.$

$$\underbrace{\left[\underbrace{[-T]}_{a_{5,16}} \cdot \underbrace{i_{4,k}^s}_{x_{16}} + \underbrace{[Y]}_{a_{5,17}} \cdot \underbrace{i_{5,k}^s}_{x_{17}} + \underbrace{[T]}_{a_{5,18}} \cdot \underbrace{i_{6,k}^s}_{x_{18}} + \underbrace{[-D]}_{a_{5,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{[E]}_{a_{5,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{[B]}_{a_{5,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[C]}_{a_{5,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[D]}_{a_{5,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} \right]}_{s_5} =$$

$$a_{5,3} = -D; a_{5,4} = E; a_{5,5} = B; a_{5,6} = C; a_{5,7} = D; a_{5,16} = -T; a_{5,17} = Y; a_{5,18} = T;$$

$$s_5 = [W1] \cdot x_{17,k-1} + [Q] \cdot x_{5,k-1} + [P] \cdot (x_{4,k-1} + x_{6,k-1}).$$

$n = 6.$

$$\underbrace{\left[\underbrace{[-T]}_{a_{6,17}} \cdot \underbrace{i_{5,k}^s}_{x_{17}} + \underbrace{[Y]}_{a_{6,18}} \cdot \underbrace{i_{6,k}^s}_{x_{18}} + \underbrace{[T]}_{a_{6,19}} \cdot \underbrace{i_{7,k}^s}_{x_{19}} + \underbrace{[-D]}_{a_{6,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{[E]}_{a_{6,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[B]}_{a_{6,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[C]}_{a_{6,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[D]}_{a_{6,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} \right]}_{s_6} =$$

$$a_{6,4} = -D; a_{6,5} = E; a_{6,6} = B; a_{6,7} = C; a_{6,8} = D; a_{6,17} = -T; a_{6,18} = Y; a_{6,19} = T;$$

$$s_6 = [W1] \cdot x_{18,k-1} + [Q] \cdot x_{6,k-1} + [P] \cdot (x_{5,k-1} + x_{7,k-1}).$$

$n = 7.$

$$\underbrace{\left[\underbrace{[-T]}_{a_{7,18}} \cdot \underbrace{i_{6,k}^s}_{x_{18}} + \underbrace{[Y]}_{a_{7,19}} \cdot \underbrace{i_{7,k}^s}_{x_{19}} + \underbrace{[T]}_{a_{7,20}} \cdot \underbrace{i_{8,k}^s}_{x_{20}} + \underbrace{[-D]}_{a_{7,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[E]}_{a_{7,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[B]}_{a_{7,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[C]}_{a_{7,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[D]}_{a_{7,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} \right]}_{s_7} =$$

$$a_{7,5} = -D; a_{7,6} = E; a_{7,7} = B; a_{7,8} = C; a_{7,9} = D; a_{7,18} = -T; a_{7,19} = Y; a_{7,20} = T;$$

$$s_7 = [W1] \cdot x_{19,k-1} + [Q] \cdot x_{7,k-1} + [P] \cdot (x_{6,k-1} + x_{8,k-1}).$$

$n = 8.$

$$\underbrace{\left[\underbrace{[-T]}_{a_{8,19}} \cdot \underbrace{i_{7,k}^s}_{x_{19}} + \underbrace{[Y]}_{a_{8,20}} \cdot \underbrace{i_{8,k}^s}_{x_{20}} + \underbrace{[T]}_{a_{8,21}} \cdot \underbrace{i_{9,k}^s}_{x_{21}} + \underbrace{[-D]}_{a_{8,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[E]}_{a_{8,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[B]}_{a_{8,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[C]}_{a_{8,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[D]}_{a_{8,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} \right]}_{s_8} =$$

$$a_{8,6} = -D; a_{8,7} = E; a_{8,8} = B; a_{8,9} = C; a_{8,10} = D; a_{8,19} = -T; a_{8,20} = Y; a_{8,21} = T;$$

$$s_8 = [W1] \cdot x_{20,k-1} + [Q] \cdot x_{8,k-1} + [P] \cdot (x_{7,k-1} + x_{9,k-1}).$$

$n = 9.$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T] \cdot i_{8,k}^s}_{a_{9,20} x_{20}} + \underbrace{[Y] \cdot i_{9,k}^s}_{a_{9,21} x_{21}} + \underbrace{[T] \cdot i_{10,k}^s}_{a_{9,22} x_{22}} + \underbrace{[-D] \cdot \Phi_{7,k}}_{a_{9,7} x_7} + \underbrace{[E] \cdot \Phi_{8,k}}_{a_{9,8} x_8} + \underbrace{[B] \cdot \Phi_{9,k}}_{a_{9,9} x_9} + \underbrace{[C] \cdot \Phi_{10,k}}_{a_{9,10} x_{10}} + \underbrace{[D] \cdot \Phi_{11,k}}_{a_{9,11} x_{11}} = \\ & = \underbrace{[W1] \cdot i_{9,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{9,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{8,k-1} + \Phi_{10,k-1})}_{s_9}. \end{aligned}$$

$$a_{9,7} = -D; a_{9,8} = E; a_{9,9} = B; a_{9,10} = C; a_{9,11} = D; a_{9,20} = -T; a_{9,21} = Y; a_{9,22} = T;$$

$$s_9 = [W1] \cdot x_{21,k-1} + [Q] \cdot x_{9,k-1} + [P] \cdot (x_{8,k-1} + x_{10,k-1}).$$

$n = 10.$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T] \cdot i_{9,k}^s}_{a_{10,21} x_{21}} + \underbrace{[Y] \cdot i_{10,k}^s}_{a_{10,22} x_{22}} + \underbrace{[T] \cdot i_{11,k}^s}_{a_{10,23} x_{23}} + \underbrace{[-D] \cdot \Phi_{8,k}}_{a_{10,8} x_8} + \underbrace{[E] \cdot \Phi_{9,k}}_{a_{10,9} x_9} + \underbrace{[B] \cdot \Phi_{10,k}}_{a_{10,10} x_{10}} + \underbrace{[C] \cdot \Phi_{11,k}}_{a_{10,11} x_{11}} + \underbrace{[D] \cdot \Phi_{12,k}}_{a_{10,12} x_{12}} = \\ & = \underbrace{[W1] \cdot i_{10,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{10,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{9,k-1} + \Phi_{11,k-1})}_{s_{10}}. \end{aligned}$$

$$a_{10,8} = -D; a_{10,9} = E; a_{10,10} = B; a_{10,11} = C; a_{10,12} = D; a_{10,21} = -T; a_{10,22} = Y; a_{10,23} = T;$$

$$s_{10} = [W1] \cdot x_{22,k-1} + [Q] \cdot x_{10,k-1} + [P] \cdot (x_{9,k-1} + x_{11,k-1}).$$

$n = 11.$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T] \cdot i_{10,k}^s}_{a_{11,22} x_{22}} + \underbrace{[Y] \cdot i_{11,k}^s}_{a_{11,23} x_{23}} + \underbrace{[T] \cdot i_{12,k}^s}_{a_{11,24} x_{24}} + \underbrace{[-D] \cdot \Phi_{9,k}}_{a_{11,9} x_9} + \underbrace{[E] \cdot \Phi_{10,k}}_{a_{11,10} x_{10}} + \underbrace{[B] \cdot \Phi_{11,k}}_{a_{11,11} x_{11}} + \underbrace{[C] \cdot \Phi_{12,k}}_{a_{11,12} x_{12}} + \underbrace{[D] \cdot \Phi_{1,k}}_{a_{11,1} x_1} = \\ & = \underbrace{[W1] \cdot i_{11,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{11,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{10,k-1} + \Phi_{12,k-1})}_{s_{11}}. \end{aligned}$$

$$a_{11,9} = -D; a_{11,10} = E; a_{11,11} = B; a_{11,12} = C; a_{11,1} = D; a_{11,22} = -T; a_{11,23} = Y; a_{11,24} = T;$$

$$s_{11} = [W1] \cdot x_{23,k-1} + [Q] \cdot x_{11,k-1} + [P] \cdot (x_{10,k-1} + x_{12,k-1}).$$

$n = 12.$

$$\begin{aligned} & \underbrace{[-T] \cdot i_{11,k}^s}_{a_{12,23} x_{23}} + \underbrace{[Y] \cdot i_{12,k}^s}_{a_{12,24} x_{24}} + \underbrace{[T] \cdot i_{1,k}^s}_{a_{12,13} x_{13}} + \underbrace{[-D] \cdot \Phi_{10,k}}_{a_{12,10} x_{10}} + \underbrace{[E] \cdot \Phi_{11,k}}_{a_{12,11} x_{11}} + \underbrace{[B] \cdot \Phi_{12,k}}_{a_{12,12} x_{12}} + \underbrace{[C] \cdot \Phi_{1,k}}_{a_{12,1} x_1} + \underbrace{[D] \cdot \Phi_{2,k}}_{a_{12,2} x_2} = \\ & = \underbrace{[W1] \cdot i_{12,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{12,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{11,k-1} + \Phi_{1,k-1})}_{s_{12}}. \end{aligned}$$

$$a_{12,10} = -D; a_{12,11} = E; a_{12,12} = B; a_{12,1} = C; a_{12,2} = D; a_{12,23} = -T; a_{12,24} = Y; a_{12,13} = T;$$

$$s_{12} = [W1] \cdot x_{24,k-1} + [Q] \cdot x_{12,k-1} + [P] \cdot (x_{11,k-1} + x_{1,k-1}).$$

Остальные элементы матрицы \mathbf{A} ($n = 13, \dots, 24$) и соответствующие элементы матрицы-столбца \mathbf{S} определяются из **баланса электрических напряжений обмоток статора** [2].

В данной работе принято отдельное управление напряжением каждого паза ($Z_1 = 12$), следовательно, необходимо задать двенадцать напряжений. В качестве одного из вариантов примем синусоидальные напряжения со сдвигом на $\pi/6$:

$$u_1 = U_m \cdot \cos(\omega t);$$

$$u_7 = U_m \cdot \cos(\omega t - \pi);$$

$$u_2 = U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right);$$

$$u_8 = U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{7\pi}{6}\right);$$

$$u_3 = U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right);$$

$$u_9 = U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right);$$

$$\begin{aligned}
 u_4 &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right); & u_{10} &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{3\pi}{2}\right); \\
 u_5 &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); & u_{11} &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{5\pi}{3}\right); \\
 u_6 &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{5\pi}{6}\right); & u_{12} &= U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{11\pi}{6}\right).
 \end{aligned}$$

Рассмотрим баланс напряжений для первой обмотки.

$$u_1 = U_m \cdot \cos(\omega t),$$

где ω_n^s – число витков паза (обмотки);

r^s – сопротивление обмотки, проходящей через спинку яра;

L^s – индуктивность обмотки первого паза.

Выразим производные через конечные разности:

$$\frac{di_1^s}{dt} = \frac{i_{1,k}^s - i_{1,k-1}^s}{\Delta t}; \quad \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{\Phi_{1,k} - \Phi_{1,k-1}}{\Delta t}.$$

Тогда после подстановки получим:

$$u_{1,k} = \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{1,k} - \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{1,k-1} + r^s \cdot i_{1,k}^s + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot i_{1,k}^s - \frac{L^s}{\Delta t} \cdot i_{1,k-1}^s.$$

Преобразуем выражение к виду:

$$\left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{1,k} + \left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right] \cdot i_{1,k}^s = \frac{\omega_n^s}{\Delta t} \cdot \Phi_{1,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot i_{1,k-1}^s + u_{1,k}.$$

Обозначим:

$$UA = \frac{\omega_n^s}{\Delta t}; \quad KS = r^s + \frac{L^s}{\Delta t}.$$

Тогда для элементов тринадцатой строки матрицы **A** и тринадцатого элемента матрицы-столбца **S** ($n = 13$):

$$\underbrace{\left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \right]}_{a_{13,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{\left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right]}_{a_{13,13}} \cdot \underbrace{i_{1,k}^s}_{x_{13}} = \underbrace{UA \cdot \underbrace{\Phi_{1,k-1}}_{x_1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \underbrace{i_{1,k-1}^s}_{x_{13}}}_{s_{13}} + u_{1,k}.$$

Отсюда элементы матрицы **A**: $a_{13,1} = UA$; $a_{13,13} = KS$.

Тринадцатый элемент s_{13} матрицы-столбца **S**:

$$s_{13} = UA \cdot x_{1,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{13,k-1} + u_{1,k}.$$

Аналогично для $n = 14, \dots, 24$ запишем:

$$n = 14. \quad \left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \right] \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right] \cdot \underbrace{i_{2,k}^s}_{x_{14}} = \underbrace{UA \cdot \underbrace{\Phi_{2,k-1}}_{x_2} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \underbrace{i_{2,k-1}^s}_{x_{14}}}_{s_{14}} + u_{2,k}.$$

$$a_{14,2} = UA; \quad a_{14,14} = KS.$$

$$s_{14} = UA \cdot x_{2,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{14,k-1} + u_{2,k}.$$

$$n = 15. \quad \left[\frac{\omega_n^s}{\Delta t} \right] \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right] \cdot \underbrace{i_{3,k}^s}_{x_{15}} = \underbrace{UA \cdot \underbrace{\Phi_{3,k-1}}_{x_3} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \underbrace{i_{3,k-1}^s}_{x_{15}}}_{s_{15}} + u_{3,k}.$$

$$a_{15,3} = UA; \quad a_{15,15} = KS.$$

$$s_{15} = UA \cdot x_{3,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{15,k-1} + u_{3,k}.$$

$$n = 16. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{16,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \left[\underbrace{KS}_{a_{16,16}} \right] \cdot \underbrace{i_{4,k}^s}_{x_{16}} \right]}_{s_{16}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{4,k-1}}^{x_4} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{4,k-1}^s}^{x_{16}} + u_{4,k}}_{s_{16}}.$$

$$a_{16,4} = UA; a_{16,16} = KS.$$

$$s_{16} = UA \cdot x_{4,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{16,k-1} + u_{4,k}.$$

$$n = 17. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{17,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \left[\underbrace{KS}_{a_{17,17}} \right] \cdot \underbrace{i_{5,k}^s}_{x_{17}} \right]}_{s_{17}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{5,k-1}}^{x_5} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{5,k-1}^s}^{x_{17}} + u_{5,k}}_{s_{17}}.$$

$$a_{17,5} = UA; a_{17,17} = KS.$$

$$s_{17} = UA \cdot x_{5,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{17,k-1} + u_{5,k}.$$

$$n = 18. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{18,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \left[\underbrace{KS}_{a_{18,18}} \right] \cdot \underbrace{i_{6,k}^s}_{x_{18}} \right]}_{s_{18}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{6,k-1}}^{x_6} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{6,k-1}^s}^{x_{18}} + u_{6,k}}_{s_{18}}.$$

$$a_{18,6} = UA; a_{18,18} = KS.$$

$$s_{18} = UA \cdot x_{6,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{18,k-1} + u_{6,k}.$$

$$n = 19. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{19,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \left[\underbrace{KS}_{a_{19,19}} \right] \cdot \underbrace{i_{7,k}^s}_{x_{19}} \right]}_{s_{19}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{7,k-1}}^{x_7} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{7,k-1}^s}^{x_{19}} + u_{7,k}}_{s_{19}}.$$

$$a_{19,7} = UA; a_{19,19} = KS.$$

$$s_{19} = UA \cdot x_{7,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{19,k-1} + u_{7,k}.$$

$$n = 20. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{20,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \left[\underbrace{KS}_{a_{20,20}} \right] \cdot \underbrace{i_{8,k}^s}_{x_{20}} \right]}_{s_{20}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{8,k-1}}^{x_8} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{8,k-1}^s}^{x_{20}} + u_{8,k}}_{s_{20}}.$$

$$a_{20,8} = UA; a_{20,20} = KS.$$

$$s_{20} = UA \cdot x_{8,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{20,k-1} + u_{8,k}.$$

$$n = 21. \quad \underbrace{\left[\underbrace{UA}_{a_{21,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \left[\underbrace{KS}_{a_{21,21}} \right] \cdot \underbrace{i_{9,k}^s}_{x_{21}} \right]}_{s_{21}} = \underbrace{UA \cdot \overbrace{\Phi_{9,k-1}}^{x_9} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot \overbrace{i_{9,k-1}^s}^{x_{21}} + u_{9,k}}_{s_{21}}.$$

$$a_{21,9} = UA; a_{21,21} = KS.$$

$$s_{21} = UA \cdot x_{9,k-1} + \frac{L^s}{\Delta t} \cdot x_{21,k-1} + u_{9,k}.$$

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

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

Далее, подставляя в уравнение (1) $n = 1 \dots 12$, определяем токи в роторе:

$$i_{1,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{13,k} - R_\delta \cdot x_{12,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{1,k} - R_\delta \cdot x_{2,k};$$

$$i_{2,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{14,k} - R_\delta \cdot x_{1,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{2,k} - R_\delta \cdot x_{3,k};$$

$$i_{3,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{15,k} - R_\delta \cdot x_{2,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{3,k} - R_\delta \cdot x_{4,k};$$

$$i_{4,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{16,k} - R_\delta \cdot x_{3,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{4,k} - R_\delta \cdot x_{5,k};$$

$$i_{5,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{17,k} - R_\delta \cdot x_{4,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{5,k} - R_\delta \cdot x_{6,k};$$

$$i_{6,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{18,k} - R_\delta \cdot x_{5,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{6,k} - R_\delta \cdot x_{7,k};$$

$$i_{7,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{19,k} - R_\delta \cdot x_{6,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{7,k} - R_\delta \cdot x_{8,k};$$

$$i_{8,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{20,k} - R_\delta \cdot x_{7,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{8,k} - R_\delta \cdot x_{9,k};$$

$$i_{9,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{21,k} - R_\delta \cdot x_{8,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{9,k} - R_\delta \cdot x_{10,k};$$

$$i_{10,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{22,k} - R_\delta \cdot x_{9,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{10,k} - R_\delta \cdot x_{11,k};$$

$$i_{11,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{23,k} - R_\delta \cdot x_{10,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{11,k} - R_\delta \cdot x_{12,k};$$

$$i_{12,k}^r = -\omega_n^s \cdot x_{24,k} - R_\delta \cdot x_{11,k} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{12,k} - R_\delta \cdot x_{1,k}.$$

Электромагнитные усилия на зубцовом делении определяются по следующим формулам:

$$F_1 = \frac{x_2 - x_{12}}{2t_z} \cdot i_1^r;$$

$$F_2 = \frac{x_3 - x_1}{2t_z} \cdot i_2^r;$$

$$F_3 = \frac{x_4 - x_2}{2t_z} \cdot i_3^r;$$

$$F_4 = \frac{x_5 - x_3}{2t_z} \cdot i_4^r;$$

$$F_5 = \frac{x_6 - x_4}{2t_z} \cdot i_5^r;$$

$$F_6 = \frac{x_7 - x_5}{2t_z} \cdot i_6^r;$$

$$F_7 = \frac{x_8 - x_6}{2t_z} \cdot i_7^r;$$

$$F_8 = \frac{x_9 - x_7}{2t_z} \cdot i_8^r;$$

$$F_9 = \frac{x_{10} - x_8}{2t_z} \cdot i_9^r;$$

$$F_{10} = \frac{x_{11} - x_9}{2t_z} \cdot i_{10}^r;$$

$$F_{11} = \frac{x_{12} - x_{10}}{2t_z} \cdot i_{11}^r;$$

$$F_{12} = \frac{x_1 - x_{11}}{2t_z} \cdot i_{12}^r;$$

Суммарное усилие: $F_\Sigma = \sum_{n=1}^{12} F_n$.

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

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

```
function AD_Z1_spin
    % Исходные данные асинхронного двигателя
    Rb=0.1003*10^7;
    rs=9.5;
    Ls=0.074/2;
    rr=4.634*10^-5;
```

```

Lr=0.0372*10^-5;
dt=0.001;
tz=9.769*10^-3;
m=1.9;
v0=0;
wn=200;
f=50;
w=2*pi*f;
UA=wn/dt;
Um=310/(2*1.73);
x=zeros(24,1);

F=0;
k=input('длительность цикла k=');
for k=1:(k+1)
    v(1,k)=v0; % создание вектор-строки для графика скорости
    f(1,k)=sum(F); % создание вектор-строки для графика усилия

    u(1)=Um*cos(w*(k-1)*dt);
    u(2)=Um*cos(w*(k-1)*dt-pi/6);
    u(3)=Um*cos(w*(k-1)*dt-pi/3);
    u(4)=Um*cos(w*(k-1)*dt-pi/2);
    u(5)=Um*cos(w*(k-1)*dt-2*pi/3);
    u(6)=Um*cos(w*(k-1)*dt-5*pi/6);
    u(7)=Um*cos(w*(k-1)*dt-pi);
    u(8)=Um*cos(w*(k-1)*dt-7*pi/6);
    u(9)=Um*cos(w*(k-1)*dt-4*pi/3);
    u(10)=Um*cos(w*(k-1)*dt-3*pi/2);
    u(11)=Um*cos(w*(k-1)*dt-5*pi/3);
    u(12)=Um*cos(w*(k-1)*dt-11*pi/6);

    % создание матрицы A
A=zeros(24);

B=2*Rb*(rr+Lr/dt)+1/dt;
C=-Rb*(rr+Lr/dt)+(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
D=-Rb*Lr*v0/(2*tz);
E=-Rb*(rr+Lr/dt)-(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);

T=-wn*Lr*v0/(2*tz);
Y=-wn*(rr+Lr/dt);

w1=-wn*Lr/dt;
P=-Rb*Lr/dt;
Q=(2*Rb*Lr+1)/dt;

KS=rs+Ls/dt;

```

```

        % Матрица
for n=1:12
    A(n,n)=B;
    A(n,n+12)=Y;
    A(n+12,n)=UA;
    A(n+12,n+12)=KS;
end;
for n=1:11
    A(n+1,n)=E;
    A(n,n+1)=C;
    A(n+1,n+12)=-T;
    A(n,n+13)=T;
end;
for n=1:10
    A(n+2,n)=-D;
    A(n,n+2)=D;
end;
for n=1:2
    A(n,n+10)=-D;
    A(n+10,n)=D;
end;
A(12,1)=C;
A(1,12)=E;
A(12,13)=T;
A(1,24)=-T;

        % Матрица свободных членов
S=[w1*x(13)+q*x(1)+p*(x(12)+x(2));
    w1*x(14)+q*x(2)+p*(x(1)+x(3));
    w1*x(15)+q*x(3)+p*(x(2)+x(4));
    w1*x(16)+q*x(4)+p*(x(3)+x(5));
    w1*x(17)+q*x(5)+p*(x(4)+x(6));
    w1*x(18)+q*x(6)+p*(x(5)+x(7));
    w1*x(19)+q*x(7)+p*(x(6)+x(8));
    w1*x(20)+q*x(8)+p*(x(7)+x(9));
    w1*x(21)+q*x(9)+p*(x(8)+x(10));
    w1*x(22)+q*x(10)+p*(x(9)+x(11));
    w1*x(23)+q*x(11)+p*(x(10)+x(12));
    w1*x(24)+q*x(12)+p*(x(11)+x(1));
    UA*x(1)+(Ls/dt)*x(13)+U(1);
    UA*x(2)+(Ls/dt)*x(14)+U(2);
    UA*x(3)+(Ls/dt)*x(15)+U(3);
    UA*x(4)+(Ls/dt)*x(16)+U(4);
    UA*x(5)+(Ls/dt)*x(17)+U(5);
    UA*x(6)+(Ls/dt)*x(18)+U(6);
    UA*x(7)+(Ls/dt)*x(19)+U(7);
    UA*x(8)+(Ls/dt)*x(20)+U(8);

```

```

UA*x(9)+(Ls/dt)*x(21)+U(9);
UA*x(10)+(Ls/dt)*x(22)+U(10);
UA*x(11)+(Ls/dt)*x(23)+U(11);
UA*x(12)+(Ls/dt)*x(24)+U(12)];

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

% Ток в роторе
Ir(1)=-wn*x(13)+Rb*(-x(12)+2*x(1)-x(2));
Ir(2)=-wn*x(14)+Rb*(-x(1)+2*x(2)-x(3));
Ir(3)=-wn*x(15)+Rb*(-x(2)+2*x(3)-x(4));

Ir(4)=-wn*x(16)+Rb*(-x(3)+2*x(4)-x(5));
Ir(5)=-wn*x(17)+Rb*(-x(4)+2*x(5)-x(6));
Ir(6)=-wn*x(18)+Rb*(-x(5)+2*x(6)-x(7));
Ir(7)=-wn*x(19)+Rb*(-x(6)+2*x(7)-x(8));
Ir(8)=-wn*x(20)+Rb*(-x(7)+2*x(8)-x(9));
Ir(9)=-wn*x(21)+Rb*(-x(8)+2*x(9)-x(10));
Ir(10)=-wn*x(22)+Rb*(-x(9)+2*x(10)-x(11));
Ir(11)=-wn*x(23)+Rb*(-x(10)+2*x(11)-x(12));
Ir(12)=-wn*x(24)+Rb*(-x(11)+2*x(12)-x(1));

% Электромагнитное усилие
F(1)=(x(2)-x(12))*Ir(1)/(2*tz);
F(2)=(x(3)-x(1))*Ir(2)/(2*tz);
F(3)=(x(4)-x(2))*Ir(3)/(2*tz);
F(4)=(x(5)-x(3))*Ir(4)/(2*tz);
F(5)=(x(6)-x(4))*Ir(5)/(2*tz);
F(6)=(x(7)-x(5))*Ir(6)/(2*tz);
F(7)=(x(8)-x(6))*Ir(7)/(2*tz);
F(8)=(x(9)-x(7))*Ir(8)/(2*tz);
F(9)=(x(10)-x(8))*Ir(9)/(2*tz);
F(10)=(x(11)-x(9))*Ir(10)/(2*tz);
F(11)=(x(12)-x(10))*Ir(11)/(2*tz);
F(12)=(x(1)-x(11))*Ir(12)/(2*tz);

% Скорость
v0=v0+(sum(F)/m)*dt;
end;

% Построение графиков
k=0:K;
subplot(2,1,1);
plot(k*dt,v);
title('Скорость');

```

```

xlabel('t, c');
ylabel('v, м/с');
grid on
subplot(2,1,2);
plot(k*dt,f);
title('Электромагнитное усилие');
xlabel('t, c');
ylabel('F, Н');
grid

```

Результаты моделирования представлены на рис. 4.

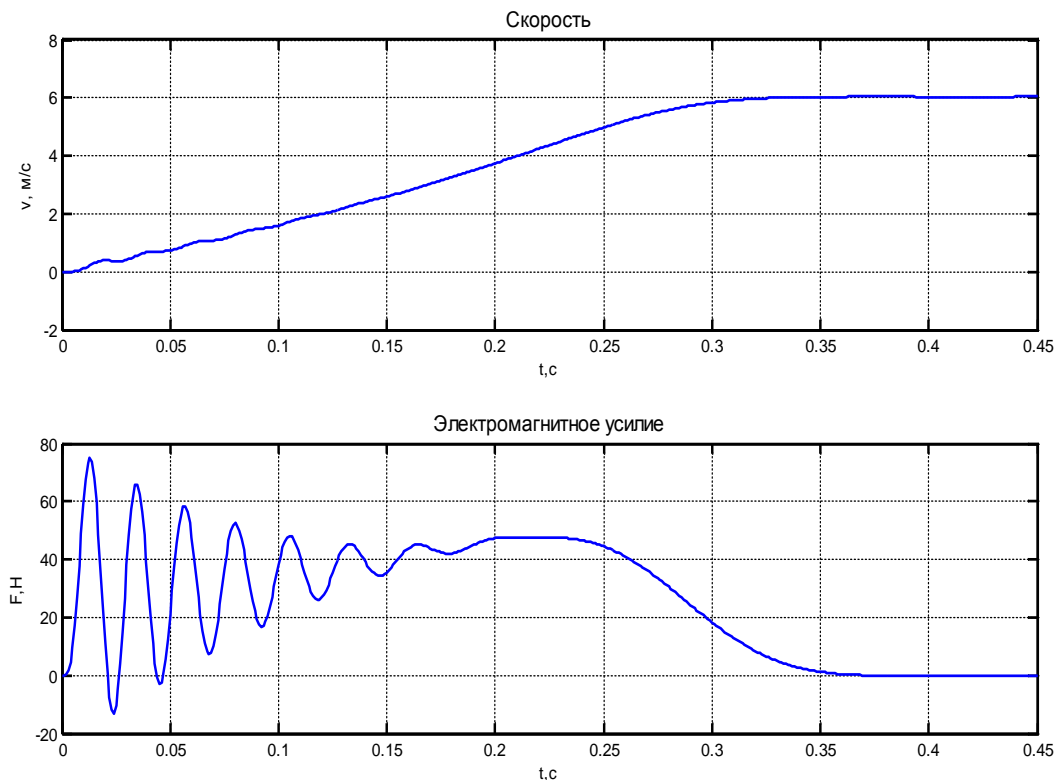


Рис. 4. Результат моделирования асинхронного двигателя в режиме прямого пуска

Литература:

1. Сарапулов Ф.Н., Емельянов А.А., Иваницкий С.В., Резин М.Г. Исследование электромеханических переходных процессов линейного асинхронного короткозамкнутого двигателя // Электричество. — 1982. — №10. — С. 54–57.
2. Емельянов А.А., Богатов Е.А., Клишин А.В., Медведев А.В., Симонович В.Г. Математическая модель линейного асинхронного двигателя на основе магнитных схем замещения // Молодой ученый. — 2010. — №5. — с. 14–22.
3. Емельянов А.А., Медведев А.В., Богатов Е.А., Кобзев А.В., Бочкарев Ю.П. Программирование линейного асинхронного двигателя в MATLAB // Молодой ученый. — 2013. — №3. — С. 129–143.
4. Емельянов А. А., Медведев А. В., Кобзев А.В., Евдокимов О.В., Бочкарев Ю.П., Евдокимов О. В. Моделирование асинхронного двигателя с помощью магнитных и электрических схем замещения с двумя пазами на полюс и фазу // Молодой ученый. — 2013. — №5. — С. 4–16.
5. Емельянов А. А., Медведев А. В., Кобзев А.В., Евдокимов О.В., Габзалилов Э.Ф., Авдеев А.С. Моделирование асинхронного двигателя с укладкой обмотки статора ($Z_1 = 6$) через спинку ярма // Молодой ученый. — 2013. — №6. — С. 1–11.
6. Ануфриев И.Е. и др. MATLAB 7 / Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н.. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 1104 с.

ХИМИЯ

Золь-гель процессы при разложении высокоосновного шлака кислотой

Румянцева Елена Леонидовна, кандидат технических наук, старший преподаватель
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Установлено, что разложение высокоосновных сталеплавильных шлаков соляной кислотой сопровождаются сложными коллоидно-химическими явлениями, включающими выделение коллоидной кремниевой кислоты и ее коагуляцию катионами техногенного раствора по нейтрализационному механизму, образование гидросиликатов алюминия и кальция и их последующий гидролиз, а также формирование геля.

Ключевые слова: высокоосновный шлак, коллоидная кремниевая кислота, нейтрализационная коагуляция, поликонденсация

Известно, что взаимодействие некоторых силикатов с минеральными кислотами сопровождается образованием золей кремниевой кислоты. Характерной особенностью золей кремниевой кислоты, как типично лиофобных систем, является их способность к гелеобразованию и переходу от свободной дисперсной системы (золь) к связанной дисперсной (гель). Превращение золей в гели лежит в основе получения наноматериалов на основе кремниевой кислоты. В широком понимании золь — гель технология — это конденсационный метод синтеза наночастиц в жидкой среде с использованием различных химических реакций. Однако синтез наноматериалов на основе коллоидной кремниевой кислоты представляет собой достаточно тонкий и сложный процесс, требующий использования специального оборудования и дорогостоящих реактивов. Поэтому выбор дешевых силикатсодержащих материалов и разработка альтернативных способов получения и модифицирования золей кремниевой кислоты является актуальной задачей.

Одним из таких материалов может быть отход металлургического производства — высокоосновный сталеплавильный шлак. Минералогический состав высокоосновного сталеплавильного шлака представлен островными ортосиликатами с изолированными кремнекислородными тетраэдрами — шеннонит ($\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) входит в группу граната, монтичеллит ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) и мервинит ($3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$) — в группу оливина, что свидетельствует о сравнительно легкой их растворимости в кислотах.

Для выделения коллоидного кремнезема использовалась соляная кислота, суть действия которой заключа-

ется в реакции с составляющими шлака, в результате чего образуются легко растворимые соли, переходящие в раствор. Солянокислая обработка шлака сопровождается, помимо образования солей металлов, выделением мономерной кремниевой кислоты. Разработка коллоидно-химических принципов создания наноструктурированных систем и нанокомпозитов на основе коллоидной кремниевой кислоты предусматривает исследование особенностей золь-гель перехода в техногенных растворах кремниевой кислоты в присутствии катионов кальция, магния, железа и алюминия, и структурообразования сложных технических дисперсий в условиях постоянно изменяющегося состава и ионной силы дисперсионной среды и дисперсной фазы.

Для эксперимента использовалась водная суспензия шлака с $\text{Ж/Т}=1:20$ и массовой долей твердого компонента 4,76 %. В суспензию вводилась концентрированная соляная кислота в стехиометрическом соотношении, рассчитанном на полное разложение минералов шлака. Выбор указанного состава обусловлен стабильностью образующегося золя в течение сравнительно длительного промежутка времени, что позволяет осуществить определение концентрации кремниевой кислоты во всем интервале pH.

Суммарную концентрацию «активных» кремниевых кислот в исследуемой дисперсии определяли фотометрически по интенсивности окраски раствора с гептамолибдатом аммония. Согласно полученным экспериментальным данным (рис. 1), максимальная концентрация «активных» фракций кремниевой кислоты в технической ди-

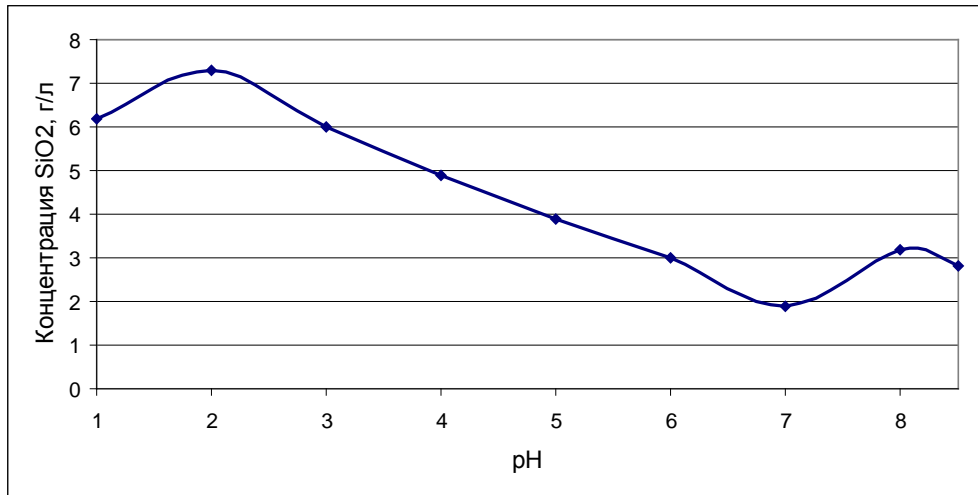


Рис. 1. Концентрация «активной» фракции кремнекислоты в дисперсии

сперсии зафиксирована при $\text{pH}=2$ (7,3 г/л), что обусловлено постепенным разложением минералов шлака.

С ростом pH наблюдается снижение концентрации «активных» фракций кремнекислоты в растворе. Факт перехода pH исследуемой дисперсии в слабощелочную область может быть обусловлен протеканием процесса поликонденсации кремниевых кислот, который сопровождается уменьшением концентрации кислотных групп $-\text{SiOH}$. Однако увеличение концентраций «активных» фракций кремнекислоты при $\text{pH}=7,5$ позволяет предположить, что слабощелочная реакция раствора может быть вызвана также гидролизом образующихся гидросиликатов кальция. Визуально при $\text{pH}=8,5$ зафиксировано образование геля.

Одним из наиболее важных реологических параметров, характеризующих переход золя в гель, является вязкость, рост которой предшествует образованию геля. Установлено, что техническая дисперсия, полученная при

обработке суспензии шлака соляной кислотой, обладает непродолжительным индукционным периодом, резкое увеличение вязкости зафиксировано уже при $\text{pH} \geq 5$. Это может являться следствием коагуляционных процессов под действием избытка катионов Ca^{2+} . По-видимому, адсорбция катионов Ca^{2+} приводит к нейтрализации потенциалоопределяющих гидросиликат-ионов и снижению общего химического потенциала.

Для подтверждения протекания коагуляционных процессов нами исследована зависимость зета-потенциала на поверхности частиц коллоидной кремниевой кислоты от pH технической дисперсии (рис. 2).

Установлено, что поверхность частиц коллоидной кремнекислоты вплоть до изоэлектрической точки заряжена положительно, что обусловлено сорбцией катионов H^+ . Схему образования двойного электрического слоя при $\text{pH} < 2$ можно представить следующим образом: $[\text{mH}_4\text{SiO}_4\text{nH}^+ (\text{n-x})\text{Cl}^-]^{\text{x}+}\text{xCl}^-$.

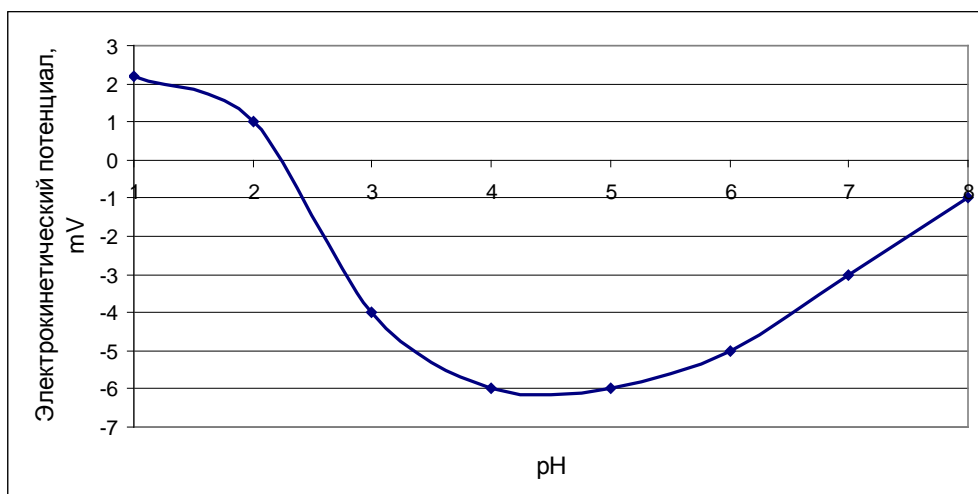


Рис. 2. Изменение ζ -потенциала на поверхности частиц кремнекислоты технической дисперсии

При увеличении $pH > pH_{изт=2,2}$ (вплоть до $pH=4$), частицы кремнекислоты кремниевой кислоты вступают в реакцию поликонденсации. Схему образования ДЭС можно представить следующим образом: $[mH_4SiO_4 \cdot nH_3SiO_4 \cdot (n-x)H^+]^x \cdot xH^+$.

Уменьшение отрицательного заряда на поверхности частиц кремнекислоты при $pH > 5$ является следствием протекания коагуляционных процессов золя под действием избытка ионов Ca^{2+} .

Известно, что коагуляция зелей может протекать по концентрационному или нейтрализационному механизму. Концентрационная коагуляция происходит при добавлении к золю индифферентного электролита вследствие сжатия диффузного слоя противоионов и уменьшения абсолютного значения ζ -потенциала. Нейтрализационная коагуляция происходит при добавлении к золю неиндифферентного электролита. При этом потенциалопределяющие ионы связываются в малорастворимое соединение, что приводит к уменьшению абсолютных величин термодинамического потенциала, а следовательно, и ζ -потенциала вплоть до нуля. Сделать вывод о механизме коагуляции в исследуемой дисперсии на основании результатов измерения электрокинетического потенциала не представляется возможным, так как при $pH=8,5$ визуализируется гель и дальнейшие измерения технически не осуществимы. Однако известно также, что частицы кремниевой кислоты коагулируют по концентрационному механизму, когда их размер превышает 100 нм, а нейтрализационная коагуляция свойственна частицам меньшего размера. В связи с этим, на следующем этапе работы определены размеры частиц коллоидной кремниевой кислоты в исследуемой дисперсии с помощью математической обработки спектров мутности, согласно которым радиус частиц кремниевой кислоты в технической дисперсии до $pH=5$ практически постоянен (≈ 20 нм). Увеличение размера частиц кремнекислоты при $pH > 5$ также подтверждает протекание про-

цесса коагуляции, что согласуется с ранее полученными результатами. Максимального размера (80 нм) частицы кремнекислоты достигают спустя 1 час.

Полученные результаты позволяют говорить о протекании нейтрализационной коагуляции в исследуемой дисперсии. Однако для окончательного подтверждения сделанного вывода нами проанализирован состав геля, подвергнутого старению, с помощью рентгенофазового анализа. На полученной дифрактограмме (рис. 3) в области углов от 4 до 34° фиксируется неоднородное по высоте гало рентгеноаморфной фазы, что может указывать на наличие в системе двух различных по составу гелей. С помощью картотеки ICPDF и электронной международной кристаллографической базы данных идентифицированы следующие соединения: $HAISi_2O_6$ по аналитическим линиям при $d/n = 3,420; 3,670; 3,153; 3,278; 1,904$ Å, и $2Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$ по величинам межплоскостных расстояний 8,934; 3,420; 2,461 Å. Слабые отражения при $d/n = 12,718; 3,048; 2,827; 1,826; 1,683$ Å принадлежат низкоосновному гидросиликату кальция типа пломбьерита ($CaO \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$). Таким образом, полученный гель имеет силикатную природу, в которой выделяются две составляющие: кальциевая и алюминатная. Наличие в анализируемом образце гидросиликатов различного состава окончательно подтверждает протекание в исследуемой дисперсии нейтрализационной коагуляции.

Гидролизом гидросиликатов кальция может быть обусловлена слабощелочная реакция технической дисперсии. Схематично уравнение гидролиза гидросиликата кальция можно представить следующим образом: $SiO_4^{4-} + H_2O \leftrightarrow HSiO_3^- + OH^-$.

Значение растворимости гидросиликата кальция ($2 \cdot 10^{-4}$ моль/л) и константы гидролиза кремниевой кислоты по второй ступени ($2 \cdot 10^{-12}$) позволили рассчитать ожидаемый уровень $pH = 11,2$. Таким образом, параллельно протекающие процессы гидролиза хлоридов же-

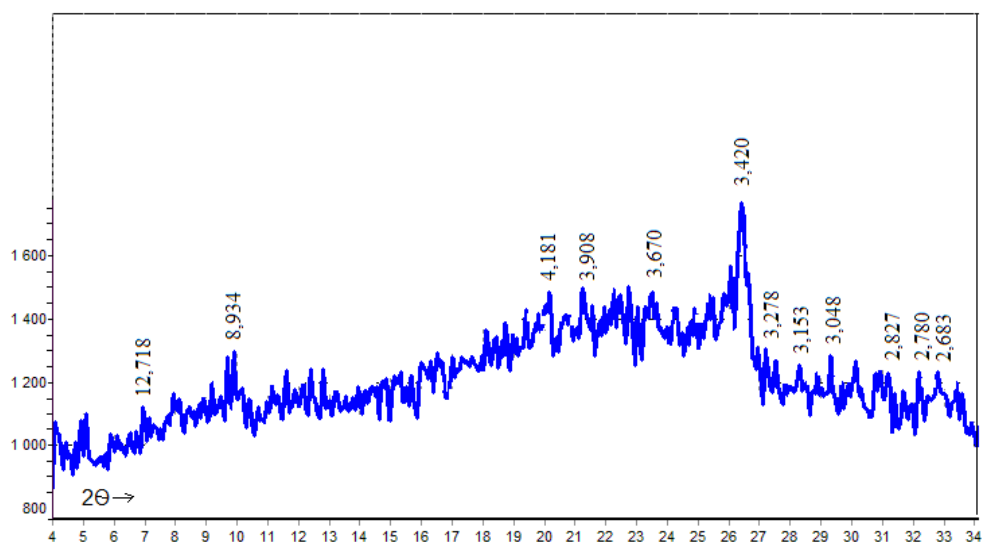


Рис. 3. Фрагмент дифрактограммы геля

леза, приводящие к понижению рН, и силикатов кальция, сопровождающиеся увеличением рН, дают усредненное значение рН = 7,5–8,0.

Следует отметить, что максимальная концентрация катионов Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} в технической дисперсии зафиксирована при рН=4, что обусловлено постепенным разложением минералов шлака. С ростом рН наблюдается уменьшение концентрации указанных катионов. Однако при рН≈6,8 зафиксировано увеличение концентрации катионов Ca^{2+} . Этот факт также подтверждает образование и гидролиз гидросиликатов кальция.

Проведенные экспериментальные исследования особенностей золь-гель перехода в техногенных растворах кремниевой кислоты позволяют сформулировать основные требования к технологическим параметрам переработки шлака и выделения коллоидной кремниевой кислоты, управлять ходом процесса, получать продукт с заранее заданными свойствами. Это, в свою очередь, является необходимым условием разработки научно-обоснованных критериев комплексной переработки высокоосновных сталеплавильных шлаков, а также наиболее полного извлечения продукта и минимизации затрат.

Аналитические оценки для процесса кристаллизации

Шмаль Игорь Иванович, кандидат физико-математических наук

В статье отражена методика проведения упрощенных оценок для описания фазовых переходов — образования твердой фазы из насыщенного раствора. Расчетная область рассматривается в виде U-образного сосуда, в нисходящей ветви которой поддерживается постоянный уровень, а в восходящей ветви производится подвод тепла, испарение и кристаллизация. Данная оценка может использоваться при описании остывания насыщенных растворов, сопровождающихся снижением растворимости.

Ключевые слова: раствор, твердая фаза, кристаллизация.

При расчете процессов кристаллизации в выпарных установках возникает задача оценки для объема образующейся твердой фазы. Этот вопрос особенно актуален в химических технологиях [1, 2].

В ряде случаев для получения твердой фазы из раствора используются U-образные сообщающиеся сосуды, в одну из половин которых производится подача раствора с малой концентрацией растворенного вещества, а во второй половине происходит подвод тепла, увеличение концентрации и образование твердой фазы. В стандартном расчете выполняются тепловой и массовый балансы, которые используются для определения количества образующейся твердой фазы.

В случае, когда в восходящей ветви происходит процесс кристаллизации, можно получить простые соотношения для описания поведения системы. Пусть будут известны для нисходящей ветви следующие величины: плотность раствора ρ_d и фиксированное значение уровня h_d . Допустим, что для восходящей ветви известны: суммарная масса растворенного вещества M_{up}^{sum} , концентрация насыщенного раствора c' (на единицу массы раствора), плотность раствора ρ_{up}^{liq} при c' , плотность твердой фазы ρ_{up}^{cry} , зависимость объема от высоты $V_{up}(h_{up})$. Тогда можно получить «плотность» растворенного вещества в жидкой фазе $\rho_{up}^{liq}(c') = \rho_{up}^{liq} \cdot c'$ при c' .

Рассмотрим случай, когда наличие твердой фазы не оказывает значительного влияния на плотность смеси

в восходящей ветви устройства, т.е. концентрация раствора при параметрах насыщения, а твердая фаза выпадает, например, на стенках сосуда. Тогда из условия равенства весовых уровней в сообщающихся сосудах можно получить разность уровней раствора в двух ветвях $h_{up} = h_d \cdot \rho_d / \rho_{up}^{liq}$, суммарный объем смеси $V_{up} = V_{up}(h_{up})$, а также соответствующую плотность «растворенного» вещества в восходящей ветви $\rho_{mixt} = M_{up}^{sum} / V_{up}$. Далее получаем оценку объемного содержания твердой фазы для смеси $\alpha = (\rho_{mixt} - \rho_{up}^{liq}(c')) / (\rho_{up}^{cry} - \rho_{up}^{liq}(c'))$. Зная объемы, плотности фаз и перечисленные выше величины, можно получить массы раствора и твердой фазы для восходящей ветви.

Новизна в этой оценке — простота методики определения состава двухфазной смеси в условиях кристаллизации с привлечением минимума данных. При описании процессов снижения температуры в химических аппаратах, которые приводят к изменению фазового состава смеси, использование данных оценок не требует больших трудовых затрат. Следует еще раз подчеркнуть способ описания динамических процессов кристаллизации с помощью аналитических оценок, не известных ранее.

В ряде промышленных технологий возникают очень близкие проблемы, например, в ядерной энергетике [3], где затрагивался вопрос о возможности повышения концентрации и выпадения осадка из насыщенного раствора при длительном кипении теплоносителя в активной зоне. Изложенная методика может быть полезной и в этом случае.

Литература:

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Госхимиздат, 1961, 830 с.
2. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: «Химия», 1981, 812 с.
3. Логвинов С. А., Безруков Ю. А., Драгунов Ю. Г. Экспериментальное обоснование теплогидравлической надежности реакторов ВВЭР. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 255 с.

ИНФОРМАТИКА

Анализ программных средств MathWorks MATLAB&Simulink для синтеза поведенческих моделей узлов сенсорных сетей

Переходов Александр Игоревич, студент
Пензенская государственная технологическая академия

В рамках концепции сенсорных сетей [1,2,3,4], представляющих собой сеть интеллектуальных датчиков, объединённых посредством радиоканала, необходимо создать пакет расширений программных средств MathWorks MATLAB&Simulink [5] для синтеза поведенческих моделей узлов сенсорных сетей.

Так как направление имеет большие перспективы развития, то жизненный цикл и его поддержка является актуальным вопросом. Сопровождение должно осуществляться из среды которое поддерживает все стадии жизненного цикла. Для такой работы актуальной является среда MathWorks MATLAB&Simulink, а так же пакеты расширений к ней.

Актуальность проекта заключается в отсутствии аналитических сравнительных данных по существующим компонентам MathWorks MATLAB&Simulink, а также необходимость проведения анализа для реализации собственного пакета расширений на основе существующих компонентов MathWorks MATLAB&Simulink.

Для достижения поставленной цели был выбран подход модельно — ориентированного проектирования, как метод для решения комплекса задач в рамках единой среды разработки на платформе MATLAB&Simulink.

Пакет расширения работы для целевого оборудования (ПРРЦО, target, target) — пакет, необходимый для реализации функциональности среды Matlab&Simulink для работы с той или иной целевой платформой. ПРРЦО позволяет использовать новые функции для работы с определенным оборудованием.

Каждый ПРРЦО имеет индивидуальный набор необходимых для работы компонентов, но обязательными являются:

- основной набор файлов targeta (.m, .tlc);
- библиотека блоков Simulink;
- исходный код специфичных функций оборудования;
- скрипты автоматизированной установки и настройки.

Спроектированная модель Simulink имеет возможность запускаться в различных режимах работы, вклю-

чающих моделирование (Simulation) и 3 режима работы с оборудованием.

1. Simulation. Цель — проверка алгоритмов. С помощью этого режима проводят верификацию модели на уровне математической абстракции без взаимодействия с оборудованием.

2. Standalone — режим автономной работы на оборудовании. Позволяет синтезировать и доставлять код на целевое оборудование для его автономной работы без MATLAB.

3. PIL — режим, позволяющий тестировать работу в цикле пошагово, используя программные и аппаратные средства отладки, который осуществляется в режиме модельного времени.

4. External Mode — режим, дающий возможность работать с оборудованием в модельном времени, но требует наличие больших ресурсов памяти за счет добавления клиент — серверного взаимодействия. При этом критичным становится объем оперативной памяти на целевой платформе и тип соединения с персональным компьютером.

Аналізу будут подвержены такие пакеты расширений как: Arduino Target [6], BeagleBoard Target [7], Digilent Atlys Target [8], dSPACE ACE Kits Target [9], LEGO MINDSTORMS NXT Target [10].

В ходе работы был проведен анализ таргетов на предмет доступности исходного кода (таблица 1).

Как следует из представленных данных, после 2012 года для большинства платформ исходный код был закрыт.

В ходе работы был проведен анализ доступности режимов работы (таблица 2).

Как следует из представленных данных, все эти платформы позволяют работать в режимах Simulation и Standalone, а вот режимы PIL и External Mode доступны не для всех.

На основе существующих компонентов MathWorks Matlab&Simulink необходимо разработать собственный пакет расширений, создать библиотеку блоков для пакета расширений, а также систему установки пакета. Этот

Таблица 1. Доступность исходного кода

Платформа	Открыт	Закрит
Arduino (до 2012 г.)	+	–
Arduino (после 2012 г.)	–	+
BeagleBoard (до 2012 г.)	+	–
BeagleBoard (после 2012 г.)	–	+
LEGO MINDSTORMS NXT (до 2012 г.)	–	+
LEGO MINDSTORMS NXT (после 2012 г.)	–	+
dSPACE ACE Kits	+	–

Таблица 2. Доступность режимов работы

Платформа	Simulation	Standalone	PIL	External Mode
Arduino (до 2012 г.)	+	+	+	–
Arduino (после 2012 г.)	+	+	+	+
				(включая Arduino MEGA)
BeagleBoard (до 2012 г.)	+	+	+	+
BeagleBoard (после 2012 г.)	+	+	+	+
LEGO MINDSTORMS NXT (до 2012 г.)	+	+	–	–
LEGO MINDSTORMS NXT (после 2012 г.)	+	+	–	+
dSPACE ACE Kits	+	+	–	+

пакет расширений должен позволить нам реализовать все режимы работы с использованием программатора.

В перспективе работы на проекте необходимо разработать концепции устранения недостатка объема ресурсов микропроцессора сенсорных сетей для работы

в режиме External Mode, а также собственный пакет расширений на основе существующих компонентов MathWorks MATLAB& Simulink, провести синтез моделей узлов сенсорных сетей с их постоянной верификацией и тестированием.

Литература:

1. Володин К.И., Применение модельно-ориентированного подхода при сквозном проектировании адаптивных распределенных сенсорных сетей, // Инновационные технологии в экономике, информатике и медицине. VIII Межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов. Сборник статей. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2011. — 266 с.
2. Володин К.И., Интеграция беспроводных сенсорных сетей с сетями стандарта IEEE 802.11x и сетями сотовой связи // Тезисы XII Всероссийского симпозиума по прикладной и промышленной математике (осенняя открытая сессия) (Сочи — Адлер, 1–8 октября 2011 г.)
3. Володин К.И., Интеллектуальная информационная система удаленных измерений для сбора и анализа мета-информации о работе беспроводных сенсорных сетей // Тезисы XII Всероссийского симпозиума по прикладной и промышленной математике (осенняя открытая сессия) (Сочи — Адлер, 1–8 октября 2011 г.)
4. Володин К.И., Переходов А.И. Разработка макета поведенческой модели устройства сопряжения модельного и натурального экспериментов в рамках синтеза адаптивных распределенных сенсорных сетей // Современные информационные технологии: Труды международной научно-технической конференции. — Пенза: ПГТА, 2012.
5. Официальный сайт компании MathWorks [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/>, свободный.
6. Официальный сайт компании MathWorks / Раздел academia/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/academia/arduino-software/>, свободный.
7. Официальный сайт компании MathWorks / Раздел academia/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/academia/beagleboard/>, свободный.
8. Официальный сайт компании MathWorks / Раздел academia/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/academia/diligent-atlys/>, свободный.

9. Официальный сайт компании MathWorks / Раздел academia/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/academia/dspace/>, свободный.
10. Официальный сайт компании MathWorks / Раздел academia/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mathworks.com/academia/lego-mindstorms-nxt-software/>, свободный.

Разработка web-ориентированной информационной системы мониторинга и управления процессом прохождения производственной практики

Рыбанов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Рыльков Александр Васильевич, студент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

This article deals with the problems of organization of professional practice. The author suggest web-centric information system to improve the process of students' practice. Increasing of student's work activity in coping with programme of professional practice and intensification of independent work is marked in comparison with the results of professional practice in the previous 2009–2010 academic year.

Ключевые слова: web, информационная система, производственная практика, мониторинг, контроль.

Одним из условий формирования профессиональной компетентности будущего специалиста является производственная практика — как активный метод обучения, в процессе которого студенты решают реальные практические задачи на производстве.

От эффективности организации производственной практики зависит профессиональный рост студентов как будущих конкурентоспособных специалистов.

Качество производственной практики во многом определяется совокупностью следующих входящих в неё элементов:

- 1) качество управления производственной практикой;
- 2) качество образовательных программ и учебно-методических материалов по производственной практике;
- 3) состав будущих бакалавров, уровень их профессиональной мотивации на избранную профессию;
- 4) наличие соответствующей базы производственной практики, профессиональная компетентность работодателей, привлекательность предприятия, организации, фирмы, их статус и т. п.;
- 5) педагогическая компетентность руководителей производственной практики.

Проблему качества управления производственной практикой можно решить путём создания web-ориентированной информационной системы (Web-ИС) «Производственная практика» [1], на которую будут возложены функции информационной поддержки участников процесса производственной практики.

Web-ИС «Производственная практика» размещена по адресу <http://industrial.rybanov.ru/> и предназначена для мониторинга и управления процессом прохождения производственной практики [2]. Потенциальные пользователи и основные функции web-ИС «Производственная практика»:

— студент-практикант: заполнение личных данных (e-mail, тел. для связи и т. п.); выбор темы и предприятия для прохождения производственной практики; ведение дневника производственной практики; формирование пакета отчетной документации по результатам прохождения производственной практики;

— заведующий кафедрой: регистрация руководителя производственной практики и закрепление за ним учебных групп; указание периода, тематики и баз производственной практики; мониторинг и управление процессом прохождения производственной практики; обобщение результатов прохождения практики с целью внесения изменений в учебный процесс и процесс организации производственной практики;

— руководитель производственной практики от кафедры (рис. 1): регистрация студентов-практикантов; закрепление студентов за базами производственной практики; формирование программы производственной практики студента; мониторинг и управления процессом прохождения производственной практики посредством e-mail рассылки указаний и объявлений студентам-практикантам; генерация кафедрального отчета по результатам прохождения производственной практики;

— руководитель производственной практики от предприятия: формирование электронного отзыва по результатам прохождения студентом производственной практики (рис. 2).

Web-ИС «Производственная практика» разработана в виде web-приложения, серверная часть которого реализована на основании комплекса программного обеспечения АМР, включающего: Apache, MySQL, PHP. Все компоненты этого комплекса распространяются под свободными лицензиями, таким образом, web-ИС «Производственная практика» может функционировать без



Рис. 1. Меню пользователя-руководителя производственной практики от кафедры

использования дорогостоящего проприетарного программного обеспечения. Такой подход позволяет осуществлять работу с web-ИС «Производственная практика» с различных рабочих мест, без предварительной установки специального программного обеспечения (достаточно иметь соединение с Интернетом и web-браузер), и не заботиться об обновлении программного обеспечения пользователей системы при развитии и модификации программы.

Web-ИС «Производственная практика» состоит из следующих модулей:

- *модуль регистрации*: ведение информации о факультетах, направлениях обучения, учебных группах, кафедрах, студентах и руководителях производственной практики;
- *модуль аутентификации*;
- *модуль настройки доступа* к web-ИС «Производственная практика»;

1. Уровень теоретической подготовки: ★★★★★

2. Степень владения вычислительной техникой, методами и методиками сбора и обработки информации: ★★★★★

3. Уровень деловой активности:

<input checked="" type="checkbox"/> Ответственность:	<input checked="" type="checkbox"/> Дисциплинированность:
<input checked="" type="checkbox"/> Исполнительность:	<input checked="" type="checkbox"/> Пунктуальность:
<input checked="" type="checkbox"/> Коммуникабельность:	<input checked="" type="checkbox"/> Инициативность:

4. Недостатки и замечания:
Не достаточно проработан алгоритм передачи данных между объектами.

5. Краткие сведения о выполненном индивидуальном задании:
В качестве индивидуального задания была поставлена задача автоматизации автотранспортного цеха на агрофирме Восток. Выполнение задачи продолжится и после практики.

6. Предложения вузу:
Исследование систем GPS-навигации, организация обмена информации между устройствами GPS

7. Общая оценка по производственной практике: ★★★★★

Рис. 2. Форма отзыва по производственной практике

- модуль управления личными данными пользователей web-ИС «Производственная практика»;
- модуль редактирования информации о руководителях и базах производственной практики;
- модуль управления информацией о базах производственной практики: распределение студентов по базам производственной практики, определение количества занятых и свободных мест для прохождения производственной практики;
- модуль редактирования программы производственной практики;
- модуль управления заданиями по производственной практике: ведение информации о выполненных студентом заданиях в рамках прохождения производственной практики;
- модуль ведения дневника производственной практики;
- модуль обработки электронных отзывов руководителей производственной практики;
- модуль генерации отчетных документов по производственной практике;
- модуль подведения итогов производственной практики;

Литература:

1. Рыбанов А. А., Рыльков А. В. Автоматизированное рабочее место «Производственная практика» // Тезисы докладов семнадцатой межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов 25 мая — 2 июня 2011 г. // МЭИ — Волжский, 2011, С. 69–70.
2. Рыбанов А. А., Рыльков А. В. Автоматизированное рабочее место «Производственная практика» v1.0 [программа]: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616031. — Зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 03.08.11.
3. Рыбанов А. А., Рыльков А. В. Методы разработки пользовательского интерфейса веб-ориентированного автоматизированного рабочего места «Производственная практика» // 11-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 27–28 янв. 2012 г.): сб. матер. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. — Волгоград, 2012. — С. 310–312.
4. Рыбанов А. А. Подходы к разработке web-ориентированной информационной системы мониторинга и управления процессом прохождения производственной практики / Рыбанов А. А. // Новые информационные технологии в образовании: матер. междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 13–16 марта 2012 г. / РГППУ. — Екатеринбург, 2012. — С. 470–472.
5. Рыбанов А. А. Новые подходы к организации производственной практики студентов // Взаимодействие предприятий и вузов по повышению эффективности производства, управления и инновационной деятельности: сб. докл. VIII межрегион. науч.-практ. конф., г. Волжский, 17–18 апр. 2012 г. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. — Волгоград, 2012. — С. 29–31.
6. Сова Е. В., Рыбанов А. А. Сравнительный анализ библиотек генерации отчетов в веб-ориентированных информационных системах // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2012. — № 7. — С. 167.

- модуль управления событиями производственной практики: рассылка сообщений.

В web-ИС «Производственная практика» предусмотрена возможность формирования требуемых отчетных документов (в формате pdf), основываясь на заданном в web-ИС шаблоне, что позволяет снизить вероятность искажения пользователем web-ИС принятого в Волжском политехническом институте стандарта оформления отчетных документов по результатам прохождения производственной практики.

В 2011 году в рамках производственной практики у студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» было проведено бета-тестирование web-ИС «Производственная практика», что позволило повысить безопасность и улучшить качество интерфейса системы.

Анализ применения web-ИС «Производственная практика» в 2011–2012 учебном году показал, что по сравнению с предыдущим 2010–2011 учебным годом отмечается повышение активности работы студентов при освоении программы производственной практики и интенсификация самостоятельной работы.

Автоматизированная система настройки оборудования Ericsson BLM-1500

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Артемьев Александр Степанович, студент

Курганский государственный университет

В статье изложен способ повышения эффективности предоставления мультисервисных услуг (Internet, телефония, телевидение) абонентам Internet с доступом на основе технологии пассивных оптических сетей. Разработана автоматизированная система настройки оборудования Ericsson BLM-1500. Проведен анализа бизнес-процессов предметной области. Определены основные входы и выходы, участвующие в бизнес-процессах. Осуществлена декомпозиция бизнес-процессов, разработана логика принятия решений, выявлены и обоснованы контрольные точки бизнес-процессов. Спроектирована базы данных автоматизированной системы. Посредством объектно-ориентированного подхода определены объекты, обладающие свойствами и методами.

Разработанная автоматизированная система настройки оборудования Ericsson BLM-1500 позволяет повысить эффективность работы провайдера, предоставляющего мультисервисные услуги абонентам.

Ключевые слова: *Пассивные оптические сети, стандарты GPON и GEPON, провайдер, Internet, телефония, телевидение, программное приложение, база данных, процессно-ориентированное проектирование.*

Современный период развития общества характеризуется переходом от индустриального общества к информационному. В развитых странах развитие информационных технологий является приоритетным направлением. Информационные технологии — совокупность технических и программных средств, приемов работы, с помощью которых выполняются операции по обработке информации во всех сферах человеческой деятельности. Информационные технологии базируются на аппаратном и программном обеспечении. Эффективным инструментом обработки и передачи информации являются ПЭВМ и глобальная сеть Internet.

В настоящее время в мире насчитывается около 2 млрд. пользователей Internet (1,966,514,816 человек), в то время как общее количество населения составляет почти 7 млрд. (6,845,609,960 человек) [1].

Повышение эффективности предоставления мультисервисных услуг абонентам Internet является актуальной задачей.

Для предоставления услуг Internet, телефонии и телевидения применяется архитектура пассивных оптических сетей (Passive optical network, PON).

Для построения PON-систем оператор может использовать оборудование, базирующееся на двух группах стандартов. Системы GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*) опираются на Рекомендации ITU-T серии G.984. Вторая группа решений GEPON (*Gigabit Ethernet Passive Optical Network*) строится на стандартах IEEE 802.3ah. Технология GPON, базирующаяся на стандартах ITU-T, обеспечивает лучшее использование пропускной способности оптического канала связи и гарантирует качество предоставляемых услуг (Quality Of Service, QoS), что очень важно для передачи видеoinформации. Поскольку транспортный протокол GEPON основан на Ethernet, то непредсказуемая длина пакетов может оказаться существенным фактором, снижающим

качество предоставления услуг, критичных к задержкам [2].

ОАО Ростелеком — Российская телекоммуникационная компания. Предоставляет услуги местной и дальней телефонной связи, широкополосного доступа в Internet (первое место в России по количеству абонентов), цифрового телевидения, сотовой связи и др. Услугами пользуются более 100 млн. жителей России.

С декабря 2009 в Курганской области ОАО Ростелеком стал предоставлять доступ в Internet по технологии GPON.

Технология GPON обеспечивает доступ к ресурсам сети Internet, а также к внутрисетевым сервисам на высокой скорости (до 1 Гигабит в секунду). Качество и скорость передачи данных заметно (и выгодно) отличается от других технологий (как проводных, так и беспроводных).

Новый релиз продуктов семейства EDA1500 (Ericson Digital Access) от компании Ericsson представляет на рынке высокоскоростную GPON платформу и новейшие приложения для сетей доступа, включая обновленные функции защищенности и IPTV. EDA1500 состоит из GPON OLT (Optical Line Terminal) (BML1500) и набора пользовательских устройств — ONT (Optical Network Terminations) для небольших приложений SFU (Single Family Units) и ONU (Optical Network Units) с большей портовой емкостью MDU/MTU (Multi Dwelling/Tenant Units) (рис. 1).

Система EDA1500 обеспечивает предоставление следующих услуг:

- голосовые сервисы на основе протоколов SIP (Session Initiation Protocol) и H.248;
- высокоскоростной интернет-доступ 10/100/1000Base-T Ethernet;
- приложения SDV (Switched Digital video), включая IPTV и VoD — видео по запросу;
- наложенное видео RF (Radio Frequency), подмешиваемое в PON сигнал.

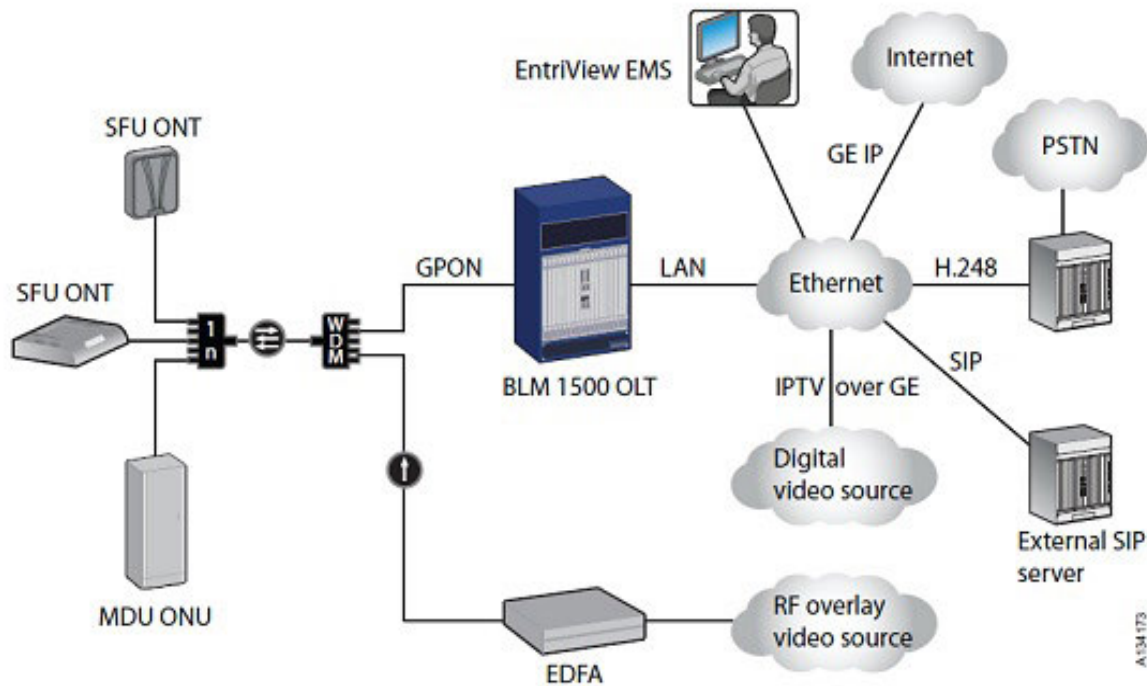


Рис. 1. Схема EDA 1500

Сотрудники участка технического обслуживания сети доступа ОАО Ростелеком при настройке порта GPON вручную заполняют данные:

- кодовое слово (уникальный идентификатор абонента);
- номер платы;
- номер порта;
- виртуальный номер порта;
- IP-адрес BLM-1500;
- номер VLAN;
- номер GEM порта;
- номер настраиваемого телефона.

Ежедневно составляются отчёты о проделанной работе. Отчеты представляют данные по активированным портам, настроенным услугам, удалённым услугам. Данные представлены в виде таблицы по категориям и показателям. В настоящее время такие отчёты составляются вручную.

В среднем в течение дня происходит до 90 подключений по технологии GPON. При настройке порта необходимо производить расчёт номера GEM (Generic Ericsson Magazine) порта, прописывать нужный VLAN (Virtual Local Area Network), а так же подставлять необходимые номера платы, порта и виртуального номера порта.

Для осуществления поиска, долгосрочного хранения и оперативного доступа к материалам по настройке оборудования необходимо разработать автоматизированную систему учета.

На основе анализа базового варианта выявлены недостатки и сформулированы требования к проектному варианту:

- 1) автоматизированное формирование конфигурационного кода;
- 2) формирование и хранение отчётных документов;
- 3) формирование аналитических данных о качестве;
- 4) выгрузка и хранение статистических данных;
- 5) осуществление гибкого поиска.

Перечень классов пользователей системы и их краткая характеристика представлены в табл. 1

Перечень вариантов использования системы приведен в табл. 2

Декомпозиция создание услуг на BLM-1500 показана на рис. 2.

Обоснование и выбор контрольных точек приведены на рис. 3

База данных GPON приведена в табл. 3.

Логическая структура базы данных приведена на рис. 4. Для описания таблиц были использованы следующие обозначения:

- * — первичный ключ;
- # — внешний ключ.

В качестве программного обеспечения выбраны среда разработки Microsoft Visual Studio 2010, язык программирования C#, СУБД MS SQL Server 2000.

Интерфейс программы показан на рис. 5 — рис. 6.

Результаты проведенных исследований позволили сделать выводы.

1. Разработана автоматизированная система настройки оборудования Ericsson BLM-1500. Функции автоматизированной системы:

- формирование конфигурационного кода;
- активация порта;

Таблица 1. Классы и характеристики пользователей

Класс пользователей	Описание
Администратор	Является администратором базы данных. Имеет право редактировать справочники баз данных.
Инженер	Вводит кодовое слово, производит проверку технических данных с физическим расположением ONT, принимает решение о настройке оборудования.
Начальник участка	Контроль за составлением и корректировкой отчётов.

Таблица 2. Варианты использования

Класс пользователей	Описание
Администратор	1. Редактирование справочников баз данных
Инженер	2. Введение кодового слова 3. Проверка технических данных 4. Решение о настройке/не настройке оборудования 5. Активация порта 6. Передача данных о проделанной работе за сутки
Начальник участка	7. Контроль за составлением отчетов 8. Корректировка отчетов 9. Передача отчетов начальнику цеха

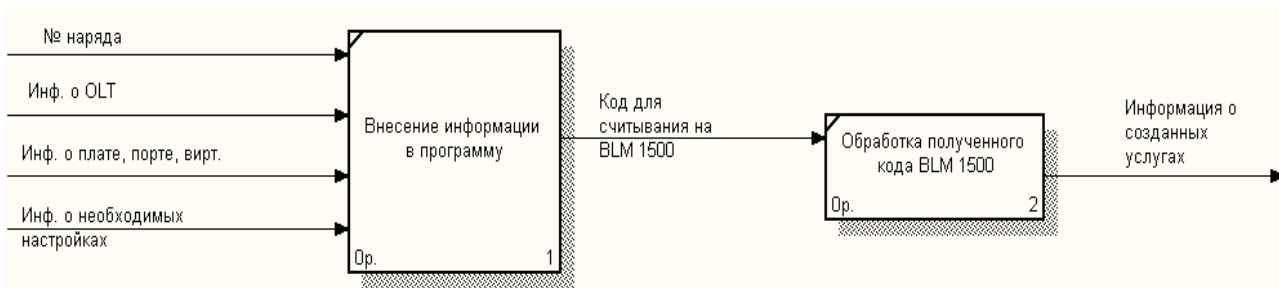


Рис. 2. Декомпозиция создание услуг на BLM-1500

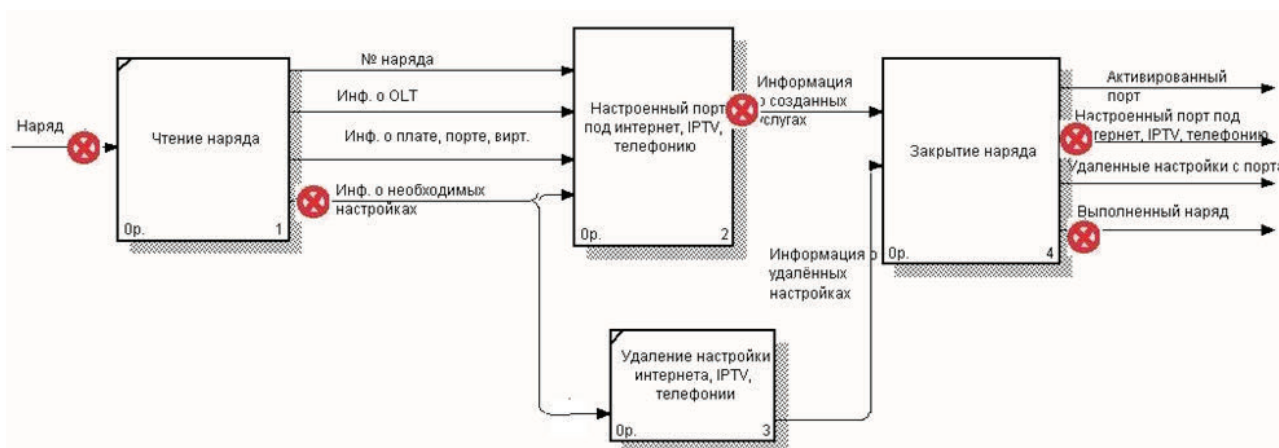


Рис. 3. Обоснование и выбор контрольных точек

Таблица 3. Таблицы базы данных «GRON»

Название таблицы	Назначение
ServiceType	Содержит информацию о видах услуг
Commands	Содержит информацию о командах
GponLogin	Содержит информацию о пользователях
OLT	Содержит информацию об описании OLT
ONTType	Содержит информацию о модели ONT
Operations	Содержит информацию о выполненных операциях

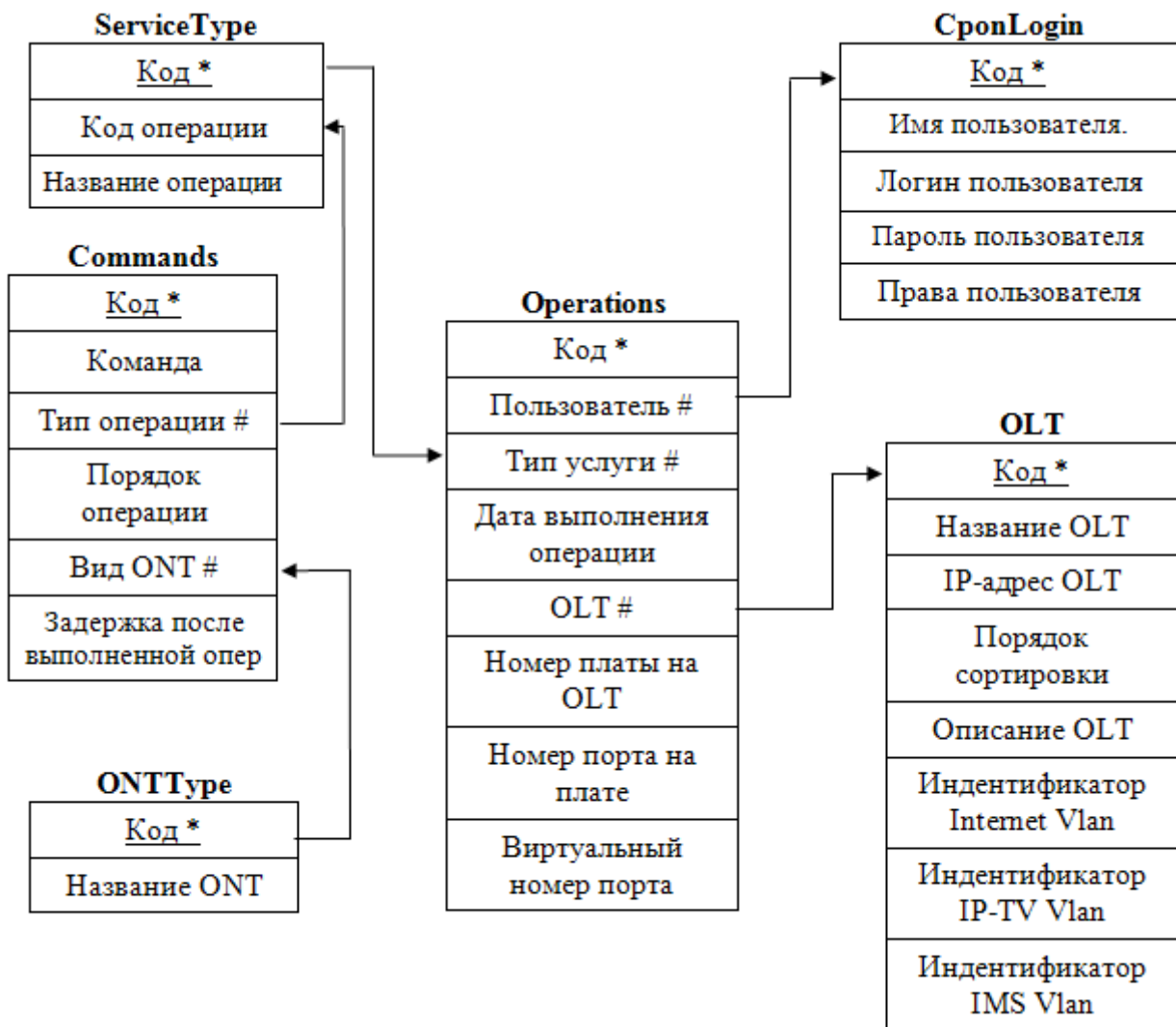


Рис. 4 Логическая структура базы данных

- настройка необходимых сервисов;
- добавление необходимых сервисов;
- удаление необходимых сервисов;
- удаление всех сервисов и деактивация порта;
- ведение БД;
- формирование и хранение отчётных документов;

- формирование аналитических данных о качестве;
- выгрузка и хранение статистических данных;
- осуществление гибкого поиска.

2. Разработанная автоматизированная система настройки оборудования позволяет повысить эффективность предоставления услуг абонентам.

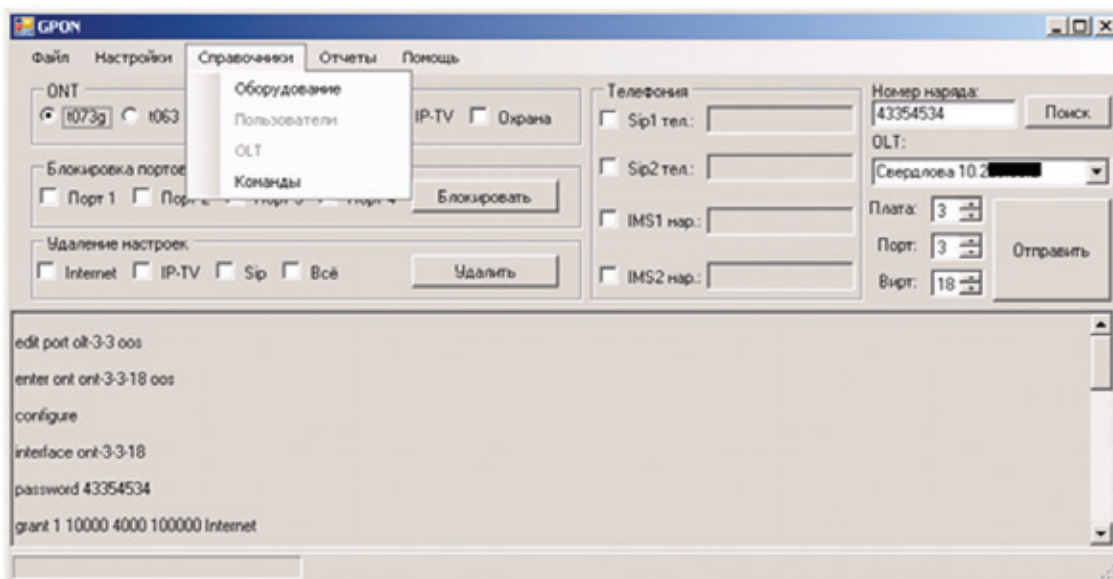


Рис. 5. Интерфейс программы

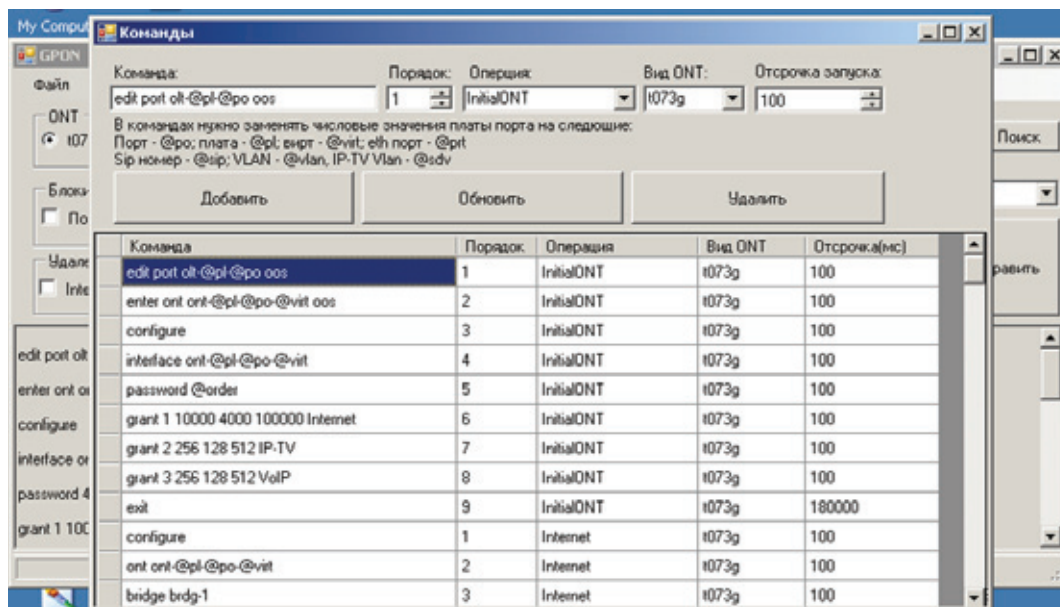


Рис. 6. Окно команды

Литература:

1. <http://internet.ru>
2. <http://3anet.com.ua>.

Программный комплекс моделирования транспортных и пешеходных потоков на регулируемом перекрестке

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Шульгин Максим Александрович, студент
Курганский государственный университет

В статье изложен способ повышения эффективности управления транспортными и пешеходными потоками на регулируемом перекрестке. Реализованы валидация, проектирование и верификация. Разработан программный комплекс моделирования регулируемого перекрестка.

Результаты математического моделирования и формализация модели на ПЭВМ, позволяют повысить эффективность работы светофора на регулируемом перекрестке.

Ключевые слова: *Имитационное моделирование, валидация, проектирование, верификация, качество модели, чувствительность, адекватность, устойчивость, программный комплекс, диаграмма классов, логическая модель базы данных.*

Повышение эффективности управления транспортными и пешеходными потоками на регулируемых перекрестках является актуальной задачей. С каждым годом машин на дорогах городов становится больше. Решение проблемы пробок невозможно без комплексного и многофакторного изучения. Одной из причин появления дорожных заторов является неэффективное управление потоками на регулируемых перекрестках. И предложения по улучшению дорожной ситуации, перед их реализацией, должны быть смоделированы на компьютере при помощи соответствующих методов. В качестве такого метода используется метод Монте-Карло.

Имитационное моделирование — метод исследования и оценки эффективности систем, поведение которых зависит от случайных факторов. В основе имитационного моделирования лежит статистический эксперимент (метод Монте-Карло), реализация которого невозможна без применения средств вычислительной техники [1].

Постановка задачи. Разработать имитационную модель, позволяющую моделировать транспортные и пешеходные потоки на регулируемом перекрестке и формализовать ее на ЭВМ.

Данная система должна отвечать следующим требованиям:

- иметь возможность моделирования транспортных и пешеходных потоков, на регулируемом перекрестке;
- иметь возможность определения наилучшего режима работы светофора;
- иметь возможность сохранения результатов моделирования;
- иметь возможность вывода результатов статистического эксперимента;
- иметь возможность обработки результатов статистического эксперимента.

Перекресток дорог (улиц) со всеми его геометрическими параметрами, транспортными и пешеходными потоками при их взаимодействии представляет сложную систему. Рассмотрим ее основные характеристики:

— проезжая часть имеет полосы движения, $k=1,2,\dots,m$;

— одни транспортные и пешеходные потоки $j=1,2,\dots,p$ прибывшие к стоп-линии с интенсивностью λ , образуют очереди при запрещающих движение тактов (сигналов) светофора. Другие транспортные средства /ТС/, прибывшие к стоп-линии при разрешающих движение тактах светофора, проезжают перекресток без остановки перед ним;

— пешеходы и ТС, находящиеся в очереди, при включении разрешающего сигнала начинают движение;

— при проезде перекрестка ТС могут изменить направление движения — прямо, налево, направо. Если из текущей полосы совершение маневра невозможно, происходит попытка смены полосы движения;

— пешеходы и ТС, застигнутые сменой разрешающего такта на запрещающий в зоне перекрестка или вне ее у стоп-линии, успевают пересечь перекресток с выполнением необходимых маневров при промежуточном (желтом) такте;

— предполагается, что по каждому направлению к границе перекрестка — стоп-линии прибывают транспортные потоки. При этом случайные моменты времени появления распределяются по экспоненциальному закону. Появление происходит на определенном расстоянии от перекрестка. Движение транспортных средств осуществляется в соответствии с моделью движения.

Выбор направления движения на перекрестке осуществляется в соответствии с вероятностями указанными пользователем.

Разработан программный комплекс с использованием программного обеспечения: Microsoft Visual C# и СУБД MySQL.

В программе применяется микроскопическая модель движения автомобилей. За основу взята модель умного водителя (The Intelligent Driver Model, IDM), разработанная Мартином Трайбером, Ангаром Хенеком и Дирком Хельбингом [2].

Уравнение движения имеет вид:

$$\dot{v} = a \left(1 - \left(\frac{v_a}{v_0} \right)^4 - \left(\frac{s_0 + 1.5v_a}{s_a} + \frac{v_a \Delta v}{2\sqrt{ab \cdot s_a}} \right)^2 \right),$$

- где a — максимальное ускорение;
- v_0 — текущая скорость;
- v_a — максимальная разрешенная скорость;
- s_a — минимальное расстояние между автомобилями;
- S_a — расстояние до впередиидущего автомобиля;
- Δv — скорость приближения;
- b — ускорение торможения.

Автомобиль плавно набирает скорость от 0 до желаемой v_0 с ускорением, которое зависит от скорости v_a в данный момент времени и от заданного максимального ускорения a . Снижение скорости в случае возникновения препятствия перед автомобилем осуществляется с помощью функции которая зависит от расстояния до препятствия S_a , скорости автомобиля v_a , от параметров s_0 и b . Стохастичность моделирования достигается за счет того, что параметры, характеризующие индивидуальные особенности стиля вождения водителя, вычисляются отдельно для каждого автомобиля случайным образом в соответствии с равномерным распределением с разбросом 20 %. В качестве исходных значений принимаются $s_0 = 1,5$ м, $\alpha = 2$ м/с², $b = 2$ м/с².

Калибровка и численные эксперименты с этой моделью показали, что ее свойства устойчивы к вариации параметров; модель демонстрирует реалистическое поведение при разгоне и торможении и воспроизводит основные наблюдаемые свойства транспортного потока.

Для определения наилучшего режима работы светофора используется генетический алгоритм. Генетический

алгоритм оперирует конечным множеством решений (популяцией) — генерирует новые решения как различные комбинации частей решений популяции, используя такие операторы, как отбор, рекомбинация (кроссовер) и мутация [3].

Последовательность действий:

- 1) генерация начального набора светофоров, в которых параметры сгенерированы случайным образом в виде двоичного кода, под каждый параметр отводится 8 бит;
- 2) вычисление среднего времени ожидания для каждого из светофоров (с использованием модели);
- 3) выбор параметров светофора, при которых время ожидания является наименьшим;
- 4) определение пар для кроссовера. Выбор пар происходит случайным образом;
- 5) кроссовер;
- 6) мутация особей с заданной вероятностью;
- 7) редукция (сокращение набора до начального значения);
- 8) если наименьшее время ожидания не менялось в течении заданного количества циклов, происходит выбор светофора с наименьшим временем ожидания и остановка алгоритма.

Проведена проверка качества модели. Определены оценки адекватности, устойчивости и чувствительности модели.

Диаграмма классов приведена на рис. 1. Логическая модель базы данных приведена на рис. 2. На рис. 3 приведены результаты статистического эксперимента на ПЭВМ.

Результаты проведенных исследований позволили сделать выводы.

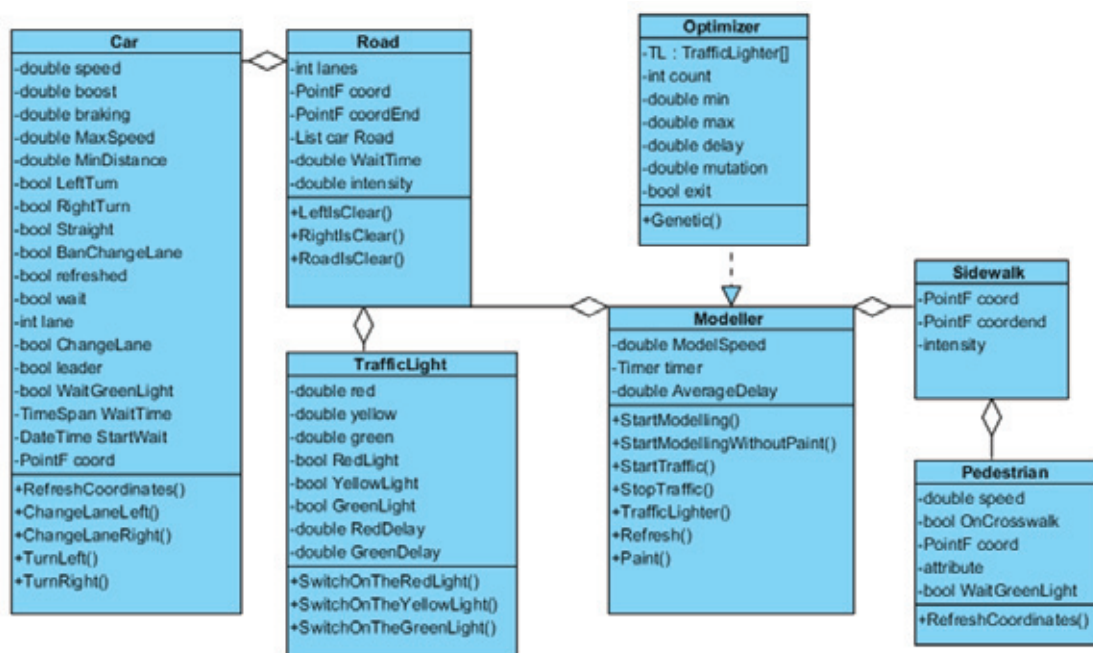


Рис. 1. Диаграмма классов

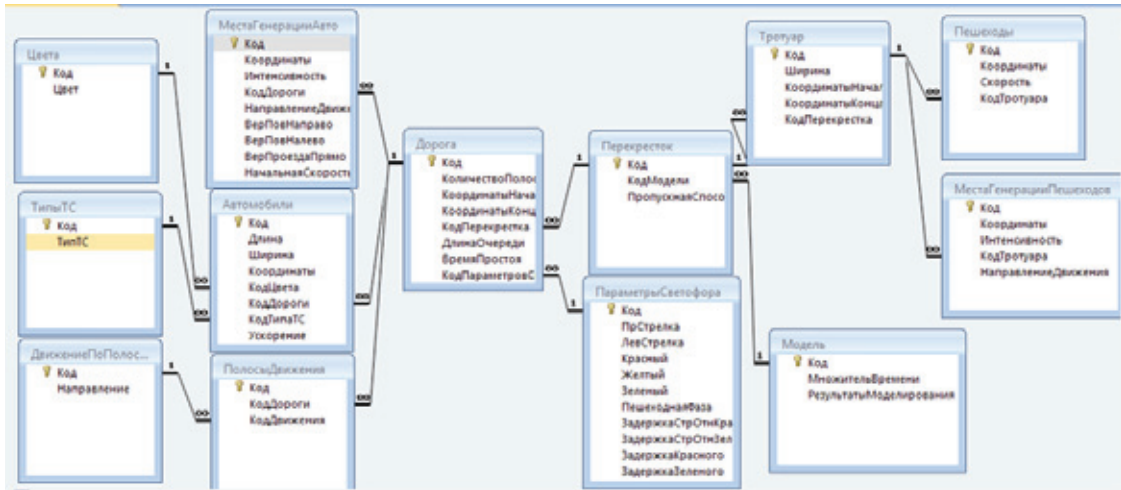


Рис. 2. Логическая модель базы данных

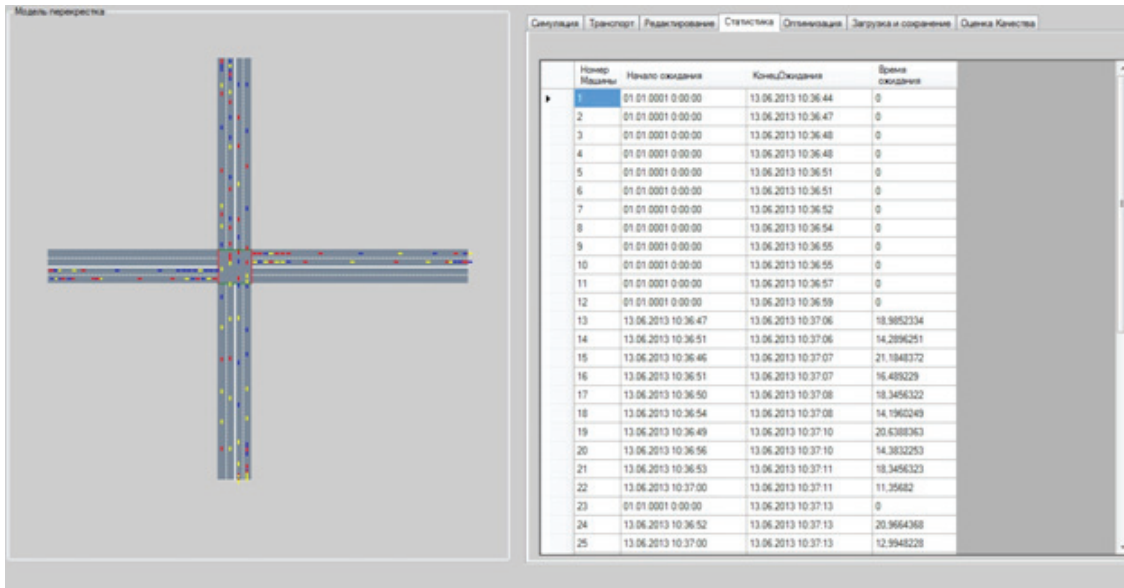


Рис. 3. Результат работы программы

1. Разработана программа моделирования регулируемого перекрестка.
2. Разработанная программа позволяет повысить эффективность управления транспортными и пешеход-

- ными потоками на регулируемом перекрестке.
3. Результаты работы могут быть использованы для дальнейшего исследования.

Литература:

1. Гультяев А.К. MATLAB 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие. — СПб: КОРОНА принт, 2001. — 400 с.
2. Гасников А. В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. — Москва, 2010. — 360 с.
3. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы/Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. — Ростов-на-Дону, 2004. — 400 с.

Информационная система для организации удаленной работы через сеть Internet

Соловьёв Дмитрий Сергеевич, студент;

Силаев Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

Ключевые слова: управление проектами, project management, b2b, MVC, C#, Web.

В настоящее время обычной практикой в бизнесе стало взаимодействие организаций с аутсорсинговыми компаниями для решения нетипичных задач организации. Для коммуникации между поставщиками услуг и заказчиками в организациях работают менеджеры проектов, которые берут на себя всю ответственность по взаимодействию между ними.

ООО СК «Цюрих» (Zurich) — одна из ведущих универсальных страховых компаний на российском рынке. Она выходит в группу Zurich Insurance. Ее представительства находятся во многих странах мира, в том числе и в Российской Федерации с 1996 года. Компания осуществляет страхование по различным направлениям, таким как автострахование, страхование имущества, страхование жизни и другим. Штат сотрудников насчитывает больше 60 000 человек по всему миру.

Внутри компании используются различные системы для ведения бизнеса. Основная система это КИАС. КИАС — страховая система для оформления полисов используемая штатными сотрудниками. Также есть система для оформления полисов доступная партнерам — В2В [2]. В2В (англ. Business to Business, буквально бизнес для

бизнеса) — термин, определяющий вид информационного и экономического взаимодействия, классифицированного по типу взаимодействующих субъектов, в данном случае — это юридические лица.

Естественно эти системы разработали сторонние компании, которые специализируются на разработке программного обеспечения для страхового бизнеса. И в процессе работы возникает потребность в доработке или исправлении ошибок этих систем. Для решения этих задач привлекаются аутсорсинговые компании. А взаимодействием занимаются менеджеры этих проектов.

Одним из способов улучшения эффективности работы менеджеров является внедрения системы для управления проектами.

Преимущества от внедрения системы для управления проектами следующие:

- повышение эффективности работы менеджеров;
- ускорение взаимодействия между менеджером и исполнителем;
- автоматизация ранее ручных операций.

Разрабатываемая система должна решить следующие задачи:

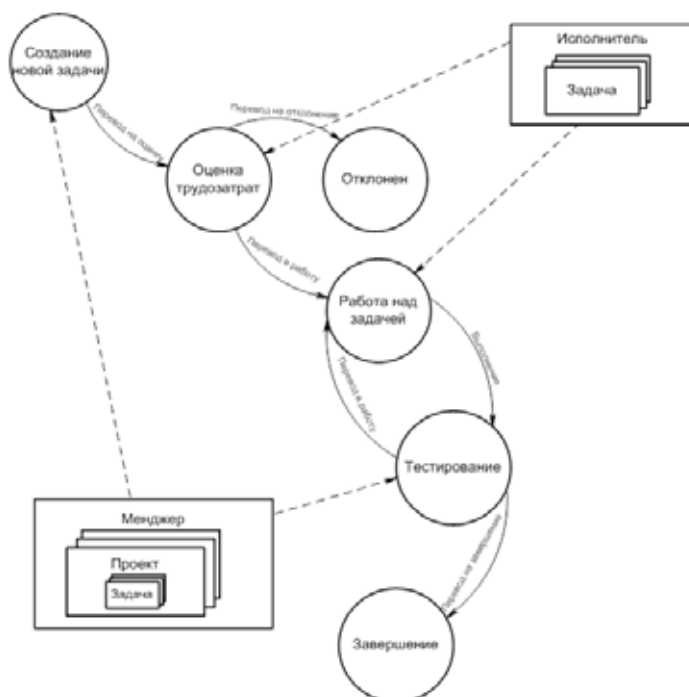


Рис. 1. Графическое описание процесса управления проектом

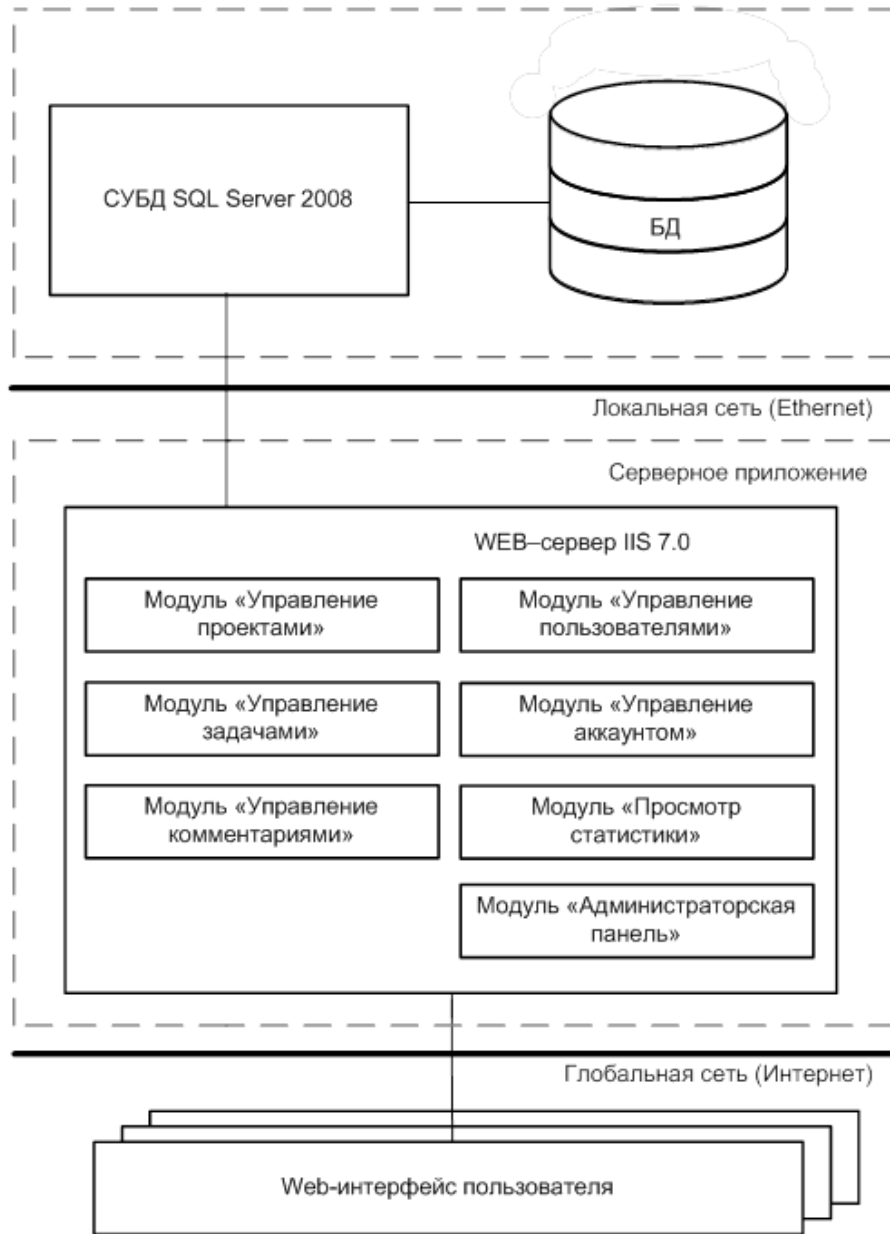


Рис. 2. Схема архитектуры распределенной системы

- переход на единую систему управления проектами;
- централизация информации о проектах;
- контроль ведения проектов и выполнения задач;
- коммуникация с удаленными сотрудниками.

Автоматизированная система для организации удаленной работы автоматизирует процесс управление проектом [1]. Управление проектом состоит из следующих действий:

- создание проекта;
- создание задач в проекте и подбор исполнителя;
- выполнение задач;
- закрытие задач;
- закрытие проекта.

Разрабатываемая система состоит из следующих модулей:

- модуль управления проектами;
 - модуль управления задачами;
 - модуль управления комментариями;
 - модуль для просмотра статистики;
 - модуль управления аккаунтом;
 - модуль администраторской панели;
 - модуль управления пользователями.
- В системе существуют следующие роли:
- администратор — этой роли доступен весь функционал системы;
 - менеджер — этой роли доступен функционал для управления проектами, задачами и для просмотра статистики;
 - исполнитель — для этого роли доступен функционал по работе с задачей.

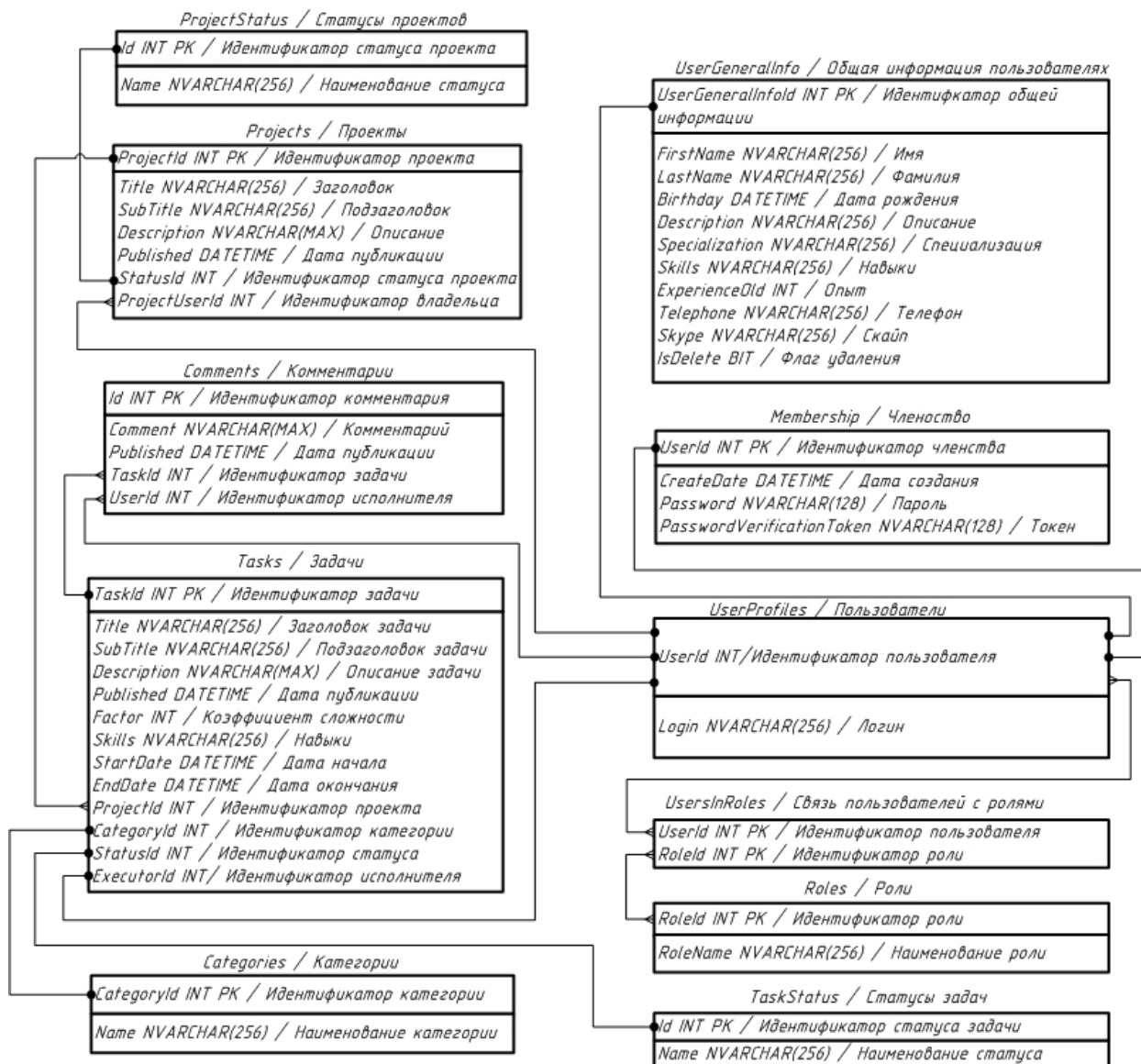


Рис. 3. Схема реляционной базы данных

Модуль «Управление проектами». Каждый менеджер ведет один или несколько проектов. В рамках проекта он создает задачи, которые должны выполнять исполнители. Этот модуль содержит весь функционал для управления проектами, а именно: создание проектов, просмотр проектов, редактирование информации о проекте и удаление. Проектами управляют менеджеры, поэтому этот функционал доступен только менеджерам проектов.

Модуль «Управление задачами». Служит для управления задачами, позволяет создавать задачи, просматривать, изменять и удалять. Задачи создаются в проектах, в них указывается описание, срок выполнения, и назначается исполнитель. В процессе работы над задачей исполнитель оставляет под ней комментарии и изменяет статус задачи показывающий этап на котором находится задача.

Модуль «Управление комментариями». Во время работы над задачей под ней исполнитель должен оставлять

комментарии, например чтобы задать вопросы, уточнить неясные особенности задачи или рассказать о выполненных действиях. Этот модуль содержит функционал для работы с комментариями. Позволяет создавать комментарии, просматривать, изменять и удалять.

Модуль «Управление аккаунтом». Содержит функционал, который позволяет аутентифицироваться пользователю в системе, выходить из системы и изменять информацию о себе.

Модуль «Администраторская панель». Модуль содержит администраторские функции, отображает ссылки на функции модуля «Управление пользователями».

Модуль «Управление пользователями». Система является закрытой, поэтому регистрация пользователей осуществляется только администраторами и по служебной записке, поэтому функционал этого модуля доступен только администраторам. Модуль позволяет регистрировать пользователей, удалять пользователей,

просматривать информацию о пользователях и изменять информацию о пользователях.

Модуль «Статистика». Никакой эффективный процесс управления не возможен без инструментов аналитики. Таким инструментом является этот модуль. Он позволяет просматривать статистику по проектам и задачам.

Автоматизированная система представляет собой трехуровневую архитектуру. На первом уровне находится база данных и сервер управления базой данных. На втором располагается веб сервер IIS, на котором находится серверное веб приложение, построенное по архитектуре модель, представление, контроллер (MVC), что позволяет легко расширять функционал системы и отделить бизнес логику приложения от представления. На по-

следнем уровне располагаются множество клиентов, которые являются браузерами.

Разработанная реляционная база данных состоит из 11 таблиц и показана на рисунке 3.

В результате внедрения системы управления проектами в страховую компанию ООО СК «Цюрих» были получены следующие результаты:

- процесс управления проектами стал более эффективным;
- менеджеры предприятия перешли на единую систему для управления проектами;
- информациях обо всех проектах собрана в одном централизованном месте;
- коммуникация с удаленными сотрудниками стала прозрачнее и быстрее.

Литература:

1. Microsoft Solutions Framework (MSF) — методология разработки программного обеспечения от Microsoft.
2. Sandhusen Richard Marketing. — Huppauge, N.Y: Barron's Educational Series, 2008.
3. Shelly Gary Systems analysis and design. — Boston, MA: Course Technology, Cengage Learning, 2011.
4. Автоматизированная система учёта услуг и распределения времени между клиентами, в сфере музыкальной репетиционной деятельности — Силаев Алексей Александрович, Кукушкин Александр Николаевич.
5. Разработка алгоритма по дистанционному управлению беспилотными объектами — Силаев Алексей Александрович, Пузанов Никита Анатольевич.
6. Автоматизированная система для ведения анализа данных о клиентах с целью оптимизации работы сбыта производственного предприятия — Дементьева Екатерина Викторовна, Силаев Алексей Александрович.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Увеличение значений физико-механических показателей БНД 90/130 за счёт введения полимерного модификатора и пластификатора на основе индустриального масла

Беляев Павел Серафимович, доктор технических наук, профессор;

Маликов Олег Георгиевич, кандидат технических наук, доцент;

Крушинский Леонид Александрович, магистрант;

Меркулов Сергей Александрович, аспирант

Тамбовский государственный технический университет

Некачественные дороги всегда были одной из проблем нашей страны. Низкие эксплуатационные характеристики материалов, используемых в дорожном строительстве, приводят к тому, что уже на 3–4 год эксплуатации подавляющему количеству дорог в России требуется проведение капитального ремонта, тогда как за рубежом средний межремонтный срок службы составляет 8–10 лет [1]. В большинстве случаев низкое качество дорожных покрытий связано с показателями некондиционного вяжущего, входящего в состав асфальтобетонных смесей (АБС). Поэтому, с улучшением качества дорожного вяжущего можно рассчитывать на улучшение эксплуатационных показателей дорожных покрытий [2].

Целью исследования является получение модификатора определенной рецептуры с использованием полимерных материалов, который улучшит эксплуатационные характеристики битума. В настоящее время в качестве модификаторов используется достаточно широкий спектр материалов, среди которых присутствуют: сера, каучуки (полибутадиеновый, натуральный, бутылкаучук, хлоропрен и др.), органо-марганцевые комплексы, термопластичные полимеры (полиэтилен, по-

липропилен, полистирол, этилен-винилацетат (ЭВА), термопластичные каучуки, полиуретан, олефиновые сополимеры, а также блок-сополимеры стирол-бутадиен-стирола (СБС) [3].

Тамбовская область относится к третьей дорожно-климатической зоне, поэтому для приготовления асфальтобетонных смесей рекомендуется использование дорожных битумов БНД 60/90 и БНД 90/130, отличающимися показателями температуры размягчения и пенетрации.

В качестве дорожного вяжущего был выбран битум марки БНД 90/130. Процесс модификации дорожного битума модификаторами проводилась в лопастном лабораторном смесителе периодического действия при температуре 160°C и скорости вращения перемешивающего устройства 800 об/мин в течение 60 минут [4].

Модификация битума осуществлялась совместным введением полиэтилена (ПЭ), термоэластопласта (ТЭП) и поверхностно-активной адгезионной добавки (ПААД) в различном соотношении от 0,1 % до 3 % модификатора. При оценке физико-механических характеристик была выявлена оптимальная рецептура вяжущего. Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. Физико-механические показатели БНД 90/130, модифицированного ТЭП, ПЭ и ПААД

Тип модификатора	Пенетрация, П25*0,1мм	Дуктильность, мм	Температура размягчения, С°	Эластичность, %
Исходный БНД 90/130 (08.2011)	114	765	46	0
Модификатор 1 (08.2011)	66	790	72	83
Модификатор 2 (08.2011)	52	600	72	86
Модификатор 3 (08.2011)	30	420	77	75
Модификатор 1 (09.2012)	52	625	69	75
Модификатор 1 (02.2012)	64	740	60	85

Как показали экспериментальные данные, представленные в таблице 1, лучшие физико-механическими показатели при введении в БНД имеет Модификатор 1, дуктильность и эластичность модифицированного вяжущего удовлетворяют требованиям ГОСТ для ПБВ, однако, при хранении из-за старения битума, его показатели, в частности пенетрация, ухудшаются. Для решения этой проблемы возникает необходимость введения в битум пластификатора, в качестве которого используется индустриальное масло И-40.

При модификации битума возникает вопрос о времени введения масла и его содержании, поскольку на высоких температурах масло может выгорать, в связи с этим были рассмотрены различные способы его введения в ПБВ:

в процессе смешения в смесителе при температуре 160 С° и в термошкафу. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что результаты изменения физико-механических свойств, зависят от способа и времени введения индустриального масла в дорожное вяжущее. Введение масла в конце цикла смешения и в термошкафу при температуре 120 С° имеют лучшие физико-механические показатели, что видно из представленного графика. Полученные вяжущие обладают высокими показателями дуктильности и пенетрации, температура размягчения и эластичность входят в пределы ГОСТ 52056–2003 «Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок сополимеров типа

Таблица 2. Физико-механические показатели БНД 90/130, модифицированного термоэластопластом ТЭП, полиэтиленом, поверхностно-активной адгезионной добавкой (ПААД) и индустриальным маслом И-40

Способ введения пластификатора	Пенетрация, П25*0,1мм	Дуктильность, мм	Температура размягчения, С°	Эластичность, %
Перемешивание с маслом 1 час в смесителе при t=160 С°	52	520	69	78
Перемешивание с маслом 15 минут в смесителе при t=160 С°	60	520	67	75
Перемешивание с маслом 1 минута в смесителе при t=160 С°	60	578	72	79
Перемешивание с маслом 30 секунд в смесителе при t=160 С°	62	586	76	73
Перемешивание в термошкафу при температуре 120 С°	73	629	67	71
Перемешивание в термошкафу при температуре 140 С°	64	280	70	70

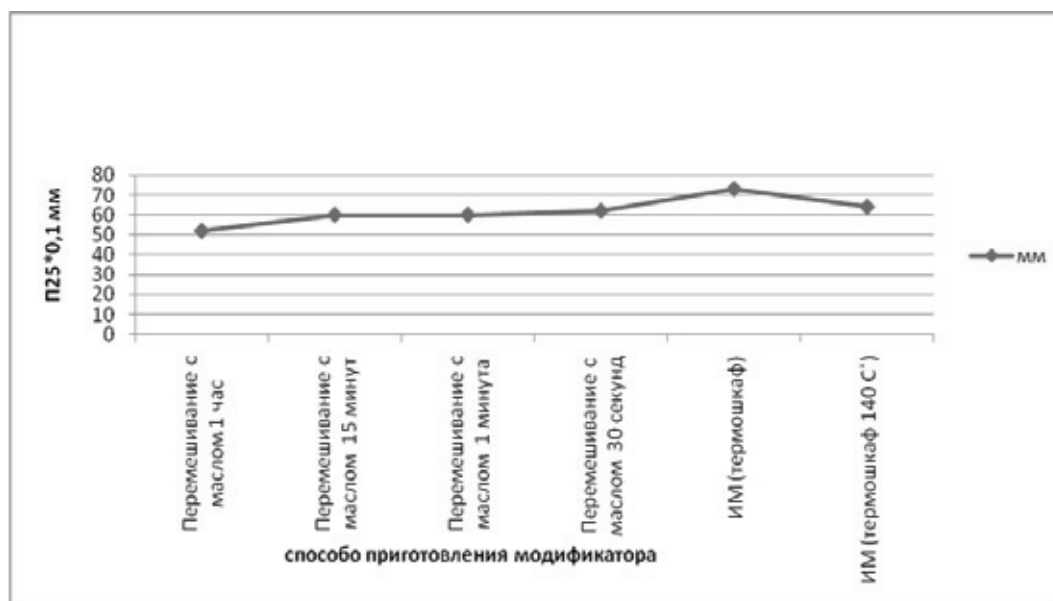


Рис. 1. Показатели пенетрации БНД 90/130, модифицированного термоэластопластом (ТЭП), полиэтиленом, поверхностно-активной адгезионной добавкой (ПААД) и индустриальным маслом И-40

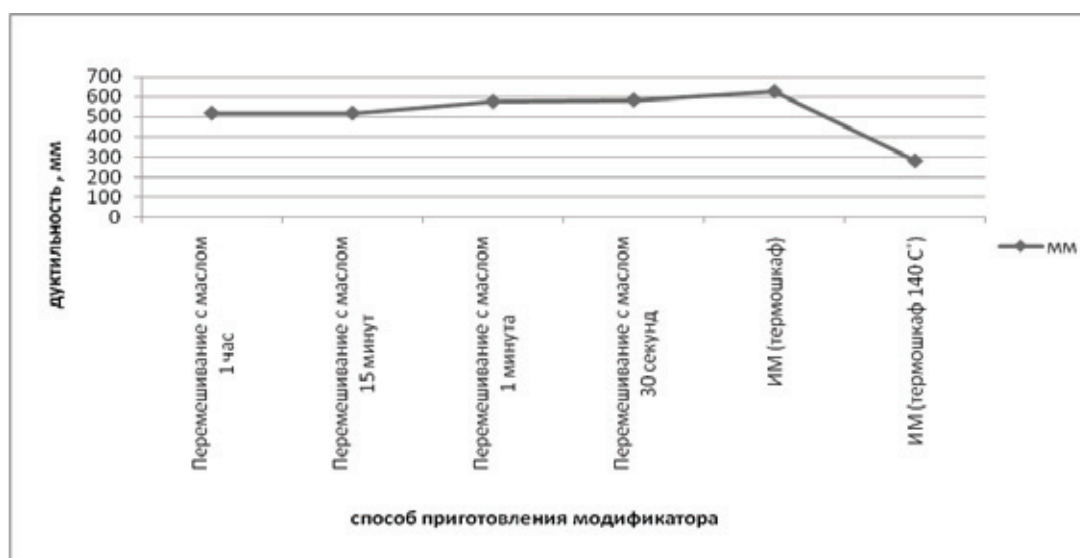


Рис. 2. Показатели дуктильности БНД 90/130, модифицированного термоэластопластом (ТЭП), полиэтиленом, поверхностно-активной адгезионной добавкой (ПААД) и индустриальным маслом И-40

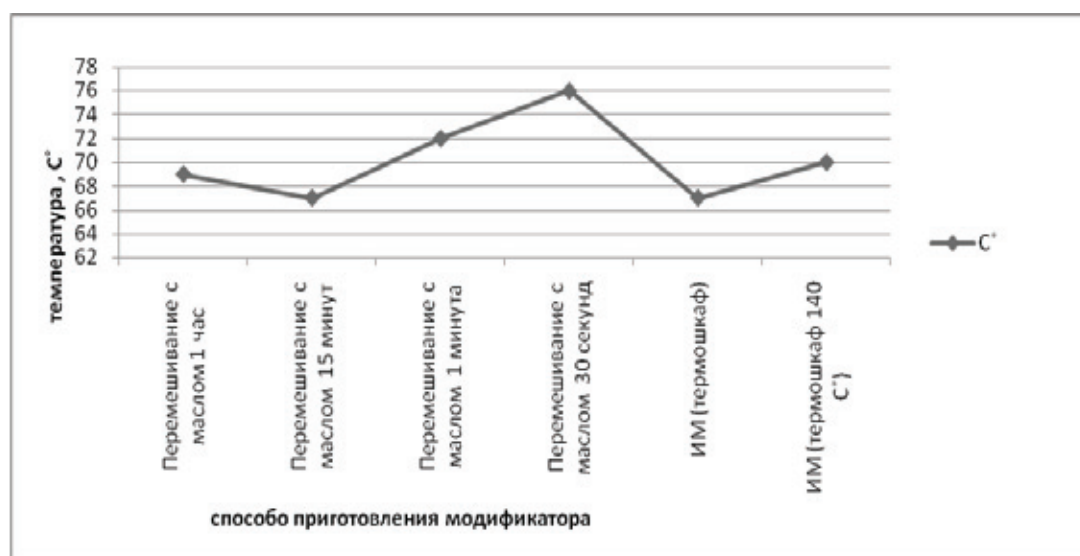


Рис. 3. Показатели температуры размягчения БНД 90/130, модифицированного термоэластопластом (ТЭП), полиэтиленом, поверхностно-активной адгезионной добавкой (ПААД) и индустриальным маслом И-40

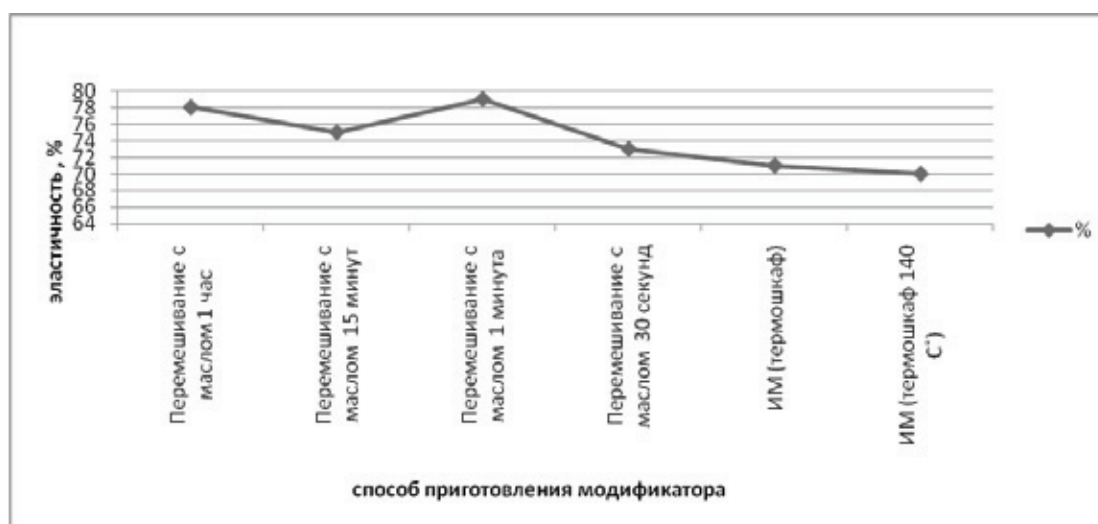


Рис. 4. Показатели эластичности БНД 90/130, модифицированного термоэластопластом (ТЭП), полиэтиленом, поверхностно-активной адгезионной добавкой (ПААД) и индустриальным маслом И-40

стирол-бутадиен-стирол», что полностью удовлетворяет требованиям Тамбовской области, находящейся в третьей дорожно-климатической зоне.

Увеличение температуры размягчения модифициро-

ванного ПБВ способствует уменьшению образования на дорожных покрытиях колеи в жаркие месяцы, а также улучшает показатели морозостойкости асфальтобетонных смесей [5].

Литература:

1. Гохман Л. М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимер-асфальтобетон: Учебно-методическое пособие / Л. М. Гохман — М.: ЗАО «Экон-информ», 2008. — 117 с.
2. Руденский А. В. Органические вяжущие для дорожного строительства / И. М. Руденская, А. В. Руденский — М.: «Транспорт», 1984. — 229 с.
3. Производство битумов в России: проблемы и задачи. — url: <http://www.zapsib-stroika.ru/profit/research/detail.php?ID=1089>
4. Беляев П. С. Модификация дорожного битума термоэластопластом ДСТ совместно с полиэтиленом / П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. П. Беляев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. П. Вернадского. Спецвыпуск 39. с 184–189.
5. Калгин Ю. И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов: монография / Ю. И. Калгин; Воронеж. гос. архит.—строит. ун-т. — Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. Ун-та, 2006. — 272 с.

Взаимосвязанные задачи в электроэнергетике — развитие, характерные черты и классификация по физическим полям

Крживка Владимир, докторант
Чешский технический университет (г. Прага)

Введение

Уже во времена восемнадцатого и девятнадцатого столетий были сформулированы макроскопические, детерминированные теории базовых дисциплин, в том числе и теории электромагнитного поля (Ганс Эрстед, Майкл Фарадей, Джеймс Клерк Максвелл), более подробно в [1]. Все эти теории, также как и полученные из них математические модели, изначально были использованы для теоретических, качественных прогнозов, а не для количественного изучения конкретных технических проблем. Для проведения конкретных технических расчетов в те времена были доступны только различные эмпирические формулы и лишь некоторые аналитические, графические, а позже — аналоговые методы. Данные методики и формулы можно было использовать только для решения ограниченного набора специализированных, а также значительно упрощенных задач [2].

Взаимосвязанные задачи в электроэнергетике

Повышение спроса на рабочие параметры (включая надежность, износостойкость, экономичность и экологичность) электрического оборудования всех типов приводит к необходимости в формировании обоснованных, подтвержденных представлений о свойствах и предположений поведения оборудования. Ранее большинство из

известных физических аспектов деятельности устройств оценивалось отдельно друг от друга. В настоящее время требуется глобальная оценка, при которой учитываются все взаимосвязи существенно влияющих факторов.

Электроэнергетические устройства характеризуются:

1) объединением в крупные системы, которые могут существенно влиять на деятельность устройства как изнутри, так и снаружи;

2) внутренними процессами, которые протекают внутри самого оборудования [3].

Внутренние процессы возникают путем взаимодействия, как правило, нескольких физических полей, которые в одно и то же время действуют на элемент. Задачи такого типа называются взаимосвязанными (от англ. *coupled problems* — связанные проблемы, задачи). Так как спектр таких задач очень широк, приведем примеры задач, в которых первичным является электромагнитное поле [3].

Количественно описать в реальном времени при взаимодействии (от англ. *simultaneous interaction* — одновременное взаимодействие) нескольких физических полей крайне сложно. В некоторых случаях уже тяжело построить достаточно правдоподобную физическую модель задачи, поскольку до конца не известно исчерпывающее описание всех физических процессов, которые должны быть приняты во внимание (например, процессы в выключателе электрической дуги очень высокого напряжения).

Таким образом, физическая модель задачи иногда является более или менее точным приближенным описанием реальности. Более далеким от действительности является математическая модель, которая физическую модель описывает количественно и иногда еще больше упрощает, несмотря на то, что связанные математические модели взаимосвязанных задач обычно складываются из нескольких частных дифференциальных уравнений, которые чаще всего являются нелинейными. Коэффициенты этих уравнений, выражающих свойства среды, могут быть зависимы от параметров состояния. Эти уравнения очень сложны для решения и в основном решаются с помощью численных методов, для этого требуется получить из непрерывной модели дискретную. После решения дискретной модели получим информацию о распределении искомых величин в дискретных точках пространства и времени, а за пределами найденных точек необходимо использовать интерполяционные или экстраполяционные методы [3].

Качественные изменения в средствах расчета, а следовательно и использование более глубоких теоретических подходов в решении технических проблем принесла в шестидесятых годах двадцатого столетия электронно-вычислительная техника. В последние 35 лет была разработана надежная методика из нескольких конкретных алгоритмов для решения дискретных моделей отдельных физических полей [3]. Достаточно проработаны следующие методы [4]:

- Метод конечных элементов,
- Метод конечных разностей,
- Метод граничных элементов,
- Метод конечных объемов и некоторые другие.

На их основе разработаны профессиональные программы. Приблизительно за последние пятнадцать лет интенсивно развивается методика далеко более сложных взаимосвязанных задач с попытками усовершенствовать понимание взаимодействия физических полей. Ситуация достаточно упрощается в случае слабо связанного взаимодействия (например, однонаправленное взаимодействие, в котором можно пренебречь обратной реакцией). Такие задачи могут быть решены путем расчетов первого поля, которое предоставляет знания о необходимых входных данных для моделирования смежных, связанных полей. Решение данных задач можно получить в таких программах как, COSMOS, ANSYS, FLUENT, FLUX, и т.д. [3].

Гораздо более сложная ситуация, где нельзя пренебречь обратной реакцией. Задачи данного типа должны решаться в квази (почти) или сильно связанных формулировках, что приводит к увеличению тяжести создания подходящих алгоритмов и их компьютерной реализации. Таким образом, на протяжении длительного времени данный тип задач и проблематик является очень актуальным и будет таковым на протяжении последующих нескольких десятков лет.

Одним из самых профессиональных программных обеспечений, подготовленных для решения данных задач, является Agros2D [5], который весьма популярен в Чеш-

ской республике и является открытой системой, т.е. свободно распространяется в сети Интернет.

Классификация взаимосвязанных задач

В этой части статьи приведем классификацию взаимосвязанных задач [2] из электроэнергетики в области сильно высокого напряжения, в которых главным является электромагнитное поле.

1. Задачи со взаимодействием электромагнитного и теплового полей

К данной группе можно отнести задачу индукционного нагрева. Индукционный нагрев использует явление, что при проходе обычного временного (периодического, гармонического, непериодического) переменного электрического тока в проводнике возникает соответствующее переменное электромагнитное поле, которое индуцирует в проводнике и его окружении вихревые токи, действующие против обычного переменного электрического тока, породившего их. В результате действия вихревых токов в проводнике возникают неравномерные Джоуль-потери, что приводит к нагреванию проводника, из-за чего меняются физические свойства проводника и, как следствие, значения токов вихревых и возбуждения. Индукционный нагрев является одним из самых универсальных методов электрического нагрева. С помощью данного метода можно реализовать большое количество процессов, для которых проводится нагрев металла: плавление, термическая обработка, сварка, пайка, закалка и др. Область применения индукционного нагрева расширяется в большинстве благодаря доступности более дешевых полупроводниковых источников питания. Можно предположить, что в данном столетии индукционный нагрев станет преобладающим способом нагрева.

Кроме того к данной группе относятся задачи из области сверхпроводимости, резистивного диэлектрического или микроволнового нагрева, а также постоянных магнитов с температурно зависящими характеристиками и т.д.

2. Задачи со взаимодействием электромагнитного и силовых полей

Электромагнитное поле характеризуется определенной энергией (т.е. способностью выполнять работу) и силовыми, мгновенными эффектами, действующими на конкретные тела. Энергия поля тесно связана с работой, которая должна быть затрачена для возникновения поля, при этом поле влияет на тела таким образом, чтобы в данной конфигурации такая энергия достигла своего экстремума. Типичным примером может служить электромагнитное или электродинамическое притяжение-отталкивание проводов или других компонентов системы высокого напряжения. Во многих случаях происходит взаимодействие электромагнитных полей, электрических, механических, гидравлических, пневматических контуров, например, электромагнитно управляемые выключатели, электромагниты с ферромагнитным ядром, акселераторы и другие устройства. В особых случаях можно к данной

категории отнести явления электрострикции и магнито-стрикции с последующими вибрациями и шумами.

3. Задачи со взаимодействием электромагнитного поля и поля термоупругих деформаций.

Речь идет о проблематике, при которой в результате температурного воздействия, связанного с электромагнитным полем и возникших внутренних сил, доходит к обратимым или необратимым деформациям упругого континуума. Классическим примером является индукционный нагрев металлических материалов с учетом термоупругой деформации, например, нагревание частей при монтаже или демонтаж соштампованных частей и т. д.

4. Задачи со взаимодействием электромагнитного, теплового и скоростного полей

При рассмотрении взаимодействия электромагнитного поля, например, с теплопроводностью, можно заметить распределение скоростей в зависимости от предыдущего поля. Типичным применением являются, например, газовая дугогасительная камера высокого и сверх высокого напряжений, жидкостные кулеры среднемощностных трансформаторов, проблематика биомеханических систем и процессов и т. п. Отдельной главой, которую можно отнести к данной группе, служит магнитогидродинамика, которая описывает взаимодействие макроскопического движения среды с соответствующим полем, т. е. взаимосвязь гидродинамики, которая изучает поведение жидкостей как континуума, и теории Максвелла, описывающей электрическое и магнитное поля. Использование магнитогидродинамики особенно распространено не только в астрономии, в физике плазмы, но и в таких прикладных областях, как производство электрической энергии, переливание жидких металлов, смешивание расплавленных металлов гармоническим электромагнитным полем, выделение электропроводящих или магнитных частиц в жидкостях, процессы в электролитах и проч.

Литература:

1. Mayer D.: Dějiny elektrotechniky. Skripta. Plzeň, ZČU, 1997
2. Škopek M.: Metody matematického a počítačového modelování vybraných sdružených úloh. Rigorózní práce. Plzeň, ZČU, 2000
3. Doležel I.: Sdružené úlohy v silnoproudé elektrotechnice a elektroenergetice. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://web.fel.zcu.cz/kte/predmety/jine/EDS/dalsi/COUP1.pdf> (дата обращения 1.6.2013).
4. Doležel I.: Matematické modely v elektromagnetismu. Studijní materiály. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://home.zcu.cz/~karban/teaching/mmем.php> (дата обращения 7.6.2013).
5. Karban P. et al: Agros2D — an application for the solution of physical fields. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://agros2d.org> (дата обращения 5.6.2013).

К проблематике взаимосвязанных задач с доминирующим влиянием электромагнитного поля могут быть отнесены и следующие задачи и вопросы:

Химическое изменение окружающей среды (распад и рекомбинация молекул определенных химических веществ, которые влияют на физические свойства среды). Типичным примером служат явления в дугогасительных камерах высокого и сверх высокого напряжений.

Физические изменения материалов, например, износ, возникающий в результате чрезмерного стресса (например, температурного), ведущего к уменьшению износостойкости компонентов в различных устройствах [4].

Заключение

Взаимосвязанные задачи достаточно сложны для моделирования и решения, что делает их моделирование и поиск методов решения актуальной задачей. При проработке достаточно обширных моделей, особенно нелинейных, очень сложно найти конкретные физические величины и характеристики использованных материалов и сред. Для того, чтобы предложенные связанные модели отвечали реальности и были вырешены, потребуется более качественная и скоростная вычислительная техника для увеличения стабильности и снижения ошибок. Решение моделей взаимосвязанных физических полей улучшает подготовку к производству, симуляцию и тестирование работы оборудования, прогнозирование поведения в различных ситуациях, а также наилучшим способом помогает комплексно описать устройство, его поведение в рабочем состоянии. Таким образом, несмотря на сложность решения взаимосвязанных задач, данное направление является перспективным для дальнейшего развития и совершенствования методов решения моделей задач таких типов.

Визуализация математических имитационных сетевых моделей ГТД в системе моделирования DVIGw

Кривцов Дмитрий Анатольевич, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет (Республика Башкортостан)

В работе рассмотрен способ представления и получения геометрического потока в системе имитационного моделирования ГТД DVIGw. Показана актуальность применения данного потока и способы развития системы в данном направлении, а также создана модель ТРДД для учебно-тренировочного самолета с внедренным в нее геометрическим информационным потоком.

Ключевые слова: авиационный двигатель, математическая модель, информационные потоки, визуализация

Имитационная математическая модель авиационного двигателя развивается вместе с изделием на протяжении всего жизненного цикла изделия. Существуют модели единые многоуровневые, а также модели, соответствующие каждому этапу жизненного цикла ГТД (этапы проектирования, сдача в серийное производство, испытания, доводка, эксплуатация на летательном аппарате или на земле, ремонт). Такие модели обладают целым рядом одинаковых качеств и признаков и могут создаваться в разных версиях единой системы DVIG. К подобным признакам относятся модульность моделей и наличие в моделях различных информационных потоков [1].

Информационные потоки отвечают за взаимосвязь параметров модели ГТД и бывают газодинамические, механические, тепловые и др. В данной работе на примере математической модели ТРДД для учебно-тренировочного самолета с помощью метаСАПР/Framework SAMСТО версии 2.35 в системе имитационного моделирования (СИМ) DVIGw реализована возможность вводить в имитационные модели геометрический поток (рисунок 1, верхний поток в каждом из двух идущих параллельно другу другу информационных потоков).

тационные модели геометрический поток (рисунок 1, верхний поток в каждом из двух идущих параллельно другу другу информационных потоков).

1. Введение геометрического потока

Данный поток позволяет системе производить расчеты диаметров и площадей всех характерных сечений двигателя, а после выдавать их вместе с выходными данными каждого узла двигателя (рисунок 2), а также передавать их дальше по потоку с целью согласования между собой всех узлов ГТД, в частности, размеров проточной части двигателя.

Необходимым условием расчета геометрических параметров проточной части двигателя в данной версии системы DVIGw является задание приведенной скорости потока во входном устройстве двигателя и в некоторых других его узлах, например, на выходе из камеры сгорания. Данное условие в совокупности с данными о температурах, давлениях и расходах рабочего тела каж-

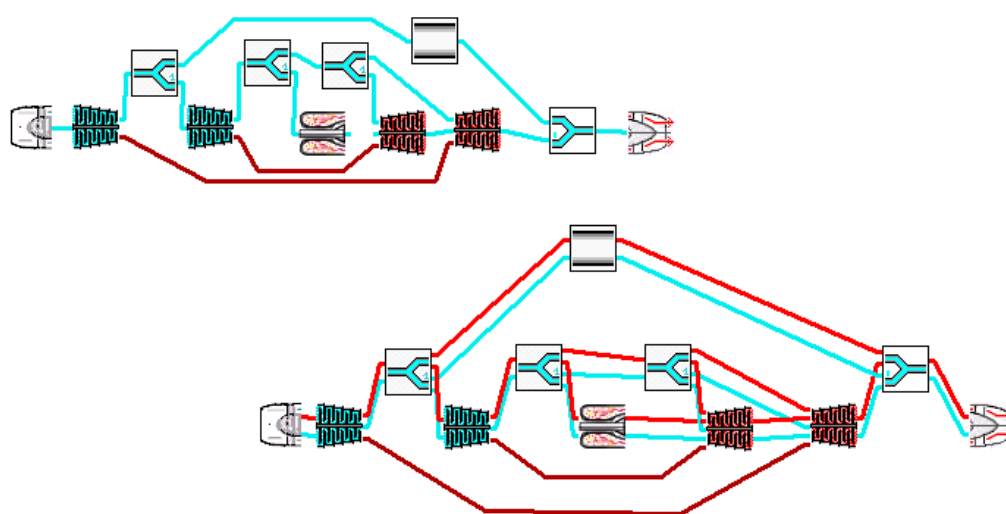


Рис. 1. Математическая модель ТРДД для учебно-тренировочного самолета без геометрического потока и с геометрическим информационным потоком в СИМ DVIGw

Компрессор 2	
Входные параметры	Выходные параметры
Адиабатический кпд компрессора, [-]	0.855
Давление за компрессором, [кПа]	338.273495213581
Запас устойчивости компрессора, [%]	Неизвестно
Мощность компрессора, [кВт]	6560.64251758193
Площадь на входе в компрессор, [м²]	0.2407
Площадь на выходе из компрессора, [м²]	0.101
Приведенная скорость на входе в компрессор, [-]	0.7
Приведенная скорость на выходе из компрессора, [-]	0.5
Приведенная частота вращения	17556
Приведенный расход воздуха на входе в компрессор, [кг/с]	47.124
Расход воздуха через компрессор, [кг/с]	47.1239999172627
Степень повышения давления, [-]	3.3385
Температура за компрессором, [К]	431.480346160257
Удельная работа компрессора, [кДж/кг]	139.220832889837
Частота вращения ротора	17556

Рис. 2. Выходные данные элемента модели «Компрессор 2» с выводом площадей на входе и выходе

ного сечения двигателя (получаемых с испытательных стендов или в результате расчета данной модели) позволяет использовать для нахождения площадей уравнение расхода:

$$F_{\text{сечения}} = \frac{G_{\text{сечения}} \cdot \sqrt{T_{\text{осечения}}}}{\bar{m} \cdot P_{\text{осечения}} \cdot q(\lambda_{\text{сечения}})} \quad (1)$$

где $G_{\text{сечения}}$ — расход рабочего тела через сечение, $T_{\text{осечения}}$, $P_{\text{осечения}}$, $q(\lambda_{\text{сечения}})$ — температура, давление и приведенный расход рабочего тела через сечение двигателя соответственно.

Таким образом можно сказать, что геометрические потоки были реализованы во всех системных элементах, в которых имеются газодинамические потоки. Число потоков, несущих в себе геометрию узлов, должно равняться числу потоков, несущих в себе газодинамические параметры.

В системных элементах, в которых происходит разделение или соединение газодинамического потока (например, «смеситель» или «газовая турбина») эти условия обеспечивались с помощью простых математических операций сложения или вычитания геометрических параметров.

Данный подход к созданию имитационных моделей позволяет в решить целый ряд задач в данной области.

Он упрощает алгоритм системы — не требуется больше написание уравнений для каждого узла двигателя, отвечающих за нахождение площадей, диаметров и приведенных скоростей в узле двигателя на входе и выходе из него. Достаточно находить параметры на выходе и с помощью информационного потока передавать их в следующий элемент модели.

Также создание геометрического потока играет существенную роль в развитии идеи измененного обращения

и представления универсальной характеристики компрессора [2]. Предлагается переводить характеристики компрессора в другие координаты (на первом этапе вместо степени повышения давления используется изоэнтропический напор (H_S), а в дальнейшем перейти к представлению теоретического (H_T) и изоэнтропического (H_S) напоров как функций приведенной скорости на входе λ_{1a} и приведенной частоты вращения $n_{пр}$). Представление в качестве аргумента функции приведенной скорости на входе в компрессор возможно только при наличии среди исходных данных для расчета элемента «компрессор» либо самого значения приведенной скорости, либо площади на входе в компрессор, зная которую и используя уравнение (1) нетрудно находить необходимый аргумент. В связи с этим удобно использовать новый информационный поток, который принесет в качестве исходных данных геометрические параметры компрессора на входе в него.

2. Представление о визуализации имитационных моделей ГТД

Следует отметить, что введение геометрического потока является первым шагом к становлению и появлению функции визуализации математических моделей двигателя в СИМ *DVIG*.

Создание визуализации модулей узлов, путем расчета в каждом из них геометрии с последующим выводом ее в программу для создания чертежей (например, двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения *AutoCAD* [3]) (а впоследствии и 3D-моделей) узлов. Это позволит получать схемы проточной части, достаточно точные для начальных этапов проектирования новых двигателей и виды узлов ГТД для дальнейшего использования их при создании конструкции этих узлов при проектировании (рисунок 3).

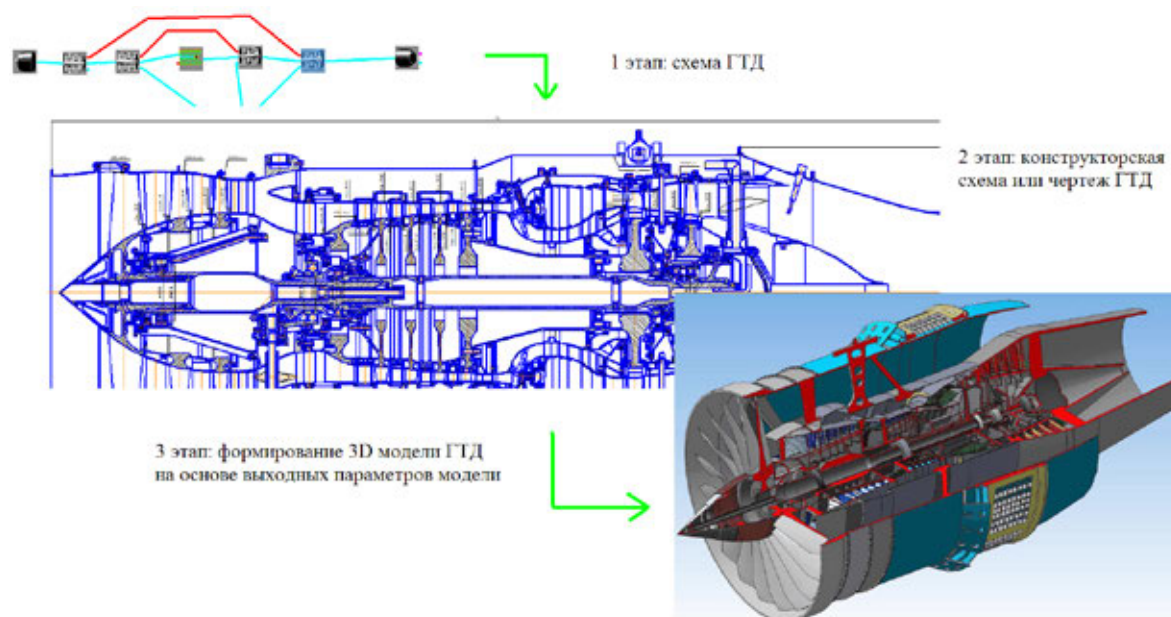


Рис. 3. Перспективы создания визуализации собранных моделей в СИМ DVIGw

3. Выводы

Предложен вариант создания нового информационного геометрического потока в СИМ DVIG. Рассмотрены особенности использования этого потока в различных типах системных элементов этой системы. Предложен более рациональный способ нахождения геометрических параметров основных рабочих сечений двигателя.

Апробация разработанных методов и средств построения картины геометрических параметров модели конкретного двигателя проведена с помощью разрабо-

танной измененной версии DVIGgeometry с использованием модели ТРДД для учебно-тренировочного самолета.

В качестве развития данной идеи предложен способ дополнения алгоритма программы, позволяющий системе строить 3D-модели проточной части и узлов ГТД с точностью, удовлетворяющей начальным этапам проектирования, что соответствует основным принципам организации системного автоматизированного проектирования двигателей и позволит реализовать данный подход в одной системе [5].

Литература:

1. И. А. Кривошеев, О. Н. Иванова, И. М. Горюнов. Использование средств имитационного сетевого моделирования ГТД на этапе идентификации моделей по результатам испытаний // Вестник УГАТУ. Т. 6, № 1 (12), 2005.
2. Использование методов идентификации на различных этапах жизненного цикла технических систем / И. А. Кривошеев, Д. А. Ахмедзянов, А. Е. Кишалов, К. Е. Рожков // Вестник Иркутского государственного технического университета, № 1 (72), 2013, С. 25–33.
3. Алтуфьева Т. Ю., Галимова М. П., Кривцов Д. А и др. Экономическое пространство: теория и реалии / Монография // Москва: Экономика, 2011. — 374 с., с. 288–295.
4. Норенков И. П. Автоматизированное проектирование / Норенков И. П. // Москва — 2000. — 188 с.
5. Кривошеев И. А. Разработка CALS-технологии проектирования авиационных двигателей // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Уфа — 2000.

Характеристика и показатели качества некоторых видов растительных масел

Лукин Александр Анатольевич, преподаватель

Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (г. Челябинск), Институт экономики, торговли и технологий

Пирожинский Сергей Геннадьевич, соискатель

Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (г. Челябинск)

Кукурузное масло

Кукуруза не относится к масличным культурам, ма-слосодержащей частью зерна является зародыш, масса которого составляет не более 10 % от массы зерна. Зародыши зерновой кукурузы представляют собой отходы переработки кукурузы на предприятиях мукомольно-крупяного и крахмалопаточного производств. Содержание в них масла колеблется от 12–26 % до 45–50 % в зависимости от способа их отделения в процессе переработки зерна.

Кукурузное масло получают методом холодного или горячего прессования, а также экстракцией. Сырое кукурузное масло может быть от светло-желтого до красновато-коричневого цвета, оно обладает характерным вкусом и ароматом. По всем показателям качества кукурузное масло должно соответствовать требованиям ГОСТ 8808–2000.

Кукурузное масло характеризуется высокой пищевой ценностью благодаря высокому содержанию олеиновой и линолевой жирных кислот. В то же время масло достаточно устойчиво к окислению, предположительно потому, что 98 % ненасыщенных кислот находится в положении *sn*-2, а внешние положения *sn*-1 и *sn*-3 занимают насыщенные и небольшое количество ненасыщенных кислот. Такое положение в определенной степени защищает ненасыщенные кислоты от окисления. Дополнительным защитным фактором является присутствие токоферолов (18,6 мг/100 г) и малых концентраций феруловой кислоты, также проявляющей антиоксидантные свойства.

Оливковое масло

Оливковое масло получают из мякоти плодов маслины (оливы) европейской *Olea europaea L.*, содержащих до 55 % масла.

В нашей стране ГОСТ на оливковое масло отсутствует.

Для оливкового масла установлен специальный стандарт Codex Alimentarius «Стандарт кодекса для оливковых масел и оливковых масел из выжимок (CODEX STAN 33–1981, REV. 2–2003)», в котором даются определения всех видов оливковых масел.

Требования по составу и параметрам качества к маслам каждой категории подробно описаны в Стандарте.

По существу, различают два основных типа оливкового масла — нерафинированное и рафинированное. Нерафинированное масло первого холодного отжима, назы-

ваемое также «Virgin» (вирджинское масло), выделяемое методом холодного прессования плодов, представляет собой чистую, прозрачную жидкость желтого или зелено-желтого цвета (сказывается присутствие хлорофилла) с особым характерным запахом, обусловленным множеством летучих соединений. Горечь масла обусловлена гликозидом окуроепином. Вкус и запах зависят от сорта оливок, их зрелости, методов выращивания, сбора и прессования плодов. При охлаждении до 10 °С такое масло мутнеет, а при 0 °С застывает. Масло неустойчиво при хранении за счет высокого содержания белковых веществ и слизи, создающих благоприятную среду для развития микроорганизмов и повышения кислотности. Среди жирных кислот преобладает олеиновая, на ее долю приходится 65–83 % от общего количества жирных кислот. Около 12 % составляет линолевая кислота, около 13 % — пальмитиновая. В нерафинированном масле присутствуют фосфолипиды, стерины, токоферолы, каротиноиды, сквален, тритерпеновые соединения и другие природные компоненты маслин. Рафинированное оливковое масло — чистая, прозрачная жидкость, зелено-желтого цвета или бесцветная; при охлаждении мутнеет и застывает аналогично вирджинскому.

Особенность строения триглицеридов оливкового масла появляется в том, что, в отличие от триглицеридов большинства растительных масел, в молекулах которых положение *sn*-2 занимает преимущественно диненасыщенная линолевая кислота, в оливковом масле мононенасыщенная олеиновая чаще всего расположена именно в этой позиции. Линолевая кислота в большинстве случаев связана с первичной спиртовой группой в положении *sn*-3. Предполагают, что такая особенность строения триглицеридов является причиной высокой биологической активности олеиновой кислоты в метаболических процессах, обуславливающей полезные свойства оливкового масла. По своему влиянию на здоровье человека олеиновая кислота, принадлежащая к семейству ω -9, приравнивается к действию полиненасыщенных жирных кислот. Оливковое масло оказывает благоприятное воздействие на физико-химические характеристики липопротеинов плазмы крови, препятствует развитию ожирения и остеопороза, снижает уровень глюкозы в крови.

Из-за доминирования в составе триглицеридов оливкового масла мононенасыщенной олеиновой кислоты, пониженного содержания линолевой и незначительного количества триненасыщенной линоленовой, а также благодаря присутствию токоферола, оливковое масло оки-

сляется медленно, особенно при хранении и темноте в герметично закрытых стеклянных бутылках [3].

Рапсовое масло

Особенностью жирнокислотного состава традиционного рапсового масла является присутствие эруковой кислоты — (от 5 до 60 %), которая плохо поддается действию ферментной системы человека, медленно усваивается, отрицательно влияет на состояние миокарда, способствуя развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Особенностью семян рапса является присутствие органических соединений серы — тиогликозидов, которые при распаде образуют токсические соединения. На основании результатов медицинских исследований ФАО/ВОЗ ограничили содержание эруковой кислоты в пищевых маслах до 5 %, тиогликозидов — до 3 %.

Возможность широкого пищевого использования рапсового масла появилась благодаря выведению в Канаде в 1964 г. новых сортов растений, зарегистрированных под названием «канола», масло которых практически не содержит эруковую кислоту. Позже аналогичные сорта рапса были выведены и в нашей стране.

Нормативные показатели качества и безопасности рапсового масла регламентируются ГОСТ 8988—2002 «Масло рапсовое. Технические условия».

Жирнокислотный состав низкоэрукового рапсового масла характеризуется низким уровнем насыщенных жирных кислот (менее 7 % от общего количества жирных кислот), относительно высоким уровнем мононенасыщенной олеиновой кислоты (до 65 %) и средним уровнем полиненасыщенных жирных кислот (30–32 %).

Большое значение имеет содержание в масле различных сопутствующих веществ, в частности, токоферолов (430–1680 мг/кг) [1].

Рыжиковое масло

Масло получают из семян рыжика посевного ярвого методом экстракции или прессования. Жирные кислоты представлены, главным образом, линолевой и α -линоленовой. Кроме того, масло содержит олеиновую, эйкозеновую, пальмитиновую кислоты.

Рыжиковое масло отличается высоким содержанием токоферолов — 785–821 мг %, в том числе α -токоферола — 26–30 мг %, γ -токоферола — 728–756 мг %, δ -токоферола — 19–21 мг %. Токотриенолы и β -токоферол в рыжиковом масле не обнаружены.

Масло служит хорошим источником полиненасыщенных жирных кислот с относительно высоким содержанием представителя семейства ω -3.

Горчичное масло

Горчичное масло имеет коричневато-желтый или зеленовато-желтый цвет, острый привкус, обусловленный

высоким содержащим алиловых летучих эфирных масел, которые образуются при ферментативном расщеплении гликозидов, присутствующих в растениях семейства крестоцветных. Пищевое горчичное масло должно отвечать требованиям ГОСТ 8807—94. Оно выпускается только в нерафинированном виде, в зависимости от показателей качества — высшего, первого и второго сорта. В некоторых районах Поволжья масло высшего и первого сортов используют в пищу в натуральном виде. Оно применяется также в хлебопекарном, кондитерском, консервном производствах.

По жирнокислотному профилю горчичное масло схоже с рапсовым. В традиционных сортах в значительных количествах присутствует эруковая кислота. Российскими селекционерами выведены новые безэруковые сорта горчицы, масло которых содержит не более 5 % эруковой кислоты.

Тыквенное масло

Тыквенное масло представляет собой жидкость, цвет которой варьирует от зеленовато-коричневого до красно-коричневого с зеленым оттенком в тонком слое. Масло имеет приятный запах и вкус.

На долю незаменимых жирных кислот (линолевой, линоленовой) приходится до 60 % от общего количества жирных кислот. Тыквенное масло содержит каротиноиды, фосфолипиды, стерины, флавоноиды, витамины. Токоферолы представлены, в основном, β - и γ -изомерами, α -изомер отсутствует. Эта особенность состава токоферолов служит идентификационным признаком подлинности тыквенного масла.

Являясь ценным источником биологически активных соединений, тыквенное масло часто используется в качестве профилактического средства в виде биологически активной добавки к пище.

Масло зародышей пшеницы

Масло зародышей пшеницы получают из зародышевых хлопьев пшеницы *Triticum vulgare*, остающихся в отходах после переработки зерна на муку. Содержание масла в них составляет в среднем 14 %, извлечение масла происходит с низким выходом и требует щадящих условий, необходимых для сохранения лабильных биологически активных веществ, обуславливающих его высокую физиологическую ценность.

Липидный состав масла зародышей пшеницы во многом зависит от способа его выделения.

Прессование зародышей пшеницы с отделением масла осуществляют в интервале температур 60–70°C, при давлении 100–150 атм. и времени пребывания в прессе не более 5 мин.

Высокая пищевая ценность масла обусловлена сочетанием большого количества ненасыщенных жирных кислот и витаминов.

Витаминный состав масла определяется в основном качеством исходного зерна. Высшие показатели характерны для масла, полученного из зародышей пшеницы твердых сортов.

Масло из зародышей пшеницы содержит максимальное количество витамина Е из всех известных растительных масел. При этом в нем преобладают наиболее активные формы токоферолов — α -токоферол, а суммарное количество β -, γ -, σ -токоферолов — 93 мг %, токоферола-ацетата — 83 мг %.

В фитостериновой фракции масла (1,2–1,6 мг %) обнаружены ситостерин, кампестерин, эргостерин, брассикастерин, стигмастерин, десмостерин, неозгостерин.

В настоящее время масло зародышей пшеницы чаще применяется в форме биологически активной добавки к пище, способствующей улучшению липидного спектра крови и оказывающей сильное антиоксидантное воздействие в организме [2].

Льняное масло

В настоящее время в нашей стране льняное масло производится в небольшом объеме и потребляется не столько в виде пищевого продукта, сколько в составе биологически активных добавок к пище.

Масло представляет собой жидкость светло-желтого цвета с буроватым оттенком, его отличает приятный, хотя и специфический вкус, легкая горечь, масло имеет характерный запах.

Наиболее важными компонентами льняного масла являются α -линоленовая кислота (40–68 %) и линолевая кислота (10–30 %). Около 10 % приходится на долю олеиновой кислоты и столько же — на долю насыщенных жирных кислот. Кроме того, льняное масло содержит токоферол (около 120 мг/100 г).

В народной медицине льняное масло издавна используют в качестве послабляющего и желчегонного средства. В настоящее время на его основе производятся биологически активные добавки.

Литература:

1. Лукин А.А. Функциональные свойства подсолнечного масла / А.А. Лукин // Молодой ученый. — 2013. — № 6. — С. 68–70.
2. Рудаков О.Б. Жиры. Химический состав и экспертиза качества // М.: ДелиПринт, 2005. — 351 с.
3. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 2003. — 360 с.

Моделирование результатов решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины

Меснянкин Марк Вадимович, старший преподаватель;
Мерко Михаил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
Колотов Андрей Васильевич, кандидат технических наук, доцент;
Митяев Александр Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Рассматривается пример моделирования результатов частных случаев решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров симметричных структурных схем механизмов с замкнутой системой тел качения (ЗСТК) с диаметрами равной величины.

Ключевые слова: механизм с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины, механизм-прототип, эксцентриковый механизм качения, тела качения, сепаратор, дорожка качения, геометрические параметры, зазор между телами качения.

Обеспечение требуемых величин показателей качества механизмов приводов технологического оборудования является одним из приоритетных направлений модернизации и развития промышленного потенциала России. Достижение данной цели возможно только посредством комплексного решения задач по определению

величин геометрических параметров новых видов механизмов приводов технологического оборудования. К подобным механизмам относятся механизмы с замкнутой системой тел качения (ЗСТК), которые могут содержать в своей структуре тела качения с диаметрами как равной, так и разной величины. Механизм с ЗСТК с диаметрами

равной величины является механизмом-прототипом для эксцентрикового механизма качения (ЭМК) как с зазором между телами качения, так и без данного параметра, который также может быть классифицирован как механизм с ЗСТК с диаметрами разной величины. Для ЭМК характерно смещение центров дорожек качения колец относительно друг друга на величину эксцентриситета и наличие замкнутой системы тел качения с диаметрами разной величины [1]. Тела качения механизмов данного вида могут обладать или гладкими рабочими поверхностями (фрикционные) [1...12] или поверхностями с выступами (зубчатые) [13...19]. Коллектив авторов проводит теоретические и экспериментальные исследования геометрических и кинематических параметров исполнительных механизмов технологического оборудования разработанного на базе механизмов данного вида с диаметрами разной (эксцентриковые) [1, 2, 9...11, 14...18] или равной (соосные) [3...8, 12, 13, 19] величины. В процессе реализации данных исследований было установлено, что задача по определению величин номинальных значений геометрических параметров механизмов с замкнутой системой тел качения равной величины является не линейной и при начальных условиях, что все исходные параметры постоянные величины и больше нуля, может не иметь решения, т. е.

$$\begin{cases} (R_H = \text{const}) > 0, \\ (R_B = \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ (c = \text{const}) \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

где R_B и R_H — радиусы дорожек качения внутреннего и наружного колец; r — радиус тел качения; c — зазор между телами качения.

Для исключения подобных ситуаций в работах [3...8] авторами сформированы области существования и составлена расчетная модель механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины как с зазором между телами качения, так и без данного параметра (рис. 1), где $ДК_B$, $ДК_H$ — дорожки качения внутреннего и наружного колец; O_B и O_H — геометрические центры дорожек качения внутреннего и наружного колец; C — сепаратор (водило); r_0 , r_1 , r_i и β_0 , β_1 , β_i — радиусы и углы положения тел качения. Области существования используются для выбора величин исходных данных необходимых для решения задачи по определению величин номинальных значений геометрических параметров. Для решения системы (1) необходим ввод поправки в расчет, считая, что один из исходных параметров является величиной переменной. Вариация значениями радиуса тел качения и зазора не позволяет достичь требуемого результата. В этом случае получаем, что решение этой задачи возможно по двум направлениям ввода поправки в расчет геометрических параметров, т. е. $R_H \neq \text{const}$ или $R_B \neq \text{const}$, тогда система начальных условий (1) претерпит некоторые изменения

$$\begin{cases} (R_H \neq \text{const}) > 0, \\ (R_B = \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ (c = \text{const}) \geq 0, \end{cases} \quad (2)$$

или

$$\begin{cases} (R_H = \text{const}) > 0, \\ (R_B \neq \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ (c = \text{const}) \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

Каждая из систем (2) или (3) в зависимости от наличия или отсутствия зазора между телами качения получит два возможных варианта решения. Для механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с зазором системы (2) и (3) примут вид

$$\begin{cases} (R_H \neq \text{const}) > 0, \\ (R_B = \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ (c = \text{const}) > 0, \end{cases} \quad (4)$$

или

$$\begin{cases} (R_H = \text{const}) > 0, \\ (R_B \neq \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ (c = \text{const}) > 0. \end{cases} \quad (5)$$

При реализации структуры механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины без зазора между телами качения системы (2) и (3) будут выглядеть как

$$\begin{cases} (R_H \neq \text{const}) > 0, \\ (R_B = \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ c = 0, \end{cases} \quad (6)$$

или

$$\begin{cases} (R_H = \text{const}) > 0, \\ (R_B \neq \text{const}) > 0, \\ (r = \text{const}) > 0, \\ c = 0. \end{cases} \quad (7)$$

С целью подтверждения правильности разработанного метода проведем решение систем (4)... (7) для механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины для обоих направлений ввода поправки как при наличии зазора между телами качения, так и при отсутствии в структуре данного параметра. Вычисления выполняем, варьируя значениями радиусов дорожек качения наружного и внутреннего колец в интервале (55...100), числом тел качения в диапазоне (0...100) и величиной зазора между этими звеньями в ин-

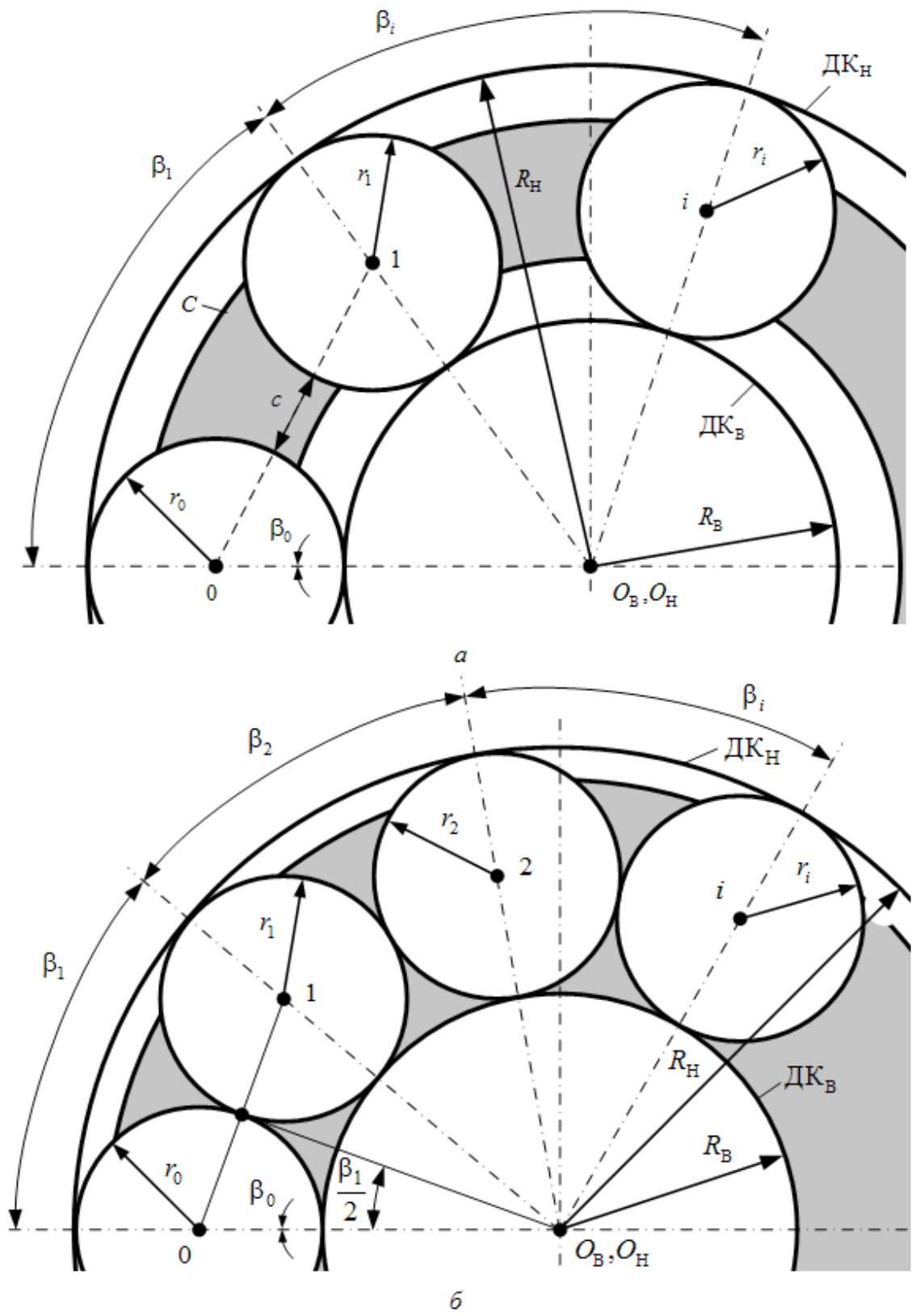


Рис. 1. Расчетная модель механизма с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины

тервале (2...10) мм. Для повышения эффективности выполняемых расчетов авторами разработано программное обеспечение, которое представляет собой программный комплекс «Эксцентрик» зарегистрированный в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) [20].

По полученным результатам выполняем компьютерное моделирование всех вариантов симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины для обоих направлений ввода поправки как при наличии зазора между телами качения (рис. 1, а), так и при отсутствии в структуре данного параметра (рис. 1,

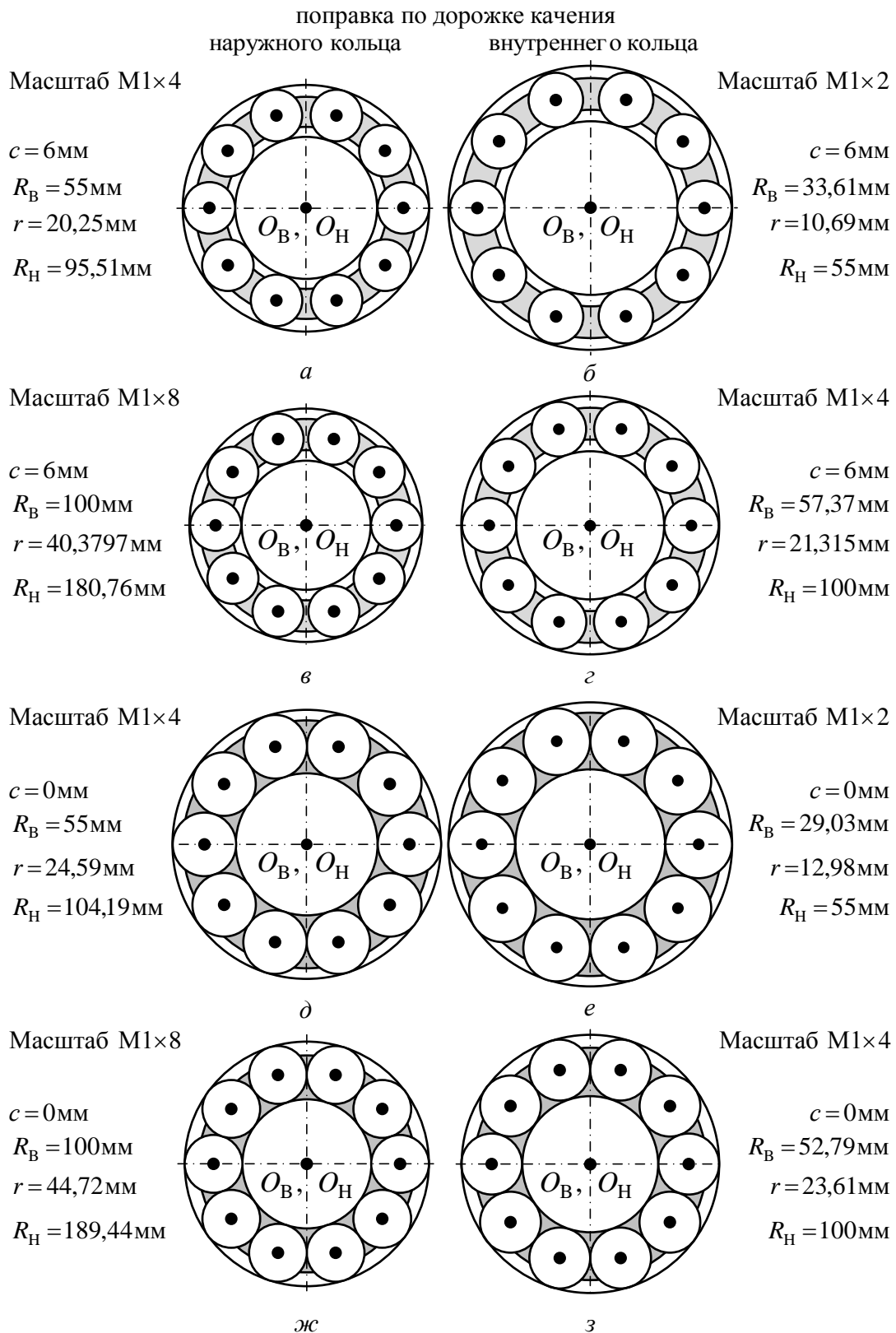


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины

б). Примеры результатов приводим при наличии зазора на (рис. 2, а...г), а при отсутствии в структуре данного параметра на (рис. 2, д...з).

Анализ результатов решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров и компьютерного моделирования (рис. 2) механизмов

с ЗСТК с диаметрами равной величины, показывает, что наличие зазора между телами качения при вводе поправки в расчет по дорожке качения наружного кольца приводит к уменьшению габаритных размеров механизма. Данное явление есть следствие снижения величин радиусов тел качения и дорожки качения наружного кольца

при постоянной величине дорожки качения внутреннего кольца. В тоже время при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца наличие зазора между телами качения не оказывает влияния на габаритные размеры механизма, однако приводит к уменьшению величин радиусов тел качения и к увеличению радиуса дорожки качения внутреннего кольца. Следовательно, не зависимо от направления ввода поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров наличие зазора вызывает уменьшение радиусов тел качения, что в дальнейшем отрицательно скажется на характере качения данных звеньев и увеличит их склонность к проскальзыванию. Вариация числа тел качения в большую сторону оказывает аналогичный характер изменений. При вводе поправки в расчет геометрических параметров механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины

по дорожке качения наружного кольца рост числа тел качения позволяет снизить величины радиусов этих звеньев и радиуса дорожки качения наружного кольца при постоянной величине радиуса дорожки качения внутреннего кольца. При вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца вызывает рост ее радиуса при пропорциональном снижении величин радиусов тел качения не зависимо от наличия или отсутствия зазора между этими звеньями.

В результате проделанных действий получены и решены все частные случаи задачи по определению номинальных величин геометрических параметров механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины, что позволяет обеспечить достижение требуемых величин показателей качества механизмов приводов технологического оборудования.

Литература:

1. Мерко М. А. Кинематические и геометрические характеристики эксцентрикового механизма качения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.02. Красноярск, 2002. 26 с.
2. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Митяев А. Е., Колотов А. В. Анализ взаимозависимостей геометрических параметров эксцентрикового механизма качения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 11. С. 180–184.
3. Меснянкин М. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Митяев А. Е. Определение границ областей существования механизмов-прототипов эксцентрикового механизма качения при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 12. С. 138–142.
4. Меснянкин М. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Митяев А. Е., Белякова С. А. Определение границ областей существования механизма-прототипа ЭМК без сепаратора при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2013. Т.3. № 1. С. 33–38.
5. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Колотов А. В. Формирование областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с сепаратором (водило) при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 76–80.
6. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Колотов А. В. Формирование областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с сепаратором (водило) при вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 4. с. 54–58.
7. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Митяев А. Е. Зависимость областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазора между телами качения при вводе поправкой по дорожке качения внутреннего кольца // Молодой ученый. 2013. № 5. С. 79–83.
8. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Колотов А. В. Определение координат звеньев механизма с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 3. с. 68–73.
9. Меснянкин М. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Беляков Е. В., Белякова С. А. Математическая модель ЭМК с сепаратором при ведущем внутреннем кольце // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т.5. № 4. С. 62–67.
10. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Митяев А. Е. Описание математической модели механизма-прототипа ЭМК с сепаратором (водило) при ведущем внутреннем кольце // Молодой ученый. 2013. № 3. С. 71–75.
11. Меснянкин М. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Митяев А. Е. Результаты решения задачи о положениях звеньев ЭМК при ведущем внутреннем кольце // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 1. С. 35–41.
12. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Колотов А. В. Передаточные отношения механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазором при ведущем внутреннем кольце и вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Молодой ученый. 2013. № 6. С. 71–75.
13. Колотов А. В., Мерко М. А., Меснянкин М. В., Беляков Е. В. Автоматизированное проектирование зубчатых механизмов приводов технологического оборудования со связанными цилиндрическими колесами // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 4. С. 51–57.

14. Беляков Е. В., Колотов А. В., Мерко М. А., Меснянкин М. В. Применение САПР при исследовании эксцентрикового планетарного механизма // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 3. С. 109–112.
15. Беляков Е. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Меснянкин М. В., Митяев А. Е. Обеспечение требуемого движения выходного звена эксцентрикового эпициклического механизма // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т.5. № 4. С. 47–51.
16. Белякова С. А., Груздев Д. Е., Беляков А. Н., Мерко М. А., Меснянкин М. В., Колотов А. В. Применение дифференциального механизма для шлифования плоских поверхностей // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т.5. № 4. С. 51–56.
17. Мерко М. А., Беляков Е. В., Колотов А. В., Меснянкин М. В., Митяев А. Е. Повышение качества обработки плоских поверхностей шлифовальной машиной с эксцентриковым эпициклическим механизмом // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2013. Т. 3. № 1. С. 15–19.
18. Белякова С. А., Груздев Д. Е., Беляков А. Н., Мерко М. А., Колотов А. В., Меснянкин М. В. Применение планетарного механизма для шлифования плоских поверхностей // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2013. Т.3. № 1. С. 19–25.
19. Колотов А. В., Мерко М. А., Митяев А. Е., Беляков Е. В., Груздев Д. Е. Обеспечение условия требуемой толщины зуба при вершине для рядных цилиндрических передач методом объемного блокирующего контура // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2013. Т. 3. № 1. С. 25–33.
20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012614197. Программный комплекс «Эксцентрик» / Меснянкин А. В., Мерко М. А., Колотов А. В., Груздев Д. Е., Митяев А. Е., Беляков Е. В.; заявитель и правообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»; заявка № 2012612100 от 22.03.12; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.05.12.

Реализация комплексного подхода по обеспечению выполнимости административных регламентов

Науменко Владимир Викторович, аспирант
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье рассматривается комплексный подход по обеспечению выполнимости административных регламентов на основе решения задач сложной системы в среде радикалов.

Ключевые слова: административный регламент, среда радикалов.

Современные темпы развития информационного общества требуют создание технической платформы, упрощающих процедуры взаимодействия общества и государства с использованием информационных и телекоммуникационных технологий. Реализация Федеральной целевой программы (ФЦП) «Электронная Россия» (2002–2010 годы) привело к созданию в органах государственного управления и местного самоуправления специализированных информационных систем, предназначенных для предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде, а также связанных с ними государственных функций.

В настоящее время на рынке представлено множество программных решений, предназначенных для построения таких информационных систем, которые в совокупности с информационной инфраструктурой организации образуют систему исполнения регламентов (СИР). Основное

назначение СИР — это выполнение административных регламентов (АР) государственных и муниципальных услуг в электронном виде, то есть выполнение электронных регламентов (ЭАР).

Важно отметить, что согласно 210-ФЗ [1], а также ряда других нормативно-правовых актов, к СИР предъявляются жесткие требования к срокам предоставления государственных и муниципальных услуг, которые реализуются в виде нормативного времени выполнения для каждой административной процедуры и АР в целом. При этом, за нарушение сроков предоставления государственных и муниципальных услуг (согласно КоАП РФ от 30.12.2001 № 195-ФЗ) предусмотрена ответственность, как для организации, так и для должностных лиц, также организация терпит издержки из-за обработки жалоб от заявителей.

На решение данных проблем направлены методики, приведенные в работах Данилина А. В., С. И. Неделко,

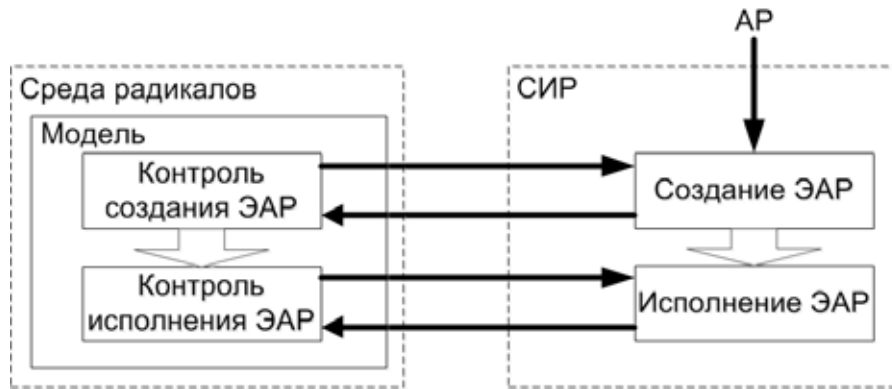


Рис. 1. Схема контроля выполнимости АР

А. В. Осташкова, цель которых является моделирование и оптимизация АР предоставления государственных услуг с целью повышения эффективности управления деятельностью органами государственного управления РФ. Однако в процессе исполнения даже хорошо спроектированных АР возникает ряд трудностей, связанных с обеспечением требуемых показателей выполнимости АР. При этом также необходимо учитывать, что большинство АР разрабатываются без какой-либо ориентации на реальную информационную платформу и организационную структуру («как есть»), что создает дополнительные трудности выполнения требований стандарта предоставляемой услуги.

Таким образом, показатели выполнимости АР, становятся ключевыми в оценке качества СИР, определяющими не только качество и безопасность информационной подсистемы, но и качество предоставляемых ЭАР. Следовательно, существует актуальная научная задача повышения выполнимости АР при выполнении СИР функций по предоставлению государственных и муниципальных услуг.

Анализ, проведенный в [2], показал, что проблемы выполнимости АР связаны с наличием в системе информационных конфликтов, которые в свою очередь связаны с:

- логической противоречивостью АР;
- недостаточностью ресурсов (исполнителей) при выполнении задач АР;
- несогласованностью показателей выполняемых задач АР и показателей информационно-технической платформы.

Для решения проблем выполнимости АР автором предлагается воспользоваться имитационным моделированием в сочетании с математическими средствами поиска и устранения информационных конфликтов.

В качестве метода моделирования сложных систем была выбрана среда радикалов [3], реализующая системную безопасность, и предполагает под собой реализацию двух составляющих, а именно:

- создание символической модели всей проблемной области сложной системы, то есть, «картины мира сложной

системы», включающей саму систему, ее окружение и отражающей все проблемы жизненного цикла системы;

- создание специального информационно-программного оснащения этой модели (картины мира) средствами обеспечения системной безопасности сложной системы. Целью такого оснащения является обеспечение системной безопасности сложной системы при решении задач ее жизненного цикла путем моделирования, анализа и синтеза проблемной области системы, включая окружение системы, ее отдельных составляющих, ее характеристик, адаптацию и прогнозирование поведения системы, и многое другое.

При этом под картиной мира «картины мира сложной системы» применительно к объекту исследования будет пониматься модель СИР, содержащую параметры и свойства элементов системы, отражающие ее состояние и структуру.

В качестве средства построения модели СИР в данном подходе применяется язык схем радикалов. Понятие радикала является главным понятием математической информатики [3]. Под радикалом понимается любая функциональная система, имеющая два доступных извне состояния: активное и пассивное. Активный радикал функционирует, согласно своему предназначению, а пассивный радикал нет. Множество радикалов со связями между собой является средой радикалов.

Важно отметить, что, вне зависимости от особенностей программной и технической реализации, в основе построения СИР лежит формализованная совокупность информационных процессов, структура которой разрабатывается путем перевода АР в электронный вид (проектирование ЭАР). Следовательно, совокупность АР, реализуемая в отдельно взятой СИР, является техническим заданием (ТЗ) на разработку системы (см. рисунок 1).

На данном этапе система обеспечения выполнимости АР должна решать задачи поиска и устранения информационных конфликтов, логической противоречивости описания АР. После решения задачи проектирования ЭАР, в процессе его исполнения в СИР возникают конфликты,

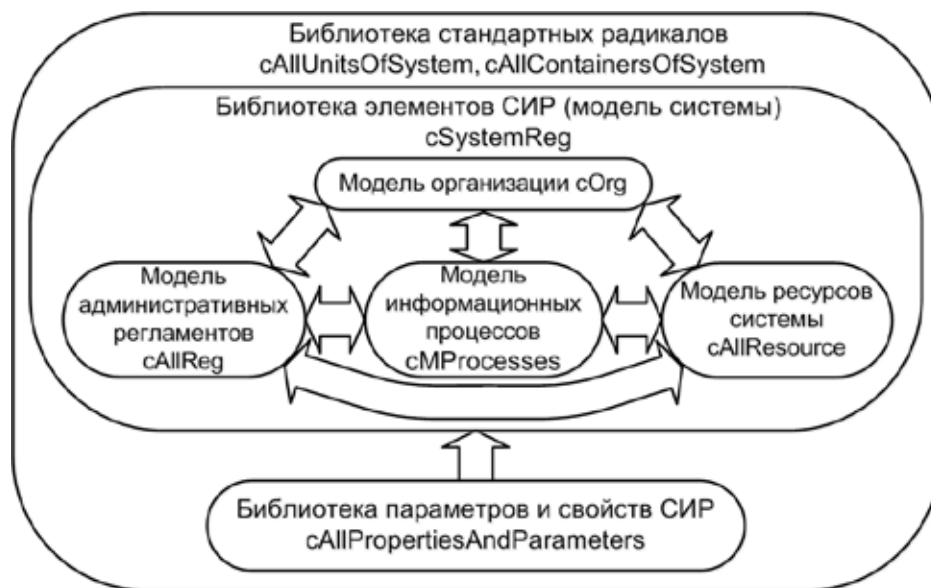


Рис. 2. Концептуальная схема построения опорной среды радикалов

связанные с выполнением информационных процессов, и теперь задача системы обеспечения выполнимости АР состоит в своевременном выявлении и устранении данных противоречий. Из данных утверждений следует, что система обеспечения выполнимости АР должна работать в двух режимах — статичном и динамичном, реализуя устранение информационных конфликтов на каждом из этапах функционирования системы.

Для реализации системы обеспечения выполнимости АР на языке схем радикалов было проведено моделирование СИР в среде радикалов и построено формализованное описание объекта с учетом особенностей языка схем радикалов. Концептуальная схема построения опорной среды радикалов приведена на рисунке 2.

На основе языка схем радикалов и модели согласования разработана активирующая подсистема обеспечения выполнимости АР, которая реализует замкнутую систему управления моделью СИР и способна решать задачи по выявлению информационных конфликтов и их устранению в процессе выполнения задач АР.

Активирующая подсистема обеспечения выполнимости АР в *статичном режиме* решает следующие задачи:

- разработка интерфейса для ввода данных в опорную среду, необходимых для формирования модели объекта;
- разработка механизма поиска и устранения информационных конфликтов в процессе создания модели объекта.

Динамический режим, в свою очередь, должен реализовать:

- механизм ввода данных, преобразующих схему радикалов в соответствии с изменениями в СИР;
- анализ и контроль входных данных с учетом их влияния на элементы СИР и на выполнимость АР системы в целом;

— механизмы поиска и устранения информационных конфликтов, связанных с изменениями в СИР, с использованием средств управления и математических средств.

Рассмотрим предлагаемую активирующую подсистему обеспечения выполнимости АР (см. рисунок 3), которая состоит из шести взаимодействующих между собой систем.

Система сбора данных cTerminalInSystem — контейнер, объединяющий терминальные контейнеры, их схемы, используемые для сбора данных из СИР, либо из опорной среды.

Система анализа поступающих данных cUltraDataAnalytics — контейнер, объединяющий все ультраконтейнеры их схемы, которые реализуют в среде радикалов специальные математические средства, направленные на анализ поступающих в систему данных.

Система контроля выполнимости АР cUltraControlFR — контейнер, объединяющий все ультраконтейнеры их схемы, которые реализуют в среде радикалов специальные математические средства, направленные на поиск в опорной среде конфликтных схем, либо схем, способных привести к конфликту.

Система устранения конфликтов cUltraDelConflict — контейнер, объединяющий ультраконтейнеры, которые реализуют в среде радикалов специальные математические средства, направленные на устранение информационных конфликтов в СИР, включает в себя два ультраконтейнера cUltraDelConflict → {cUltraNoResource; cUltraNoIntegrity}, где:

- cUltraNoIntegrity — контейнер, реализующий в среде радикалов специальные математические средства, направленные на устранение информационных конфликтов, связанных логической противоречивостью структуры ЭАР, отсутствие целостности процесса, неполноты описания и т. п.

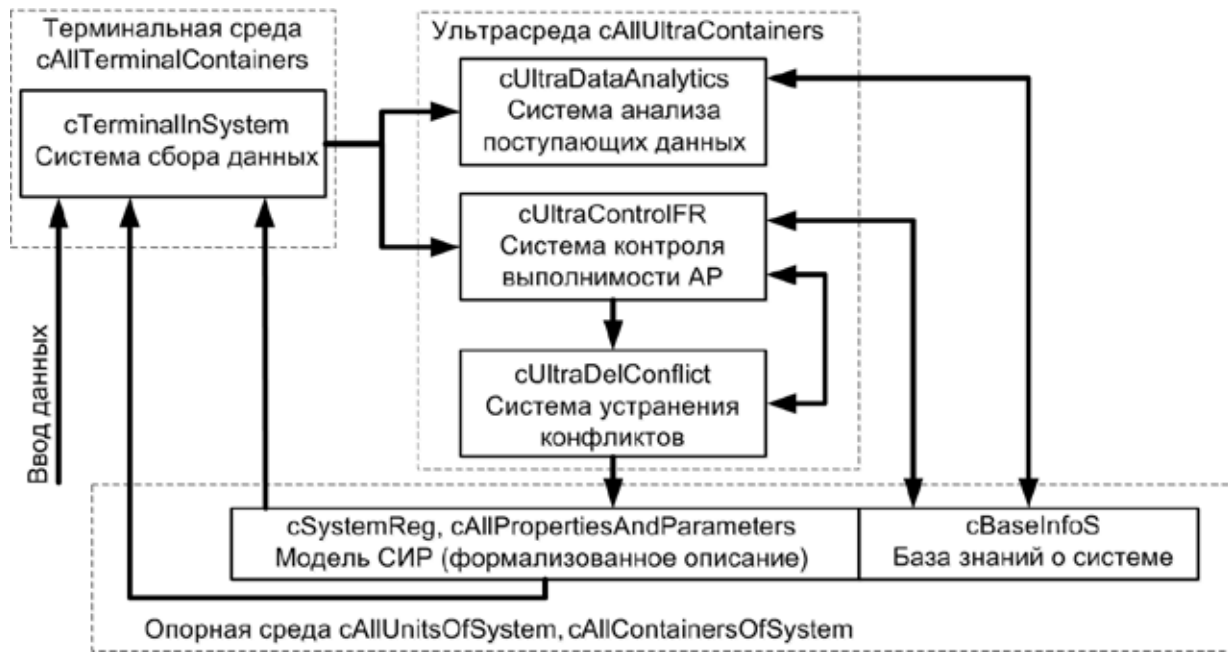


Рис. 3. Функциональная схема активирующей подсистемы обеспечения выполнимости АР

— *cUltraNoResource* — контейнер, реализующий в среде радикалов специальные математические средства, направленные на устранение информационных конфликтов, связанных с недостаточностью ресурсов, а также реализацию алгоритмов оптимального распределения ресурсов.

База знаний о системе cBaseInfoS — контейнер опорной среды, включающий в себя радикалы и их схемы, формируемые *системой анализа поступающих cUltraDataAnalytics*, и содержащие в себе сведения о влиянии входных данных на структуру, свойства, особенности функционирования моделируемой системы, а также в целом на безопасность и все возможные конфликтные схемы радикалов. Возможные конфликтные схемы радикалов, входящие в *базу знаний* используются *системой контроля выполнимости АР* для поиска в опорной среде конфликтных схем.

Среда формирования запросов (на рисунке 3 не показана) — представляет собой штатную систему, обес-

печивающую создание и выполнение запросов в опорную, ультра- и терминальную среды, а также создание и удаление радикалов и звеньев.

С использованием языка схем радикалов и математических средств решения задач ухода (устранения) информационных конфликтов разработаны элементы активирующей подсистемы обеспечения выполнимости АР.

Таким образом, разработанная активирующая подсистема обеспечения выполнимости АР полностью решает задачи, связанные с поиском и устранением информационных конфликтов, реализуя тем самым комплексный подход к обеспечению выполнимости АР.

Реализация активирующей подсистемы обеспечения выполнимости АР в виде программного сопровождения управленческой деятельности позволит вывести систему государственного управления на качественно новый уровень путем непрерывного мониторинга и устранения конфликтов в процессе выполнения административных регламентов.

Литература:

1. Федеральный закон «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» № 210-ФЗ от 27 июля 2010 года.
2. Копытов В. В., Науменко В. В., Минин В. А., Зайцев А. А. Анализ проблем обеспечения бесконфликтного выполнения электронных административных регламентов // Сб. науч. ст. / Ставропольский филиал ИГУТИ. Ставрополь, 2012. Вып. XII. С. 72–78.
3. Чечкин А. В. Обеспечение информационно-системной безопасности сложной системы на основе среды нейрорадикалов ее проблемной области. — Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2008, № 7.
4. Мониторинг государственных и муниципальных услуг в регионе как стратегический инструмент повышения качества регионального управления: опыт, проблемы, рекомендации. Учебное пособие / С. И. Неделько, А. В. Осташков, С. В. Матюкин, В. Н. Ретинская, И. А. Мурзина, И. Г. Кревский, А. В. Луканин, О. С. Кошевой. Под общ. ред. В. В. Маркина, А. В. Осташкова. — Москва, 2008. — 321 с.

5. Данилин А.В. Электронные государственные услуги и административные регламенты: от политической задачи к архитектуре «электронного правительства». — М.: ИНФРА-М, 2004.

Применение светодиодных светильников с автоматическим управлением для организации совмещенного освещения в помещениях жилых и общественных зданий

Прокопьев Сергей Вячеславович, инженер
ЗАО «РТСофт»

Ульянов Роман Сергеевич, студент магистратуры;
Шиколенко Илья Андреевич, студент магистратуры
Московский государственный строительный университет

В данной статье рассмотрены возможность и рациональность применения автоматически управляемой системы светодиодного освещения с регулируемым спектральным составом излучения, для обеспечения совмещенного освещения помещений с постоянным пребыванием людей.

Ключевые слова: *светодиод, автоматическое управление, совмещенное освещение, спектральный состав излучения.*

Комфортные условия труда и жизни во многом зависят от освещения производственных и жилых помещений.

Все мы обращали внимание, что в осенне-зимний период у многих людей часто наблюдается ухудшение настроения, снижение иммунитета, сонливость, понижение работоспособности, фиксируется рост несчастных случаев на производствах. Зачастую, снижение защитных сил организма может быть вызвано недостаточным количеством солнечного света, который необходим для совершения обменных процессов, функционирования центральной нервной системы и формирования витаминного баланса в организме. [1]

Как известно, в жилых и производственных помещениях используется естественное и искусственное освещение. Естественное освещение может меняться не только в зависимости от времени года, но и от времени суток, погодных условий, также большое значение имеет местность проживания [2].

Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность, так как обладает благоприятным для зрения человека спектральным составом и оказывает положительное воздействие на психологическое состояние человека [2]. Отсутствие или недостаток естественного освещения в рабочем помещении классифицируют как вредный производственный фактор.

В нашей стране существуют нормативы для естественного и искусственного освещения различных помещений согласно их назначению. На практике же при естественном освещении достаточно часто ввиду различных конструктивных решений построек, имеет место возникновение затемнённых участков в помещениях. В случае если недостаток естественного освещения обоснован, допустимо обеспечить совмещенное освещение [3].

Основные светотехнические характеристики применительно к освещению, как вредному фактору следующие: освещенность, яркость, блескость, коэффициент пульсации освещенности [2]. Как пониженные, так и повышенные предельно допустимые показатели данных характеристик ухудшают условия зрительного восприятия, приводят к утомлению глаз и снижению работоспособности. Для обеспечения оптимального светового режима крайне важно подобрать источники освещения, удовлетворяющие требованиям соответствующих нормативных документов.

Анализ современных тенденций развития светотехники показывает целесообразность применения в качестве осветительных приборов светодиодных ламп. Технология светодиодного освещения приводит к понижению показателя пульсации освещения, улучшению энергетической эффективности за счет увеличения светоотдачи, также применение светодиодного освещения значительно увеличивает срок службы осветительного прибора и снимает часть сложностей при проведении процедуры его утилизации. [4] На текущий момент светодиодные светильники, постепенно вытесняют лампы накаливания, а также люминесцентные лампы. Тем не менее, следует заметить, что при разработке систем освещения на базе светодиодов, зачастую не раскрывается полный потенциал технологии. В отличие от ламп накаливания и люминесцентных ламп, светодиоды позволяют более гибко управлять спектральным составом и яркостью излучения. Для раскрытия потенциала технологии освещения была разработана «Концепция системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов» [5] (далее Концепция), суть данной концепции заключается в создании автоматической системы освещения, которая позволит

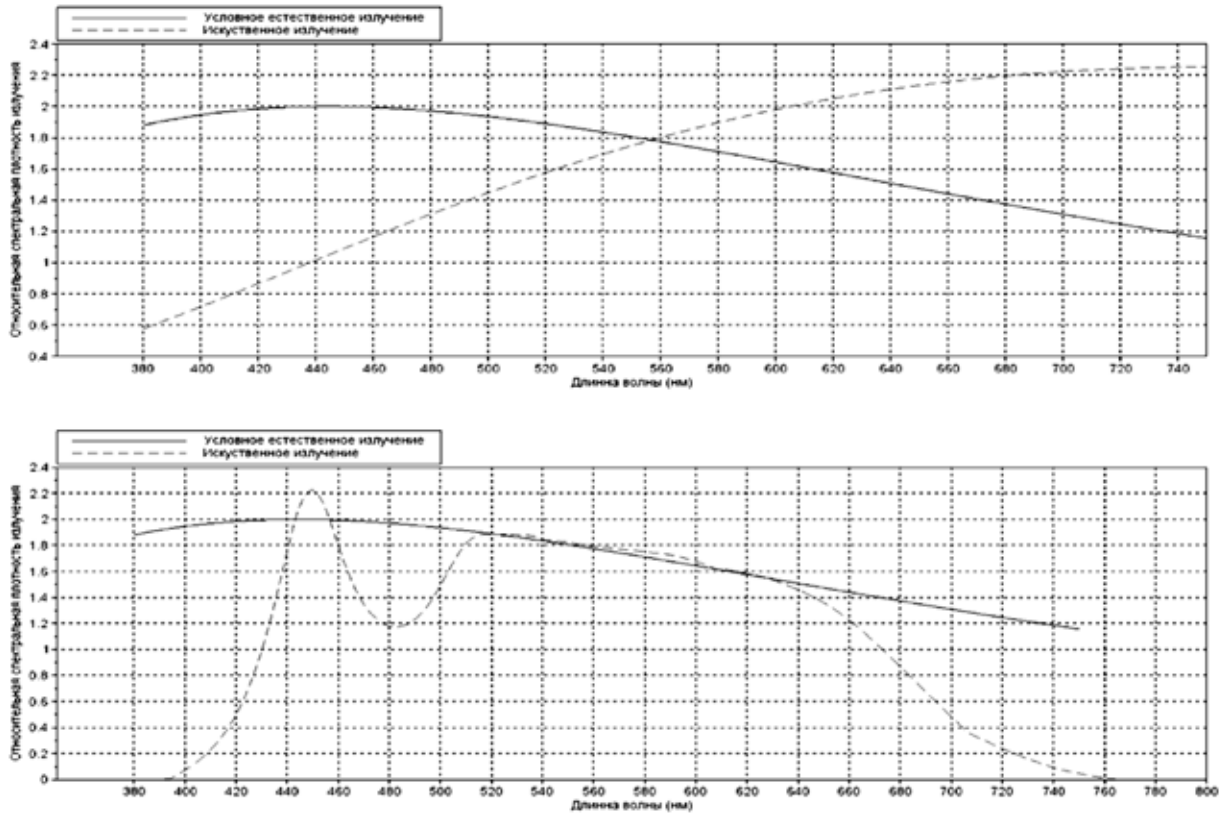


Рис. 1. Относительная спектральная плотность излучения исследуемых источников

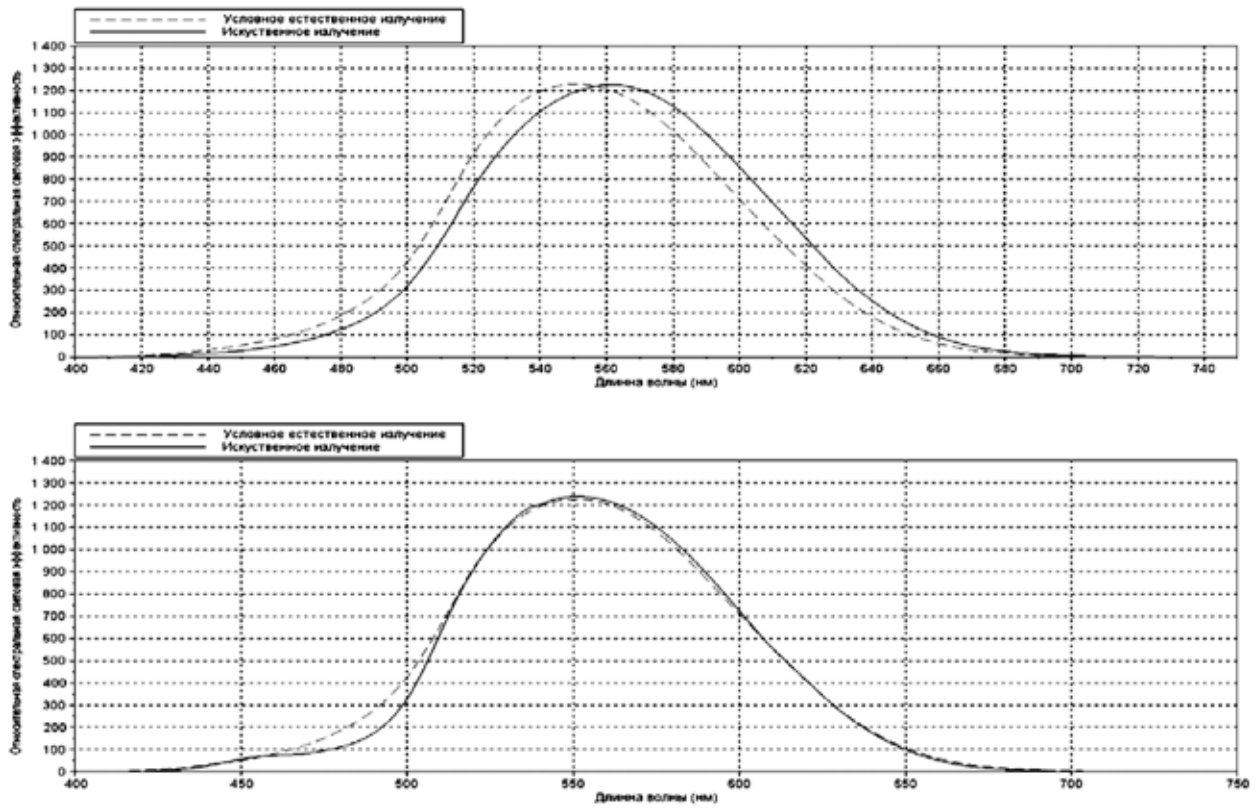


Рис. 2. Относительная спектральная световая эффективность исследуемых источников.

обеспечивать освещение в помещении по спектральному составу приближенное к естественному. Благодаря светодиодам белого цвета различных оттенков белого (теплого, нейтрального, холодного и т. п.) возможно создать «базовое излучение», точную подстройку которого возможно обеспечить с помощью монохроматических светодиодов, излучающих в различных узких областях спектра. Наличие в системе обратной связи позволяет обеспечить необходимую мощность излучения, исключив, таким образом, перерасход энергии. Регулирование интенсивности излучения возможно, как за счет включения и отключения различных групп светодиодов, так и с помощью широтно-импульсной модуляции [6]. Анализ актуальности Концепции [7] показал, что с помощью типовых светодиодов промышленного производства, представленных на рынке на данный момент, возможно достижение интенсивности и спектрального состава излучения, приближающихся к заданным эталонам.

Исходя из вышесказанного, рационально будет предположить об актуальности применения светодиодных светильников с автоматическим управлением для организации совмещенного освещения в помещениях жилых и общественных зданий. Совмещенное освещение состоит из двух компонентов: естественного освещения и необходимой составляющей искусственного освещения. Несмотря на нормирование индекса цветопередачи и диапазона цветовой температуры источников применяемых при искусственном освещении, при достижении схожих параметров освещенности, спектральные составы излучения могут существенно различаться. Для наглядности рассмотрим гипотетический пример, основанный на математических моделях, описанных при анализе Концепции [7], при построении модели примем следующие условия: естественное излучение, излучение лампы накаливания и эталонное излучение в первом приближении примем, как

излучение абсолютно черного тела. Значения интенсивности представим в приведенных единицах. Рассмотрим два варианта совмещенного освещения: в первом случае имеем естественный свет, с условной цветовой температурой 4000К и лампу накаливания с цветовой температурой 2850К, во втором случае возьмем аналогичный свет естественного освещения, и условный светодиодный светильник, состоящий из светодиодов белого цвета (теплого, холодного и нейтральных оттенков), а также монохроматических цветных светодиодов. В качестве эталона примем условный источник света с температурой 6500К. Построим графики относительной спектральной плотности и относительной спектральной эффективности излучения. Указанные выше графики представлены на рисунке 1 и рисунке 2, соответственно. На обоих рисунках сверху располагается график условного совмещенного освещения обеспеченного с помощью лампы накаливания, снизу график условного совмещенного освещения обеспеченного с помощью излучающей светодиодной установки.

Как видно из указанных графиков, не смотря на схожие значения светового потока, спектральный состав излучения различен. Во втором случае видно, что суммарная спектральная плотность излучения светодиодной установки и условного естественного излучения ближе приближается к обозначенному эталону, как следствие организм гипотетически должен воспринять данной суммарное освещение как близкое к естественному, что может положительно сказаться на физиологическом и психологическом состоянии людей находящихся в помещении, где используется данная концепция освещения.

Таким образом, следует сделать вывод о целесообразности применения данной Концепции освещения, для обеспечения совмещенного освещения помещений общественных и жилых зданий.

Литература:

1. К.И. Иоффе — Биологическое влияние видимого света на организм человека / К.И. Иоффе // СВІТЛОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА — 2008 — Вып. 3 — С 21—29
2. ГОСТ ИСО 8995—2002 Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений
3. СП 52.13330.2011 «Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23—05—95*» (утв. Приказом Минрегион РФ от 27.12.201 № 783);
4. Справочник Светодиодное освещение // Philips Solid-State Lighting Solutions, Inc.. — 2010. — 150 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.lighting.philips.ru/pwc_li/ru_ru/connect/assets/LED%20lighting%20explained.pdf
5. Ульянов Р. С. — Концепция системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов / Ульянов Р. С., Завьялов В. А. // Молодой учёный — 2013 — Вып. 3 — С. 108—111.
6. Шиколенко И. А., Завьялов В. А. Применение ШИМ в регулировании освещенности рабочего места. Молодой ученый — 2013. — №. 3. — С. 122—125
7. Ульянов Р. С. — Анализ актуальности концепции системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов / Ульянов Р. С., Завьялов В. А. // «Молодежный научный форум: Технические и математические науки»: материалы I студенческой международной заочной научно-практической конференции. (27 Марта 2013 г.) — Москва: Изд. «Международный Центр Науки и Образования», 2013. — С. 44—50

Анализ процедур генерации ключей криптографических алгоритмов. Программная реализация критерия «хи-квадрат» Draft SP 800–90b

Ставер Елена Владимировна, магистр физико-математических наук
Белорусский государственный университет (г. Минск)

Критерий «хи-квадрат» (χ^2 -критерий) — это один из самых известных статистических критериев; он является основным методом, используемым в сочетании с другими критериями. Критерий «хи-квадрат» был предложен в 1900 году Карлом Пирсоном. Его замечательная работа рассматривается как фундамент современной математической статистики [1]. Для нашего случая проверка по критерию «хи-квадрат» позволит узнать, насколько созданный нами реальный ГСЧ близок к эталону ГСЧ, то есть удовлетворяет ли он требованию равномерного распределения или нет.

Реальный ГСЧ будет выдавать числа, распределенные (причем, не обязательно равномерно!) по k интервалам и в каждый интервал попадет по n_i чисел (в сумме $n_1 + n_2 + \dots + n_k = N$). Как же нам определить, насколько испытываемый ГСЧ хорош и близок к эталонному? Вполне логично рассмотреть квадраты разностей между полученным количеством чисел n_i и «эталонным» $p_i \cdot N$. Сложим их, и в результате получим:

$$\chi_{\text{экс.}}^2 = (n_1 - p_1 \cdot N)^2 + (n_2 - p_2 \cdot N)^2 + \dots + (n_k - p_k \cdot N)^2. \quad (1)$$

Из этой формулы следует, что чем меньше разность в каждом из слагаемых (а значит, и чем меньше значение $\chi_{\text{экс.}}^2$), тем сильнее закон распределения случайных чисел, генерируемых реальным ГСЧ, тяготеет к равномерному.

В предыдущем выражении каждому из слагаемых приписывается одинаковый вес (равный 1), что на самом деле может не соответствовать действительности; поэтому для статистики «хи-квадрат» необходимо провести нормировку каждого i -го слагаемого, поделив его на $p_i \cdot N$:

$$\chi_{\text{экс.}}^2 = \frac{(n_1 - p_1 \cdot N)^2}{p_1 \cdot N} + \frac{(n_2 - p_2 \cdot N)^2}{p_2 \cdot N} + \dots + \frac{(n_k - p_k \cdot N)^2}{p_k \cdot N} \quad (2)$$

Наконец, запишем полученное выражение более компактно и упростим его:

$$\chi_{\text{экс.}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - p_i \cdot N)^2}{p_i \cdot N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \left(\frac{n_i^2}{p_i} \right) - N \quad (3)$$

Мы получили значение критерия «хи-квадрат» для экспериментальных данных.

Приемлемым считают p от 10 % до 90 %. Если $\chi_{\text{экс.}}^2$ много больше $\chi_{\text{теор.}}^2$ (то есть p — велико), то генератор не удовлетворяет требованию равномерного распределения, так как наблюдаемые значения n_i слишком далеко уходят от теоретических $p_i \cdot N$ и не могут рассматриваться как случайные [1]. Другими словами, устанавливается такой большой доверительный интервал, что ограничения на числа становятся очень нежесткими, требования к числам — слабыми. При этом будет наблюдаться очень большая абсолютная погрешность.

Если $\chi_{\text{экс.}}^2$ много меньше $\chi_{\text{теор.}}^2$ (то есть p — мало), то генератор не удовлетворяет требованию случайного равномерного распределения, так как наблюдаемые значения n_i слишком близки к теоретическим $p_i \cdot N$ и не могут рассматриваться как случайные.

А вот если $\chi_{\text{экс.}}^2$ лежит в некотором диапазоне, между двумя значениями $\chi_{\text{теор.}}^2$, которые соответствуют, например, $p = 25\%$ и $p = 50\%$, то можно считать, что значения случайных чисел, порождаемые датчиком, вполне являются случайными [1].

Итак, процедура проверки имеет следующий вид:

- Диапазон от 0 до 1 разбивается на k равных интервалов;
- Запускается ГСЧ N раз (N должно быть велико, например, $N/k > 5$);
- Определяется количество случайных чисел, попавших в каждый интервал: n_i , $i = 1, \dots, k$;
- Вычисляется экспериментальное значение $\chi_{\text{экс.}}^2$ по следующей формуле:

$$\chi_{\text{экс.}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - p_i \cdot N)^2}{p_i \cdot N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \left(\frac{n_i^2}{p_i} \right) - N \quad (4)$$

где $p_i = 1/k$ — теоретическая вероятность попадания чисел в k -ый интервал.

Путем сравнения экспериментально полученного значения $\chi_{\text{экс.}}^2$ с теоретическим $\chi_{\text{теор.}}^2$ делается вывод о пригодности генератора для использования.

Программная реализация.

```

static double chisq, datatum, sccun, scclast, sccu0, sct1, sct2, sct3;
static int sccfirst;
static long totalcounter = 0;
static double poz(const double z)
{
    double y, x, w;
    if (z == 0.0) {
        x = 0.0;
    } else {
        y = 0.5 * fabs(z);
        if (y >= (3)) {
            x = 1.0;
        } else if (y < 1.0) {
            w = y * y;
            x = (((((((0.000124818987 * w
                -0.001075204047) * w +0.005198775019) * w
                -0.019198292004) * w +0.059054035642) * w
                -0.151968751364) * w +0.319152932694) * w
                -0.531923007300) * w +0.797884560593) * y * 2.0;
        } else {
            y -= 2.0;

            x = ((((((((((((-0.000045255659 * y
                +0.000152529290) * y -0.000019538132) * y
                -0.000676904986) * y +0.001390604284) * y
                -0.000794620820) * y -0.002034254874) * y
                +0.006549791214) * y -0.010557625006) * y
                +0.011630447319) * y -0.009279453341) * y
                +0.005353579108) * y -0.002141268741) * y
                +0.000535310849) * y +0.999936657524;
        }
    }
    return (z > 0.0 ? ((x + 1.0) * 0.5) : ((1.0 - x) * 0.5));
}

```

```

        x = ((((((((((((-0.000045255659 * y
            +0.000152529290) * y -0.000019538132) * y
            -0.000676904986) * y +0.001390604284) * y
            -0.000794620820) * y -0.002034254874) * y
            +0.006549791214) * y -0.010557625006) * y
            +0.011630447319) * y -0.009279453341) * y
            +0.005353579108) * y -0.002141268741) * y
            +0.000535310849) * y +0.999936657524;
    }
}
return (z > 0.0 ? ((x + 1.0) * 0.5) : ((1.0 - x) * 0.5));
}
static void help()
{
    printf("Calculate chi-square distribution of bitstream file. Call");
    printf("\n    with chi-square [input-file]");
}
static void add(unsigned char *buf, int bufl)
{
    unsigned char *bp = buf;
    int oc, c, bean;
    while (bean = 0, (bufl-- > 0))
    {
        oc = *bp++;
        do
        {
            c = !(oc & 0x80); /* битовая маска */
            ccount[c]++;    /* Обновляем счетчик */
            oc <<= 1;       /*двигаем по маске влево */
        } while (++bean < 8);
    }
}
int main(int argc, char *argv[])
{
    FILE *fp = stdin;

```

```
    if (argc == 2)
    {
    if ((fp = fopen(argv[1], "rb")) == NULL)
        {
            printf("Cannot open file %s\n", argv[1]);
            return 2;
        }
    }
    else
    {
        help();
        return 0;
    }
#ifdef _WIN32
    _setmode(_fileno(fp), _O_BINARY); /* бинарный режим открытия файлов */
#endif
    chisq = 0.0;
    long totalc = 0;
    for (int i = 0; i < 256; i++) {
        ccount[i] = 0;
    }
    int oc = 0;
    while ((oc = fgetc(fp)) != EOF)
    {
        unsigned char ocb;
        ocb = (unsigned char) oc;
        totalc += 8;
        int b;
        unsigned char ob = ocb;
        for (b = 0; b < 8; b++)
        {
            ob >>= 1;
        }
        add(&ocb, 1);
    }
}
```

```
    }
    fclose(fp);
    double cexp = totalc / 2.0;
cexp = totalc / 2.0;
for (int i = 0; i < 2; i++)
    {
    double a = ccount[i] - cexp;

    chisq += (a * a) / cexp;
    }
    double ver = (2.0 * poz(-sqrt(chisq)));
    printf("Chi square value for distribution of %ld samples is %1.5f\nand probability
of measured Chi Square value is %2.10f percent\n\n", totalc, chisq, ver * 100);
    return 0;
    }
```

Литература:

1. <http://csrc.nist.gov/publications/PubsSPs.html> «DRAFT — SP800—90b».

Системы навигации подвижных наземных объектов и их характеристики

Сурков Владимир Олегович, аспирант
Тамбовский государственный технический университет

Целью статьи являлся анализ существующих систем навигации для подвижных наземных объектов и сравнение их точностных характеристик. Сбор необходимых данных проводился путем рассмотрения нескольких навигационных систем различных производителей и изучения их технической документации и характеристик. Результаты показали что, точностные характеристики навигационных систем напрямую зависят от режима работы. Наиболее подходящим режимом работы является совместный режим (инерциальная навигационная система + спутниковая радионавигационная система). Лучшими точностными характеристиками обладают системы ООО «Текнол» (КомпаНав и БИНС-Тек).

Введение

Обычно под термином навигационная система принято понимать совокупность приборов, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование объекта в пространстве. Навигационные системы классифицируются в зависимости от назначения, объема получаемой навигационной информации и используемых методов навигации. В зависимости от области применения навигационные системы разделяют на системы морской, наземной и воздушной навигации. Система на-

вигации подвижных наземных объектов (ПНО) решает задачи определения координат местоположения, параметров движения и углов ориентации подвижного объекта и выдачу необходимой информации. В статьях [1–2] производится обзор существующих навигационных систем, как военного, так и гражданского применения. В них подробно рассматривается работа некоторых датчиков, методы обработки информации в данных системах и сравниваются значений погрешностей в определении курса. В статье [3] сравниваются точностные характеристики и состав систем военного назначения. Однако, полный

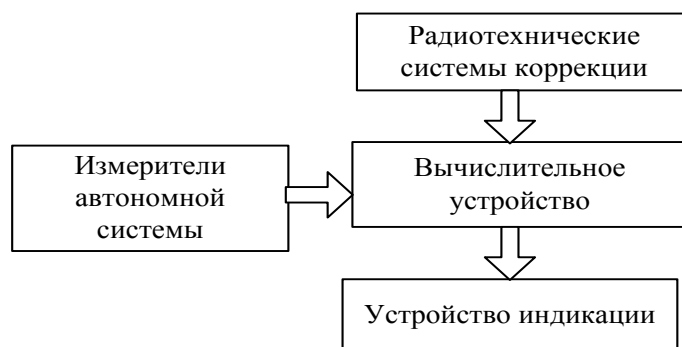


Рис. 1. Обобщенная блок-схема систем навигации для ПНО

анализ и сравнение всех точностных характеристик навигационных систем для ПНО, как военного, так и гражданского применения в литературе не встречается. Целью статьи является обзор существующих систем навигации и сравнение их точностных характеристик.

Обзор навигационных систем

Система навигации ПНО решает задачи определения координат местоположения, параметров движения и углов ориентации подвижного объекта и обеспечивает выдачу следующих данных: горизонтальных координат (координат), высоты, путевой скорости, углов ориентации (крена, курса, тангажа), угловой скорости, ускорения. Обобщенная структурная схема навигационной системы ПНО представлена на рисунке 1.

Измерители автономной системы предназначены для определения координат, параметров движения и пространственного положения продольных осей ПНО.

В качестве измерителей могут быть использованы следующие устройства:

- измеритель угловой скорости — гироскоп микроэлектромеханический (система «КомпаНав-3» [4]), волоконно-оптический (система «БИНС-Тек» [5]);
- измеритель ускорения — акселерометр микроэлектромеханический (система «КомпаНав-2Т» [6]), кварцевый (система «БИНС-Тек»);
- измеритель магнитного поля Земли: 3-осный магнитометр (система «КомпаНав-2М» [7]), датчик магнитного поля (феррозонд) (система «Азимут» [8]);
- измеритель скорости, выполненный в виде механического («Гамма — 1» [9]) или доплеровского датчика скорости («ГАЛС — Д2М» [10])

В некоторых системах в состав автономной системы также входят: измеритель высоты — барометрический высотомер (система «КомпаНав-3»); измеритель пройденного пути, который может выполняться в виде одометра (система «БИНС-Тек», «Азимут»).

В качестве радиотехнической системы коррекции обычно используется приемник спутниковой навигационной

системы (ГЛОНАСС/GPS) и радиотехнические системы дальней навигации «Чайка» и «LORAN-C», входящие в состав системы «ОРИЕНТИР» и КС-100М [11, 12].

Основными для навигационных систем являются следующие режимы работы:

1. Автономный (ИНС);
2. Автономный с коррекцией от СРНС.

Для системы «БИНС-Тек» также предусмотрен специальный режим работы — ZUPT ИНС/одометр, а автономный режим дополняется коррекцией от одометра.

При использовании только автономного (ИНС) режима возрастают погрешности определения навигационных параметров, из-за погрешностей измерителей ИНС. Недостатком применения только СРНС является низкая помехоустойчивость сигналов и наличие «мертвых зон» — мест не доступных для спутников СРНС. Следовательно, оптимальным режимом работы систем навигации для ПНО является режим коррекции от СРНС. Он подразумевает совместную работу ИНС и СРНС, что повышает надежность работы данных систем и точность определения координат. В таблице 1 приведены сравнительные точностные характеристики систем для ПНО.

Наиболее перспективными направлениями в развитии данных систем являются:

1. Совершенствование компонентов, входящих в систему навигации для ПНО. Данное направление реализовано в создании систем с более чувствительными элементами (лазерный и волоконно-оптический гироскопы, кварцевые акселерометры), которые повышают точность работы систем навигации, как в автономном, так и в режиме коррекции от СРНС;
2. Внедрение нового программного обеспечения — создание алгоритмов обработки информации, основанных на фильтре Калмана-Бьюси [13, 14] и адаптивных алгоритмов обработки информации с использованием нейронных сетей или банка фильтров Калмана-Бьюси;
3. Введение новых датчиков. Это достигается за счет интеграции комплексов с системами сотовой связи, что позволяет увеличить точность местоопределения и устранить «мертвые зоны» [15].

Таблица 1. Сравнительные точностные характеристики навигационных систем для подвижных наземных объектов

Система	Режим работы	Координаты	Скорость	Вертикальная скорость	Крен, тангаж	Курс
Азимут»	ИНС+ СРНС	25м			0,8°	
	ИНС	1,2%от пройденного пути			0,8°	
КомпаНав-2Т	ИНС+ СРНС	5м	0,2 м/с	0,3 м/с	1,0°	1,5°
	ИНС	500м	5 м/с	0,3 м/с	1,5°	3°
КомпаНав-3	ИНС+ СРНС	6 м	0,2 м/с	0,2 м/с	0,2°	0,4°
	ИНС	500м	0,5 м/с	0,5 м/с	0,4°	2°
КомпаНав-2М	ИНС+ СРНС	5м	5 м/с	0,3 м/с	0,3°	0,5°
	ИНС	600м		0,5 м/с	0,5°	3°
БИНС-Тек	ИНС+ СРНС	5м	0,1 м/с	0,3 м/с	0,03°	0,1°
	ИНС+ одометр	0,25%от пройденного пути	2 м/с	0,5 м/с	0,1°	0,7°
	ZURТ ИНС/ одометр	0,12%от пр. пути				
Ориентир	ИНС+ СРНС	500 м				
	ИНС	0,2% от пройденного пути				
КС-100М	ИНС+ СРНС	60 м	1 м/с			0,8°
	ИНС	500 м				
«Трона-1».	ИНС+ СРНС	10 м				
	ИНС	0,7% от пройденного пути				
ТНА-4	ИНС+ СРНС					
	ИНС	0,9% от пройденного пути				
«Гамма-1»	ИНС+ СРНС	25 м			3,5°	0,1°
	ИНС	0,6% от пройденного пути			3,5°	0,1°
«Гамма-2»	ИНС+ СРНС	25			3,5°	0,1°
	ИНС	1% от пройденного пути			3,5°	0,1°
ГАЛС-Д2М-1	ИНС+ СРНС	33 м			0,5°	0,16°
	ИНС	0,5% от пройденного пути				
ГАЛС-Д2М-2	ИНС+ СРНС	22 м			0,5°	0,11°
	ИНС	0,25% от пройденного пути				
ГАЛС-Д2М-3	ИНС+ СРНС	14 м			0,5°	0,7°
	ИНС	0,1% от пройденного пути				
ГАЛС-Д2М-4	ИНС+ СРНС	8 м.			0,5°	0,04°
	ИНС	0,05% от пройденного пути				

Литература:

1. Комраков Д.В. Навигационные комплексы наземных мобильных средств / Д.В. Комраков // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. — С. 47–49.
2. А.В. Журавлев, В.М. Безмага. Навигационные комплексы наземных мобильных средств// Новостинавигации — 2009 — № 1 — С. 29–36.
3. Система топографического ориентирования «Трона-1» //Обозрение армии и флота — 2007. — № 4.
4. Навигационная аппаратура «Азимут» для подвижных наземных объектов [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО «Концерн «Созвездие» — Электрон.дан. — М.,2009 — Режим доступа: http://www.sozvezdie.ru/catalog/navigatsionnaya_apparatura_azimut.
5. Малогабаритная интегрированная инерциальная навигационная система «КомпаНав-2Т» [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО «ТеКнол» — Электрон.дан. — М.,2009 — Режим доступа: <http://www.teknol.ru/pdf/rus/companav-2t.pdf>.
6. Интегрированная инерциальная навигационная система «КомпаНав-2М» [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО «ТеКнол» — Электрон.дан. — М.,2011 — Режим доступа: <http://www.teknol.ru/pdf/rus/companav-2m.pdf>.
7. Ультракомпактная интегрированная инерциальная навигационная система «КомпаНав-3» [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО «ТеКнол» — Электрон.дан. — М.,2009 — Режим доступа: <http://www.teknol.ru/pdf/rus/companav-3.pdf>.

8. Навигационная система для наземного транспортного средства «БИНС-Тек» [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО «ТеКнол» — Электрон.дан. — М.,2009 — Режим доступа: <http://www.teknol.ru/pdf/rus/bins-tek-n.pdf>.
9. Модернизация навигационной аппаратуры зенитных ракетных комплексов С-300 ПМУ1/С-400 на основе изделия «ГАЛС-Д2М» [Электронный ресурс]: Каталог/ ООО «НПО ПРОГРЕСС» — Электрон.дан. — М.,2012 — Режим доступа: http://www.mgiprogress.ru/_files/AN_1.pdf.
10. Глубокая модернизация навигационной аппаратуры БМП/ БМД и танков Т-90/Т-72 на основе комплекса «ГАЛС — Д2М» [Электронный ресурс]: Каталог/ ООО «НПО ПРОГРЕСС» — Электрон.дан. — М.,2012 — Режим доступа: http://www.mgiprogress.ru/_files/AN_2.pdf.
11. Навигационный комплекс «ОРИЕНТИР» [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО НВП «ПРОТЕК» — Электрон.дан. — М.,2012 — Режим доступа: <http://www.protek-vrn.ru/production/navigation/orientir.html>.
12. Комплексная помехоустойчивая навигационная аппаратура для подвижных наземных объектов (КС-100М) [Электронный ресурс]: Каталог/ ОАО НВП «ПРОТЕК» — Электрон.дан. — М.,2012 — Режим доступа: <http://www.protek-vrn.ru/production/navigation/ks100m.html>.
13. Иванов А. В. Комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в навигационных системах подвижных наземных объектов / А. В. Иванов // Радиотехника. — 2010, № 5.
14. Иванов А. В. Комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в навигационных системах подвижных наземных объектов с контролем целостности навигационного обеспечения / А. В. Иванов // Радиотехника. — 2010, № 12.
15. Иванов А. В. Совместная обработка информации спутниковых радионавигационных систем и наземных сетевых систем в навигационных системах подвижных наземных объектов/А. В. Иванов, А. В. Гостев, А. А. Семенов, Л. В. Соколовская//Радиотехника. — 2012. — № 4. — с. 4–10.

Разработка алгоритма получения вибрационных характеристик имитатора ГТД с использованием SCADA-системы

Суханов Андрей Владимирович, аспирант;

Соболев Михаил Александрович, студент;

Старостин Никита Сергеевич, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет

Основным направлением повышения эффективности испытаний ГТД является их автоматизация. Это сокращает время и трудоемкость проведения испытания и обработки его результатов, повышает информативность испытания и достоверность получаемых результатов, что в конечном итоге способствует сокращению сроков создания двигателей, снижению материальных затрат на их разработку и производство, повышению качества и надежности двигателей. В настоящее время автоматизированные системы испытаний авиационных ГТД строятся в основном на использовании персональных ЭВМ.

В области автоматизации испытаний в настоящее время выработан единый подход к построению автоматизированных систем измерений и контроля. Процесс сбора данных и выдача управляющих воздействий на объект испытаний выполняются на уровне этой станции. Обработка информации по технологии, визуализация, протоколирование и интерфейс с пользователями выполняются на уровне автоматизированных рабочих мест (АРМ).

Применение и использование современной вычислительной техники позволяет с помощью математического моделирования проводить большое количество вычислительных экспериментов для различных вариантов конструкций органов газообмена газотурбинных двигателей (ГТД) с незначительными затратами времени и средств.

Для проведения автоматизированных испытаний используются системы управления процессами в реальном времени и сбора данных, называемые SCADA-системами (англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных).

Основные задачи, решаемые SCADA-системами:

- обмен данными с устройствами связи с объектом, т. е. с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы.
- обработка информации в реальном времени.
- отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме.
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией.

— подготовка и генерирование отчетов о ходе испытательного процесса.

— осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК.

— обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т.д.).

Одним из представителей систем автоматического проектирования различных компьютерных контрольно-измерительных систем является язык LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), разработанный фирмой National Instruments (США). Язык LabVIEW не похож на другие языки программирования. С его помощью создается не программа, а виртуальный инструмент, предназначенный не только для моделирования тех или иных процессов, но и для управления аппаратными средствами и исследования реальных физических объектов.

LabVIEW среда графического программирования, которая широко используется в промышленности, образовании и научно-исследовательских лабораториях как средство сбора данных и управления приборами. Программирование осуществляется на уровне функциональных блок-диаграмм. Сочетание графического языка программирования, именуемого G (Джей), и эффективного компилятора позволяет значительно сократить время разработки сложных систем при сохранении высокой скорости выполнения программ [1].

Отличительной чертой метода программирования, используемого в LabVIEW от традиционных алгоритмических языков программирования, которые основаны на вводе текстовых команд, *последовательно* образующих *программный код*, является то, что LabVIEW используется язык *графического программирования*, где алгоритм создается в графической (иконной) форме (pictorial form), образующей так называемую *блок-диаграмму* (block-diagram), что позволяет исключить множество синтаксических трудностей. Применяя этот метод, можно концентрировать внимание лишь на программировании потока данных, а упрощенный синтаксис не отвлекает от анализа самого алгоритма.

Основополагающий для LabVIEW принцип *потока данных* (dataflow), согласно которому функции выполняются лишь тогда, когда они получают на вход необходимые данные, однозначно определяет порядок исполнения алгоритма.

Программы LabVIEW называются *виртуальными приборами* (ВП, virtual instruments — vi), так как они функционально и внешне подобны реальным (традиционным) приборам. Однако они столь же подобны программам и функциям на популярных языках программирования, таких как C, Pascal или Basic.

ВП состоит из трех основных частей:

— *лицевая панель* (Front Panel) представляет собой интерактивный пользовательский интерфейс виртуального прибора и названа так потому, что имитирует ли-

цевую панель традиционного прибора. На ней могут находиться ручки управления, кнопки, графические индикаторы и другие *элементы управления* (controls), которые являются средствами ввода данных со стороны пользователя, и *элементы индикации* (indicators) — выходные данные из программы. Пользователь вводит данные, используя мышь и клавиатуру, а затем видит результаты действия программы на экране монитора;

— *блок-диаграмма* (Block Diagram) является исходным программным кодом ВП, созданным на языке графического программирования LabVIEW, G (Джей). Компонентами блок-диаграммы являются: *виртуальные приборы более низкого уровня, встроенные функции, константы и структуры управления* выполнением программы. Для того чтобы задать *поток данных* между определенными объектами, их необходимо соединить на экране соответствующими *проводниками* (wires). Объекты на лицевой панели представлены на блок-диаграмме в виде соответствующих *терминалов* (terminals), через которые данные могут поступать от пользователя в программу и обратно;

— *соединительная панель* (connector), позволяет использовать некоторый ВП в качестве подпрограммы (подприбора) в блок-диаграмме другого ВП. Виртуальный прибор, который применяется внутри другого ВП, называется *виртуальным подприбором* (ВПП, SubVI), который аналогичен подпрограмме в традиционных алгоритмических языках. Иконка является однозначным графическим представлением ВП и может использоваться в качестве объекта на блок-диаграмме другого ВП. Соединительная панель формирует механизм передачи данных в ВП из другой блок-диаграммы.

LabVIEW следует концепции модульного программирования (modular programming). Виртуальные приборы являются иерархическими и модульными (modular). Их можно использовать как самостоятельные приложения (top-level programs), так и в качестве виртуальных подприборов. Сначала разделяют большую прикладную задачу на ряд простых подзадач. Далее создают виртуальные приборы для выполнения каждой из подзадач, а затем объединяют эти ВП на блок-диаграмме прибора более высокого уровня, который выполняет прикладную задачу в целом [2].

Для демонстрации возможностей SCADA-системы LabVIEW в области виброакустики по контролю и анализу параметров, а так же обработки полученных результатов была разработана система сбора данных на базе шасси cDAQ-9172.

Устройство cDAQ-9172 представляет собой 8-слотовое

USB-шасси, предназначенное для работы с модулями ввода/вывода C Series. Шасси cDAQ-9172 позволяет осуществлять измерения широкого набора аналоговых и цифровых сигналов, решать задачи ввода/вывода сигналов с помощью интерфейса Hi-Speed USB 2.0 (рис. 1).

На рис. 1 обозначены:

1 — выключатель питания;

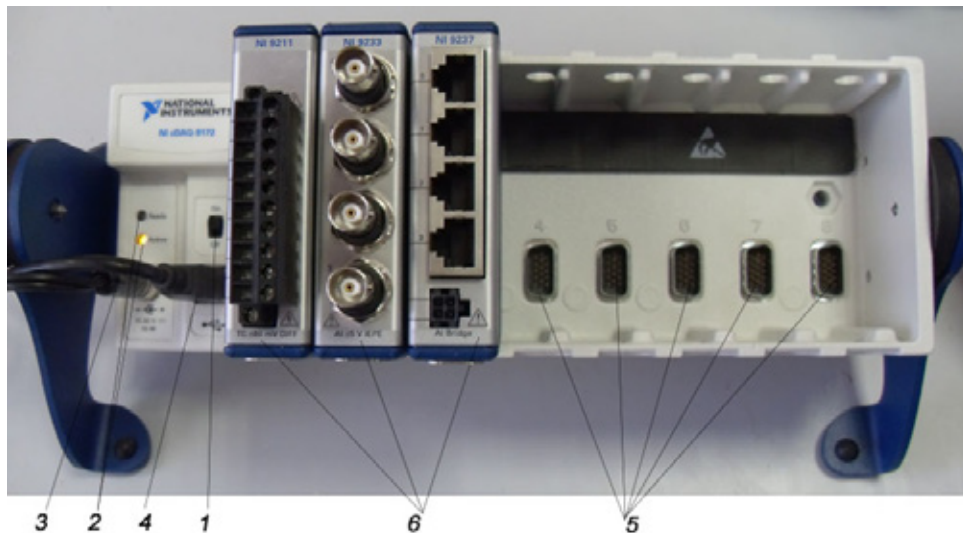


Рис. 1. NI cDAQ-9172

2 — светодиодные индикаторы (Active (Активное состояние) — индицирует наличие соединения шасси cDAQ-9172 с шиной USB/ Ready (Состояние готовности) — светится при готовности шасси cDAQ-9172 к работе);

3 — разъем питания;

4 — разъем USB для подключения к ПК;

5 — свободные слоты модулей;

6 — установленные модули ввода/вывода C Series

В качестве исследуемого объекта используется виброакустическая установка, имеющая в своем составе сбалансированный и несбалансированный вентилятор, имитирующие работу ступени компрессора ГТД до и после балансировки. Вентиляторы установки препарированы датчиками виброускорений.

Виброакустическая установка, показана на рис. 2. Она

предназначена для подключения к устройствам сбора и обработки динамических сигналов. На панели управления расположены следующие элементы:

1 — сбалансированный вентилятор;

2 — несбалансированный вентилятор;

3 — ручное управления оборотами вентилятора;

4 — BNC-разъем автоматизированного управления оборотами;

5 — BNC-разъем X-акселерометра;

6 — BNC-разъем Y-акселерометра;

7 — BNC-разъем тахометра;

8 — переключатель сбалансированный — несбалансированный вентилятор;

9 — BNC-разъем сбора данных с аудио выхода (канал 0).

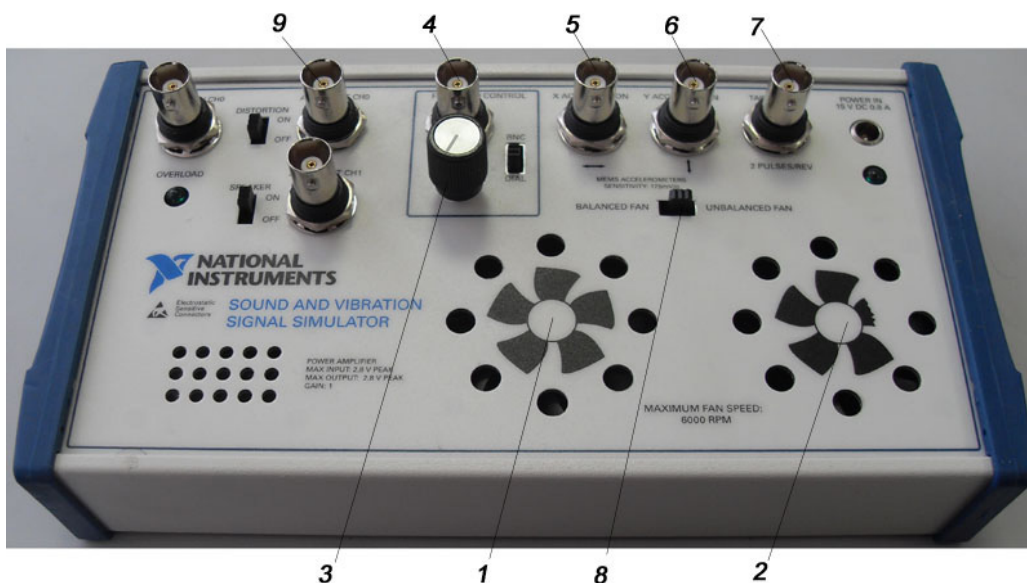


Рис. 2. Виброакустическая установка

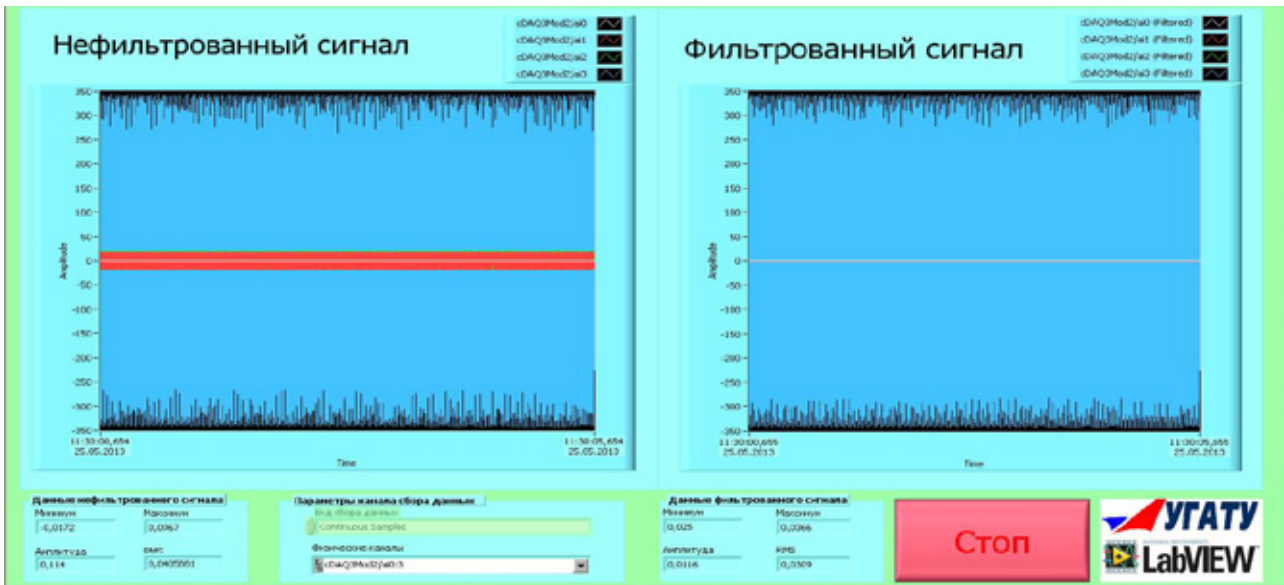


Рис. 3. Лицевая панель ВП

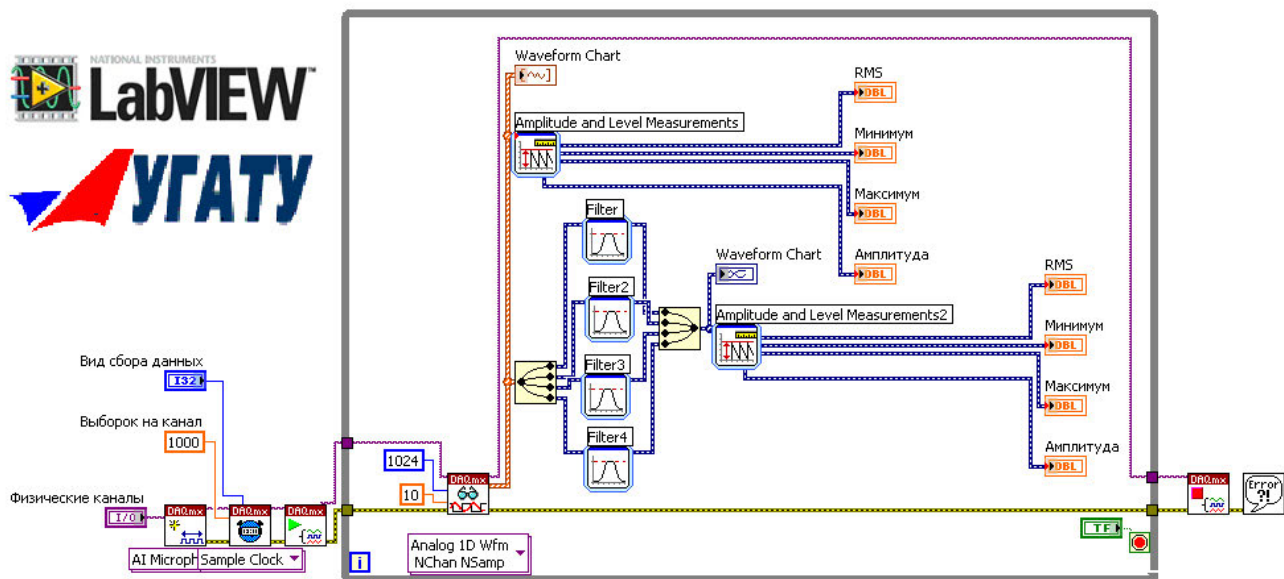


Рис. 4. Блок-диаграмма ВП

Был разработан ВП на языке LabVIEW (рис. 3, 4), позволяющий измерять сигналы вибрации со сбалансированного и несбалансированного вентиляторов установки для изучения виброакустических характеристик по 4 каналам. ВП имеет два окна для вывода графиков сигналов (рис. 3). В первом окне отображается не обработанный сигнал вибрации с датчиков, во втором окне выводится сигнал, прошедший обработку фильтром.

При включении установки в режиме сбалансированного вентилятора графики сигнала в окнах не отличаются, при переключении установки на несбалансированный вентилятор программа фильтрует шумы, возникающие в результате дисбаланса ротора вентилятора лабораторной установки. Под окнами графиков расположены цифровые

индикаторы основных характеристик сигнала вибрации — минимальное и максимальное значения, а также амплитуда колебания и спектр RMS колебания. При последующей незначительной доработке программы введением нескольких функциональных блоков возможно отслеживать превышение сигналом заданного порога с выдачей сообщения пользователю, запись результатов в файл, функции управления виброакустической установкой через BNC-разъем автоматизированного управления оборотами.

Таким образом, SCADA-системы позволяют решать широкий спектр задач по автоматизации процесса испытания авиационного ГТД:

- сбор информации об объекте испытания в реальном масштабе времени,

- контроль параметров при испытаниях узлов двигателей или ГТД в целом,
- управление объектом испытания, что позволяет сократить до минимума участие оператора в процессе и максимально исключить ошибки человеческого фактора из процесса испытания,

- анализ, протоколирование и сохранение результатов испытаний, что является важной частью испытаний, позволяющей в дальнейшем сравнивать результаты проведенных испытаний с предыдущими результатами и отслеживать динамику изменения параметров двигателя.

Литература:

1. Ахмедзянов Д. А., Кишалов А. Е., Суханов А. В., Ямалиев Р. Р. Автоматизация процесса испытания авиационных ГТД на базе SCADA-системы LabView// Вестник УГАТУ, Уфа, 2009. Т.13, № 2 (35). с. 61—69.
2. Работа в среде LabView Signal Express: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «САПР АД и ЭУ»/ Уфимск. авиац. техн. ун-т. — Уфа, 2008. — 21 с.

Определение излучательной способности стационарным методом

Тураева Улмасой Фармоновна, кандидат технических наук, преподаватель
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Тураев Шухрат Фармонович, младший научный сотрудник
Физико-технический институт АНРУз (г. Ташкент, Узбекистан)

Ибрагимов Салим Сафарович, магистрант
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Обзор методов измерения интегральных радиационных характеристик материалов, проведенный в статьях показывает, что имеются следующие задачи для создания упрощенных методов измерения [1—2].

Так в широко используемом «радиационном методе» необходимо измерение трех параметров — температуры и плотности потока излучения, а также конвективных теплопотерь (при исключении конвективных теплопотерь, как видно необходимо измерение двух величин). Для исключения конвективных теплопотерь и необходимости измерения потока излучения в работах [3—4] была предложена упрощенная нестационарная методика определения интегральной излучательной способности (ϵ_T). Где предлагалось исключение конвективных теплопотерь за счет проведения эксперимента одновременного с двумя образцами — один с известной ϵ_T , второй рабочий. Обе методики были основаны на том, что при одинаковых температурах и для одинаковых перепадов температур оба образца имеют одинаковые конвективные теплопотери. Однако, как известно для нестационарных методов необходимы образцы с одинаковыми размерами и с известными теплофизическими характеристиками (теплоемкость, масса), при этом также необходимо измерять время. Оба эти метода были предложены, но не были реализованы, не была проведена и оценка погрешности этих методов.

Анализ показал, что возможно развитие предложенных выше методов и разработка на этой основе стационарного метода — измерение излучательной способности по рав-

новесным температурам. Схема нашего стационарного метода приведена на рис. 1. Его особенность заключается в следующем. Берутся две тонкие плоские пластины, из одного рабочего материала толщиной порядка 1—5мм и одна из них покрывается сажей. Эти образцы, рабочий и «черный» нагреваются с помощью источника излучения. Измеряются равновесные температуры образцов. Далее, учитывая, что перепады температур в образцах малы, меньше 0.1градуса, а также пренебрегая теплопотерями через боковые стороны пластин и теплопотери через опорные ножки можем записать следующие уравнения баланса.

$$2 \cdot \epsilon_1 \cdot \sigma \cdot T^4 + 2 \cdot \alpha_{K1} \cdot (T - T_0) = \alpha_1 \cdot E_C + 2 \cdot \epsilon_1 \cdot \sigma \cdot T_{\Pi}^4 \quad (1)$$

$$2 \cdot \epsilon_2 \cdot \sigma \cdot T_a^4 + 2 \cdot \alpha_{K2} \cdot (T_a - T_0) = \alpha_2 \cdot E_C + 2 \cdot \epsilon_1 \cdot \sigma \cdot T_{\Pi}^4 \quad (2)$$

При температурах источника близких к температурам нагрева можно также считать, что

$$\alpha_1 = \epsilon_1 \text{ и } \alpha_2 = \epsilon_2 \quad (3)$$

В этих уравнениях известны температуры образца и «АЧТ», температуры стен (измеряются), температура окружающего воздуха, измеряется и плотность падающего излучения E , а неизвестными являются коэффициенты конвективной теплоотдачи α_{K1} , α_{K2} .

Т.е. из уравнения (2) мы определяем коэффициент конвективной теплоотдачи α_{K2} . Найдем связь между α_{K2} и α_{K1} . В общем, характер конвективной теплоотдачи на обоих образцах одинаков (одинаковые условия), поэтому различия между ними обусловлены различием в температурах рабочего образца и «АЧТ». Зависимость коэффициента конвективной теплоотдачи от температуры для пло-

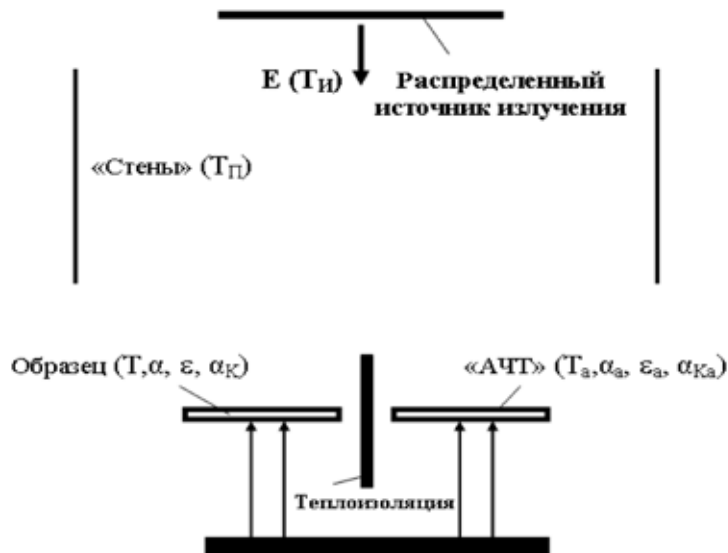


Рис. 1. Схема определения ϵ_T по равновесным температурам

ских пластин, охлаждаемых сверху, приведена на рис. 2.

Как показали предварительные эксперименты различие между температурами рабочего образца и «АЧТ» находится на уровне $10-15^{\circ}$, при этом как следует из рис. 2. различие между α_{K2} и α_{K1} не превышает 5%. Т. е. можно принять, что $\alpha_{K1} = \alpha_{K2}$. Тогда определяя α_{K2} из (2) и подставляя вместо α_{K1} из (1) определяем излучательную способность образца. Отметим, что в случае вынужденной конвекции коэффициент теплоотдачи не зависит от температуры образцов, а зависит только от температуры окружающего воздуха.

Оценим основные составляющие относительной погрешности метода δ . Они складываются из следующих случайных погрешностей:

Погрешность допущения о малости теплотерь с боковой поверхности — $\delta_S = 100\% * (S_B / (2*S)) = 100\%$, которая при $r_S = 30\text{мм}$ и $h = 2\text{мм}$ равна $\delta_S = 100\% (h/r_S)$

$$= 100 * 0.033 = 3.3\%;$$

Погрешность определение температур образца и «АЧТ» термopарам — $\delta_{T0} = 100\% * (0.5/90) = 0.6\%$;

Погрешность определения плотности падающего потока — $\delta_{\text{ПАД}} 5\%$ (по паспорту);

Погрешность определение температура окружающего воздуха — $\delta_B = 100\% * (0.2/25) = 0.8\%$;

Погрешность допущения, что $\alpha_{K1} = \alpha_{K2}$ составляет в случае естественной конвекции $-\delta_{\alpha K} = 5\%$, в случае вынужденной конвекции $\delta_{\alpha K} = 0\%$;

Погрешность определения температуры «стен» — $\delta_{CT} = 100\% * (0.5/30) = 1.7\%$;

Суммарную относительную погрешность δ будем определять по формуле [5].

$$\delta = (\delta_S^2 + \delta_{T0}^2 + \delta_{\text{ТАЧТ}}^2 + \delta_{\text{ПАД}}^2 + \delta_B^2 + \delta_{\alpha K}^2 + \delta_{CT}^2)^{0.5} = 8\% \quad (4)$$

Следовательно, практически для всех тел можно определить интегральную излучательную способность и пара-

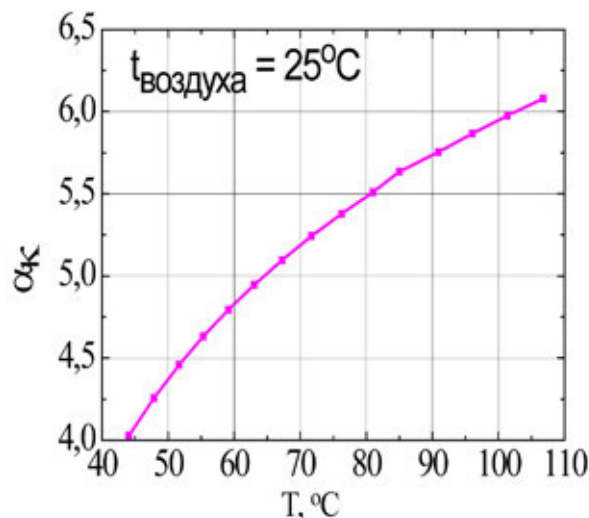


Рис. 2. Зависимость коэффициента естественной конвективной теплоотдачи от температуры плоской пластины охлаждаемой сверху

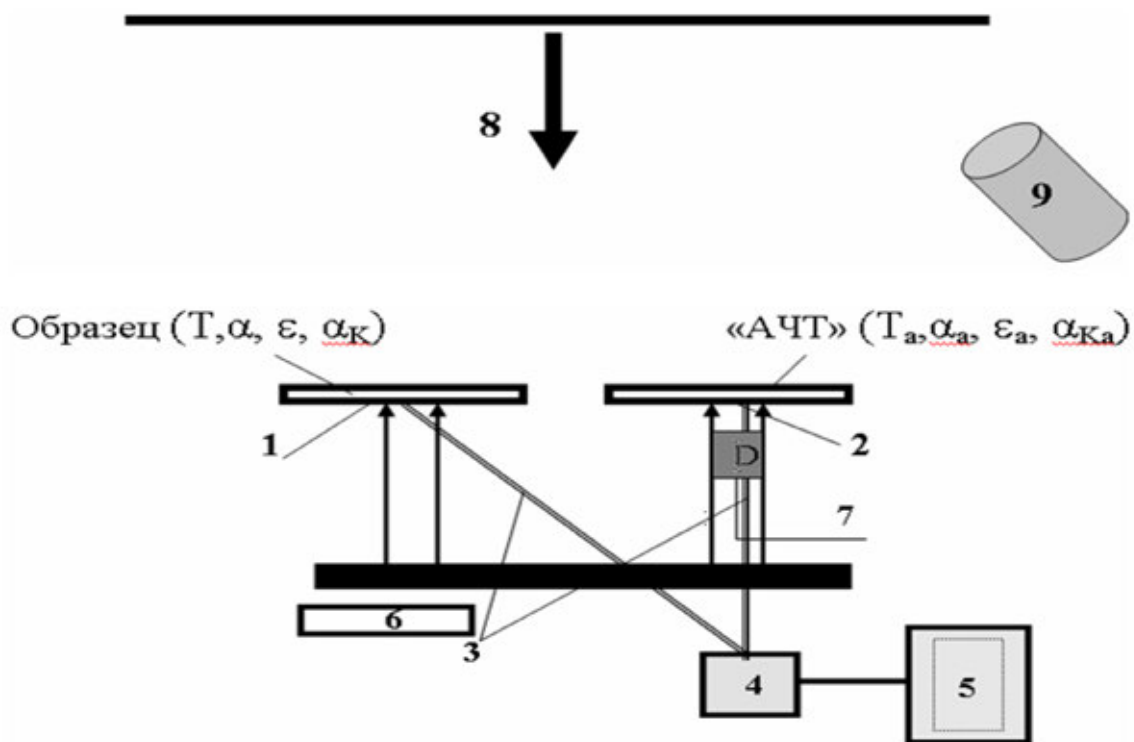


Рис. 3. Схема установки для определения излучательной способности

метр селективности к солнечному излучению по её равновесной температуре, причем, так как равновесные температуры серого и черного тела одинаковы, то в качестве серого тела можно использовать зачерненный рабочий образец.

На рис. 3 приведена схема установки для измерения излучательной способности, где: 1 — образец ϵ_T , которого необходимо определить; 2 — «черный» образец с известной ϵ_T ; 3 — термопары типа ХА; 4 — переключатель; 5 — вольтметр; 6 — термометр; 7 — датчик для измерения потока излучения типа ФОА 022, 8 — распределенный источник излучения, 9 — стандартный актинометр для измерения прямой солнечной радиации с системой автоматического слежения за Солнцем.

При разработке экспериментальной установки учитывались требования разработанной методики (см. [1]) — обеспечение равномерного потока на образцах, возможность исключения влияния на образцы остаточного излучения от источника после его выключения (при достижении образцами равновесной температуры), этим и было обусловлено использование кварцевых галогенных ламп, максимально возможное исключение утечек тепла через держатели образцов (игольчатые опоры для образцов), а также обеспечения возможности выполнения при измерениях условия равенства излучательной и поглощательной способности материала (за счет изменения температуры источника излучения). Общий вид экспериментальной установки для измерения излучательной способности ϵ_T различных непрозрачных материалов приведен на рис. 4.

Порядок экспериментального определения ϵ_T по разработанной выше методике заключался в следующем. На опорные ножки установки ставятся две пластины (рабочий и «черный») с предварительно закрепленными на их нижней стороне термопарами. Далее включается источник и по достижении образцами равновесных температур источник выключается. На основе полученных данных определяются

коэффициент конвективного теплообмена для черного образца

$$\alpha_K = [\epsilon_{T, \text{АЧТ}} (E_C - 2 \cdot \sigma_* (T_{\text{АЧТ}}^4 - T_B^4))] / [2 \cdot (T_{\text{АЧТ}} - T_B)] \quad (5)$$

излучательная способность рабочего материала

$$\epsilon_{T, \text{ОБР}} = [2 \cdot \alpha_K \cdot (T_{\text{ОБР}} - T_0)] / (E_C - 2 \cdot \sigma_* (T_{\text{ОБР}}^4 - T_B^4)) \quad (6)$$

Для проверки экспериментальной установки и отработки методики вначале были проведены измерения ϵ_T различных материалов с известными ϵ_T медная и алюминиевая пластины. Было получено для медной пластины $\epsilon_T = 0.44$, а для алюминиевой $\epsilon_T = 0.32$. Эти данные с погрешностью от 8% до 15% согласуются с приведенными в литературе [2–4]. Большие отклонения значений ϵ_T были обусловлены с тем, что в эксперименте использовались реальные пластины, и которые специально не обрабатывались. Далее, после отработки метода были исследованы излучательные способности некоторых широко применяемых материалов — краски (белая, красная, зеленая, синяя, черная и серая эмали) и строительные материалы (гипс, шамот, известняк). Цель этих исследований заключалась в определении в последующем их поглощательной способности к солнечному излучению.

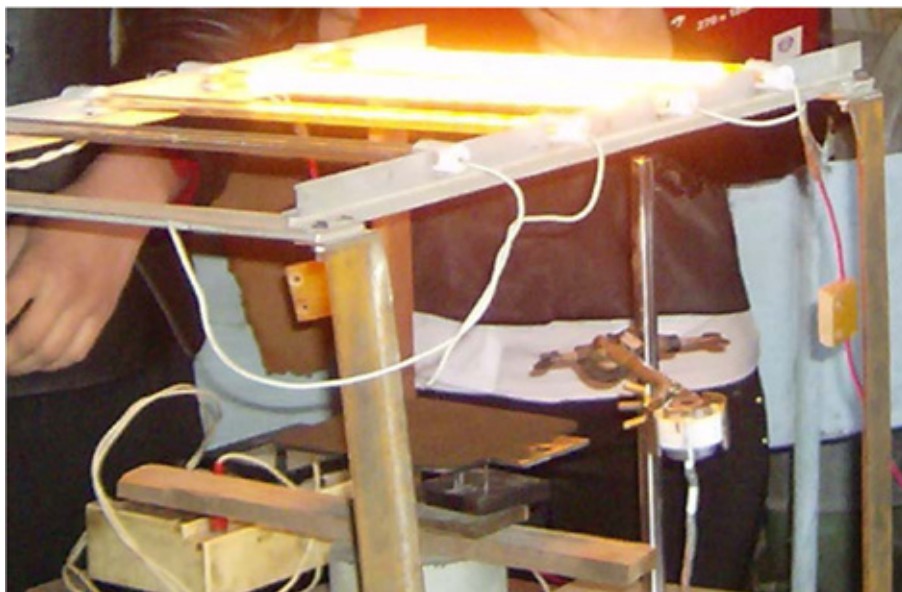


Рис. 4. Экспериментальная установка для определения излучательной способности

Литература:

1. Абдурахманов А., Тураева У.Ф., Клычев Ш.И. Методика определения интегральной излучательной способности приемников солнечного излучения. // Гелиотехника, 2009. — № 4. — С. 62–64.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. — М.: Энергия, 1977. — 344 с.
3. Спэрроу Э.М., Сесс Р.Д., Теплообмен излучением. — М.: Энергия, 1977. — 294 с.
4. Теплоэнергетика и теплотехника, Общие вопросы, книга 1, Справочник под ред. Григорьева В.А., Зорина В.М., — М.: Энергоиздат, 1987. — 455 с.

Проектирование экспертной системы планирования основного производства хлопкоперерабатывающего предприятия

Юсупов Фирнафас, кандидат технических наук, доцент;
 Абдуллаева Гулчехра Хакимовна, старший преподаватель;
 Атажанов Кувондик Максуд угли, студент;
 Очилова Гулсара, студент

Ташкентский университет информационных технологий, Ургенчский филиал (Узбекистан)

Планирование является второй фазой производственного цикла. В качестве исходных данных здесь выступают проект изделия и возможности производственного оборудования. На этой стадии осуществляется прогноз требований покупателя, планирование самого процесса, размещения оборудования, технического обслуживания и тренинга персонала.

Осуществлять планирование деятельности хлопкоперерабатывающего предприятия на различных уровнях значит:

- Формировать программу сбыта;
- Осуществлять производственное планирование (уточненная и утвержденная программа сбыта является

основой плана производства, интеграция данных этих планов существенно облегчает процесс производственного планирования и обеспечивает их неразрывную связь);

- Формировать основной производственный план-график (детализированный оперативный производственный план, на основе которого осуществляется планирование и управление заказами на закупку и производство);

- Формировать планы на закупку;
- Осуществлять финансовое планирование и бюджетирование.

При наличии необходимых исходных данных, система позволяет осуществить предварительную оценку выпол-

нимости сформированных планов на различных уровнях планирования для внесения необходимых коррекций или принятия решения о привлечении дополнительных ресурсов.

Как известно, существует множество экономико-математических моделей оптимального планирования производства в различных промышленных предприятиях [1, 2], однако использование их в реальных условиях зачастую бывает затруднено. В особенности это касается оперативно-календарного планирования, которая является вторым этапом, продолжением объемно-календарного планирования. В процессе которого возникает проблема реализуемости моделей и необходимость их оперативной корректировки с учетом информации обратной связи о фактическом ходе производства. При этом приходится сталкиваться с неопределенностью целей, возникающей при стремлении выполнить одновременно недостижимые задания на выпуск конкурирующих товарных продуктов (например, хлопка — волокна высшего качества), с одной стороны и обеспечить экстремальные значения выбранного экономического критерия, с другой стороны. Кроме того, в результате воздействия возмущающих факторов, а также неполноты и неточности исходной информации оказываются нечетко определенными основные системные параметры (целевые функции, ограничения, нормативные и технологические коэффициенты). В таких ситуациях сотрудники планово-производственных служб предприятия на практике склонны использовать свои собственные правила решения, основанные на их опыте и интуиции. Такие эвристические правила хотя и не гарантируют математической оптимальности, но оказываются адекватными реальным условиям производства и реализуемыми на практике.

В этом направлении в [2] были предложены новые подходы к решению задачи планирования производства, базирующиеся концепции нечетких множеств Л.Заде. Предлагаемые подходы позволяют учитывать такие трудно формализуемые факторы, как опыт и интуицию лица принимающих решение (ЛПР) [1, 2, 3].

Дальнейшее совершенствование системы планирования, повышения их эффективности и надежности связано с переходом на новую информационную технологию и созданием на ее основе качественно новых систем, базирующихся на знаниях.

В настоящее время существует ряд систем планирования процессов, в частности система: ESP, созданная для планирования производства металлических листов; XPSE предназначена для планирования производства трехмерных механических деталей; IMS которая описывает решения задач календарного планирования; PI-LOTEX — типичная экспертная система для управления производственным процессом; PICON — экспертная система, осуществляющей управление в реальном времени технологическими процессами, которая применяется для управления нефтеочистительным предприятием, ее задача — играть роль разумного советчика, предупреждаю-

щего об опасностях и позволяющего человеку лучше выполнить функции оператора, обеспечивает контроль 20 тысяч точек; В [1] описывается экспертная система, созданная для анализа и синтеза систем стохастического управления и обработки сигналов; ESCORT — предназначенная для управления производственным процессом, которая является системой реального времени, то требуется специально разработанная системная структура для обеспечения высокоэффективного анализа задач управления производством; ЭСПЛАН — экспертная система планирования, которая является развитием концепции нечетких множеств и наследует некоторые их свойства, в частности манипулированные нечеткими лингвистическими значениями, продукционный формализм знаний. ЭСПЛАН создана как открытая система для ввода знаний, поддерживает достаточно развитый язык представления знаний продукционного типа, для организации логического вывода предложена концепция «активизации продукционной сети», а также разработаны методы представления и обработки лингвистических значений.

Традиционные компьютерные технологии в предшествующее десятилетие столкнулись с лавинообразным ростом информации, которую не в состоянии обработать. На первый план выдвинулись трудно формализуемые проблемы и задачи, оперирующие с нечеткими множествами [Заде, 1974; Орловский, 1981; Масалович, 1995, URL]. Необходимость бесконечно создавать терабайты программного обеспечения вылилась в «творческий» кризис, выход из которого связан с переходом на качественно новый информационно-технологический уровень, который могут обеспечить только системы искусственного интеллекта (экспертные системы) [Нильсон, 1973, Хант, 1978; Уинстон, 1980; Лорьер, 1991]. Поэтому дальнейшее развитие средств компьютеризации во всем мире проходит под знаком программы «Вычисления в Реальном мире» (*Real World Computing — RWC*), инициированной Японией в 1992 г. [Горбань с соавт., 1998]. В ней речь идет прежде всего о том, чтобы дать вычислительным и управляющим системам возможность самостоятельно, без помощи «переводчика»-человека воспринимать сигналы внешнего мира и воздействовать на него. Авторы программы огромную роль — до 30–40 % ее содержания — отводят развитию систем искусственного интеллекта, в частности экспертные системы в области планирования деятельности предприятий.

Искусственный интеллект (*artificial intelligence*) обычно трактуется как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции мыслительной способности человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий [Сотник, URL]. Речь идет, в первую очередь, о системах, в основу которых положены принципы обучения, самоорганизации и эволюции при минимальном участии человека, но привлечении его в качестве учителя и партнёра, гармоничного элемента человеко-машинной системы.

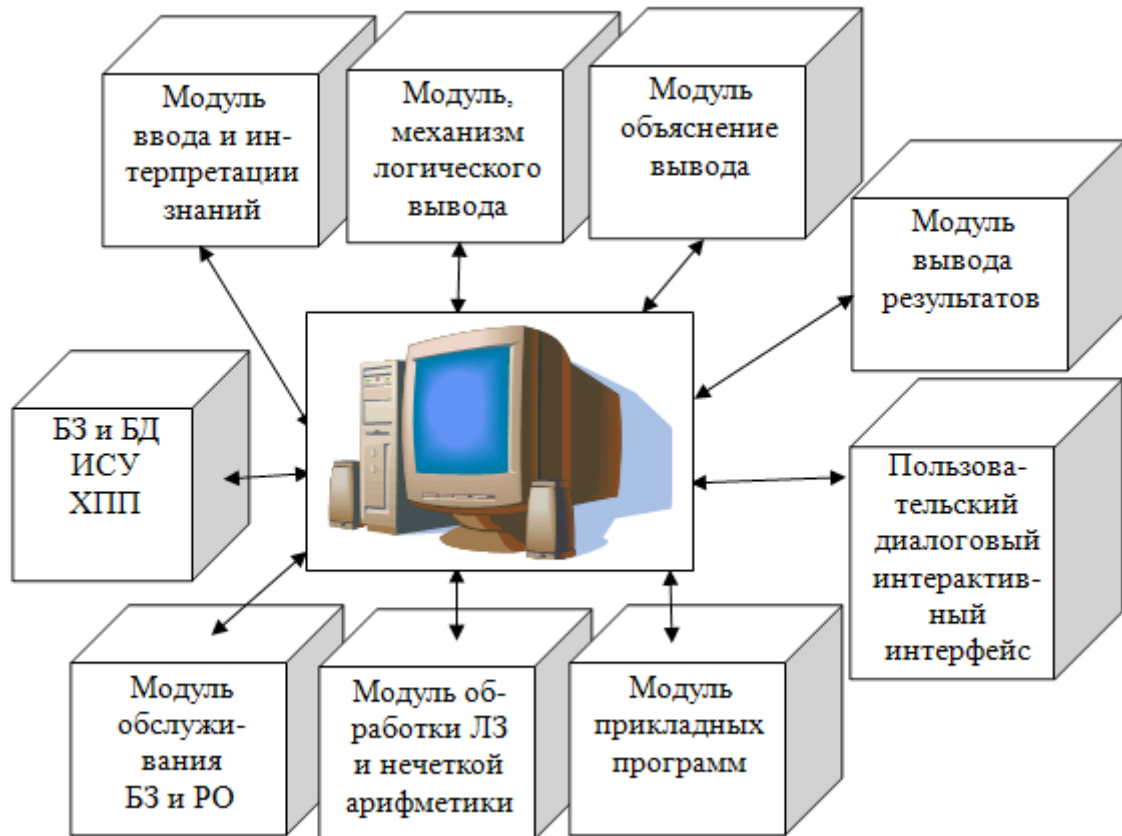


Рис. 1. Архитектура ЭС планирования ХПП

Архитектура разрабатываемой экспертной системы планирования хлопкоперерабатывающего предприятия (ХПП) представлена на рис. 1. Составляющие модули ввода интерпретации знаний, механизм, логического вывода, объяснения вывода, диалоговый интерфейс взаимодействия с пользователем, обслуживания БЗ и БД являются типичными для экспертных систем [3, 4]. Наличие модулей выдачи результата, обработки лингвистических значений и нечеткой арифметики, связи с прикладными программами обусловлено спецификой производственного процесса ХПП для которого разрабатывается настоящая ЭС:

- Система является производственной и должна выдавать конечные результаты в виде типовых машинограмм (документов);

- При решении задач планирования ряд показателей задается в виде лингвистических значений;

- Система является частью интегрированной системы управления ХПП и должна быть увязана с другими подсистемами как информационно, так и программно.

Следует отметить, что БД и БЗ интегрированной системы управления ЭС ХПП не являются модулями — это лишь области памяти, хранящие соответствующую информацию.

Ниже более подробно остановимся на отдельных модулях системы и функциях, выполняемых ими.

Модуль ввода и интерпретация знаний. Для ввода знаний в базу знаний разрабатываемой ЭС ХПП необхо-

димо выбрать язык представления знаний (ЯПЗ), который должен учитывать спецификации предметной области, т. е. хлопкоперерабатывающих предприятий. Описание спецификации ХПП на выбранном языке должна быть проще и эффективнее, чем на универсальном языке программирования. При разработке ЯПЗ ЭС ХПП было учтено, что:

- Предметная область планирования ХПП, как и любая другая предметная область, описывается совокупностью объектов и отношений на объектах;

- Объекты предметной области — поименованные элементы, существенные для данного объекта ХПП (количество сырьевых продуктов — модификации исходного сырья, хлопка-сырца, планы на товарную продукция — модификации конечных продуктов хлопка-сырца, технологические коэффициенты первичной переработки хлопка-сырца, производственные коэффициенты выхода конечных продуктов хлопка-сырца и т. д.);

- Объекты могут принимать значения, отражающие фиксированные состояния объекта ХПП, например, объект КОЛИЧЕСТВО_ХЛОПКА-СЫРЦА может иметь значения 40 ТЫС. ТОНН, объект МОДИФИКАЦИИ_ХЛОПКА-СЫРЦА — значения Ф-108, ТАШКЕНТ-4, Значения могут также задаваться в виде лингвистических термов: МАЛО, МНОГО, СРЕДНЕЕ и т. п.;

- Отношения могут быть вычислительными, например $ВЫХОД_ВОЛОКНА = НАГРУЗКА_АГРЕГАТА_ДЖИН_ДП-160 * K$, где K — коэффициент выхода волокна

зависящая от модификации хлопка-сырца, а также производственными: ЕСЛИ ПЛАН_НА_ВОЛОКНА=МНОГО И КОЛИЧЕСТВО_ХЛОПКА-СЫРЦА = МНОГО ТО НАГРУЗКА_ АГРЕГАТА_ДЖИН_ДП-160 = МНОГО. Возможно сочетание двух типов отношений:

ЕСЛИ ХЛОПКА-СЫРЦА_ЗАВОДА = МНОГО ТО НАГРУЗКА_ АГРЕГАТА_ДЖИН_ДП-160 = ПЛАН_НА_ВОЛОКНО / К.

Ввод значений в ЭС ХПП происходит в режиме интерактивного диалога. Эксперт вводит правила-продукции и значения элементов *CF* и <объяснение>. Элементы <автор> и <дата> фиксируются системой во время начала работы с ней. Нумерация правил осуществляется автоматически по мере их ввода в БЗ числами натурального ряда. Все имена объектов являются произвольными и задаются экспертом на этапе ввода значений.

Литература:

1. Алиев Р.А. и др. Производственные системы с искусственным интеллектом/Р.А. Алиев, Н.М. Абдикеев, М.М. Шахназаров. — М.: Радио и связь, 1990. — 264 с.
2. Заде Л.Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 165 с.
3. Экспертные системы. Принципы работы и примеры/Под ред. Р.Форсайта. М.: Радио и связь, 1987. — 224 с.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун и др.; Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: Наука, 1986. — 312 с.

БИОЛОГИЯ

Структура популяции полужесткокрылых прибрежных сообществ рек Сож и Березина

Азявчикова Татьяна Владимировна, старший преподаватель;

Кохно Елена Александровна, студент

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины (Беларусь)

Клопы представляют обширную группу долгожителей Земли. Наибольшая численность достигнута в мезозойскую эру, то есть 120–190 миллионов лет назад. Обитающие на планете клопы очень разнообразны: среди них есть пигмеи длиной меньше одного миллиметра и десятисантиметровые гиганты; водные и сухопутные насекомые; вегетарианцы, хищники, вампиры [5]. Полужесткокрылые или клопы занимают особое место в биологии, как представители насекомых с неполным превращением. Первым специалистом в России по полужесткокрылым был В.Ф. Ошанин. В 1906–1911 гг. в качестве приложения к «Ежегоднику Зоологического музея» им был издан всемирно известный каталог клопов, цикадок и листоблошек Палеарктики, кроме того, В.Ф. Ошанин перевел на русский язык «Международные правила зоологической и ботанической номенклатуры». Первым специалистом по клопам был В.Л. Бианки. Собранный им в Санкт-Петербургской губернии уникальный по объему и полноте материал с добавлением довольно скудных и случайных сборов, накопившихся в Музее, положил начало коллекции клопов. В.Л. Бианки занимался клопами с 1887 г. по 1896 г, опубликовал несколько статей и подготовил первый определитель клопов Северо-Запада России, который был опубликован в 1923 в соавторстве с А.Н. Кириченко [4].

Фенетические исследования полужесткокрылых, или клопов, в отличие от представителей других отрядов насекомых, очень немногочисленны и касаются всего нескольких видов (Шуваев, Тютюнникова, 1990; Голуб, Шуваев, Касаткин, 1992; Шуваев, 1992) [1, 6].

Поэтому целью данной работы явилось изучение видового состава особей на территории сухоходольных и пойменных лугов Гомельского и Светлогорского районов; определение возрастного и полового состава щавелевого клопа на исследуемых территориях, анализ фенетической структуры двух популяций клопа-щитника *Graphosoma lineatum* L.

Исследования проводились на четырех биотопах Гомельского и Светлогорского районов. Наблюдения на

данных биотопах проводились в разное время суток, фиксировались в учетном дневнике погодные условия, растительность, количество собранных видов и их распределение по территории. Определяли видовой состав, влияние растительности на качественные и количественные показатели [2, 3].

На первом этапе исследований нами была произведена сравнительная характеристика видового состава особей клопов на территории сухоходольного и пойменного лугов в Гомельском и Светлогорском районе (таблица 1).

Как видно из данных таблицы 1, на территории сухоходольного и пойменного лугов суммарное количество клопов на биотопах примерно одинаково. Можно предположить, что на исследуемых биотопах, клопы распределены равномерно в одинаковом соотношении.

На территории пойменного луга присутствует вид клопа черепашки, не зарегистрированный на других биотопах.

Выравненность по Пиелу показывает нарушение в биоценозе. Коэффициент выравненности по Пиелу на территории сухоходольных лугов равен 0,69 на биотопе 1 и 0,76 на биотопе 2. Выравненность по Пиелу на территории пойменных лугов равен, соответственно, на биотопе 3 и 4 0,62 и 0,33. Данный показатель изменяется в пределах от 0 до 1. Показатель нарушенности биоценоза не выявлен, а сообщество находится в стабильном состоянии.

Информационное разнообразие, или индекс Шеннона показывает общее разнообразие и представленность видов их особями в сообществе. Обычно укладывается в интервал от 1,5 до 3,5 (чем выше, тем более широко сообщество представлено видами). Индекс Шеннона на биотопе 2 равен 1,47 и укладывается в интервал индекса, что свидетельствует о разнообразии и представленности видов на данном биотопе. На биотопе 1 и 3 индекс равен 0,9, а на биотопе 4–0,8. Данные показатели не укладываются в интервале индекса, что свидетельствует о низком разнообразии видов полужесткокрылых на биотопах.

Таблица 1. Сравнительная характеристика видового состава особей клопов на территории суходольного и пойменного лугов в Гомельском и Светлогорском районе

В особях

	Суходольный луг		Пойменный луг	
	Биотоп 1	Биотоп 2	Биотоп 3	Биотоп 4
Щавелевый клоп	39	27	41	33
Малинник	3	4	—	7
Клоп черепашка	—	—	3	—
Древесный клоп	4	—	—	6
Итальянский клоп	1	—	2	7
Сумма	47	31	46	53

Фенетические исследования полужесткокрылых, или клопов, в отличие от представителей других отрядов насекомых, очень немногочисленны. Можно предположить, что фенотипы удаленных друг от друга популяций итальянского клопа будут обладать качественными различиями.

Хорошо известная специфика окраски итальянского щитника заключается в наличии продольных черных полос на дорзальной поверхности тела и продольных рядов пятен — на вентральной. Нами замечено, что помимо 6 пар рядов основных пятен, которые всегда присутствуют на вентральной поверхности брюшка, вблизи части из них могут присутствовать мелкие дополнительные пятна. При этом присутствие или отсутствие их, а в первом случае и их количество возле каждого из основных пятен — от-

четливо дискретные особенности каждой особи, которые можно считать Фенами.

Схема расположения основных пятен и некоторые фены дополнительной пятнистости показаны на рисунке 1.

Как видно на таблице 2, количественное соотношение фенотипов на каждом биотопе распределено неравномерно. На биотопах присутствуют виды, которые не имеют фенов F₂, F₇, F₁₁, F₁₆. На биотопе № 3, в отличие от биотопа № 4 отсутствуют фены F₆ и F₈. Широко распространенными фенами являются F₁ и F₉.

Таким образом, видовой состав особей полужесткокрылых на исследуемых биотопах представлен видами: щавелевый клоп, а также малинник, клоп-черепашка, древесным и итальянским клопом. Клоп-черепашка обна-

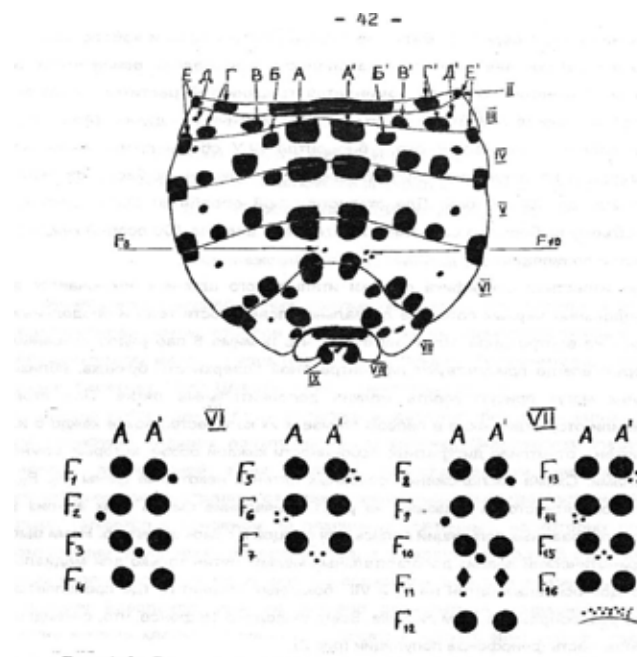


Рис. 1. Схемы пятнистости вентральной поверхности брюшка *Graphosoma italicum* Mull и выделенных на ее основе фенов, по В. Б. Голубу. 1 — схема расположения основных и дополнительных пятен: II-IX — сегменты брюшка: AA' — EE' — ряды основных пятен; F₃, F₁₀ — примеры фенов на основе дополнительных пятен. 2 — схема расположения основных и дополнительных пятен VI и VII брюшных стернитов и 16 выделенных фенов (большие значки — основные пятна, маленькие — дополнительные): F₁-F₇ — фены пятнистости VI стернита. F₈-F₁₆ — фены пятнистости VII стернита.

Таблица 2. Количественное соотношение фенотипов на каждом биотопе

В особях																
№ биотопа	Фены															
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
№ 3	9	-	8	4	8	-	-	-	9	4	-	2	7	1	1	-
№ 4	10	-	6	5	9	2	-	3	10	6	-	2	6	2	2	-

ружен только на территории Светлогорского района. При расчете индекса доминирования сделали вывод, что щавелевый клоп является доминантным видом на всей изученной территории.

Видовой состав особей полужесткокрылых на территории сухоходольного луга Гомельского и Светлогорского районов распределен неравномерно. На биотопе 1 присутствуют виды полужесткокрылых, не обнаруженные в ходе исследований на территории биотопа 2; это виды итальянского и древесного клопа.

На территории пойменного луга в Светлогорском районе присутствуют виды итальянского, древесного клопа и малинника, что связано с разнообразием кормовой базы на биотопе 4, а также отсутствие антропогенного воздействия на данном биотопе.

Показатель нарушенности биоценоза по Пиелу не вы-

явил сдвигов. Сообщество находится в стабильном состоянии. Индекс Шеннона на биотопе 2 укладывается в интервал индекса, что свидетельствует о разнообразии и представленности видов на данном биотопе. На биотопе 1 и 3 показатели не укладываются в интервале индекса, что свидетельствует о низком разнообразии видов полужесткокрылых на биотопах.

Фенетический анализ итальянского клопа двух исследованных биотопов различий не выявил, что доказывает принадлежность всех особей к одной популяции. Количественное соотношение фенотипов на каждом биотопе распределено неравномерно. На биотопах присутствуют виды, которые не имеют фенотипов F₂, F₇, F₁₁, F₁₆. На биотопе № 3, в отличие от биотопа № 4 отсутствуют фенотипы F₆ и F₈. Широко распространенными фенотипами являются F₁ и F₉.

Литература:

1. Негрбов О. Л. Определение семейств насекомых. — Воронеж: Воронежский университет, 1990. — С. 73–86.
2. Захваткин, Ю. А. Курс общей энтомологии. — М.: Агропромиздат, 1986. — 289 с.
3. Галиновский Н. Г., Потапов Д. В., Гончаренко Г. Г. Экология с основами метеорологии: практическое руководство для студентов специальности «Лесное хозяйство». — Гомель, 2009. — 108 с.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой формы информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2005. — Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/08nature/butt/index.htm>. — Дата доступа: 19.04.2011.
5. Балахонова В. А. Географическое распределение клопов семейств Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae и Pentatomidae Южного Зауралья // I Фестиваль-конкурс научно-исследовательского и прикладного творчества молодежи и студентов. Тезисы докладов Часть 2. — Курган, 1997 (6). — 6 с.
6. Кухарук (Тютюнникова) Е. В. Об экологических особенностях клопов-щитников (Heteroptera-Pentatomidae) Центрального Предкавказья. // Биологическое разнообразие Кавказа: Материалы VIII международной конференции, — Нальчик: КБГСХА, 2006. — С. 119–121.

К вопросу о видовом составе мышевидных грызунов Гомельского района

Потапов Дмитрий Викторович, старший преподаватель
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (Республика Беларусь)

Введение

Мышевидные грызуны — собирательное название мелких вредных грызунов семейства хомякообразных (Cricetidae) и мышиных (Muridae) из отряда грызунов (Rodentia), насчитывающего более 2000 видов. Это самая

многочисленная группа грызунов, распространенная почти по всему земному шару. Большинство видов этих семейств — мелкие зверьки, живущие в норах. Пища в основном растительная, некоторые виды поедают иногда и мелких животных, например насекомых. Характерна очень большая плодовитость и раннее половое созре-

вание. При благоприятных условиях некоторые виды способны размножаться в течение всего года. Численность может резко колебаться, возрастая в периоды массовых размножений в 100–200 раз. Лучше других млекопитающих мышевидные грызуны переносят неблагоприятные воздействия среды [1–7].

В условиях Беларуси встречаются следующие основные виды — рыжая лесная полевка, полевка-экономка, обыкновенная полевка, лесная мышь, полевая мышь, желтогорлая мышь, лесная мышовка, некоторые синантропные виды: домовая мышь, серая и черная крыса [3–6, 8–12].

В течение вегетационного периода мышевидные грызуны повреждают все сельскохозяйственные культуры, а особенно сильно зерновые и посеы многолетних трав. Зимой они выедают всходы озимых, объедают кору и корни деревьев в садах, питомниках, лесах, лесополосах, делают огромные запасы семян древесных культур. На пастбищах и сенокосах мышевидные грызуны уничтожают ценные кормовые растения. Поселяясь в жилых постройках, на складах и в хранилищах, портят продукты, тару и сами постройки. Кроме того, многие из них являются переносчиками возбудителей различных инфекционных и инвазионных заболеваний человека и домашних животных [2, 4–7, 12–14].

Значительный ущерб мышевидные грызуны могут приносить в лесных станциях, особенно подверженных антропогенной нагрузке, что связано с изменением условий обитания и увеличением разнообразия кормовой базы.

Таким образом, изучение видового состава и биологического разнообразия мышевидных грызунов и выявление их мест обитания и, следовательно, резерваций в летний период, вблизи населенных пунктов позволяют спрогнозировать общую степень вредоносности этой группы животных в конкретной местности.

Материалы и методы

Выяснение видового состава и численности мышевидных грызунов производят путем стандартных учетов ловушками типа «Геро» на ловушко-линиях. Каждая ловушко-линия состоит из 10–15 ловушек и выставляется на сутки, после чего ловушко-линию снимают и переносят на новое место (если в той же станции, то не ближе чем через 200 метров). Ловушки в линии выставляют через каждые 10 шагов. В начале и в конце каждой ловушко-линии делают метки. Приманка стандартная — черный хлеб, поджаренный на растительном масле. В необходимых случаях приманку возобновляют. В дальнейшем при камеральной обработке рассчитывают количество зверьков, отловленных на каждые 100 ловушко-суток в среднем.

Для определения видовой принадлежности отловленных мышевидных грызунов без препарирования использовали определители, позволяющие это сделать [11, 15–17].

В ходе проведения исследований изучались параметры биологического разнообразия [18] сообществ мышевидных грызунов в обследованных биотопах:

1 Информационное разнообразие сообщества (индекс Шеннона):

$$H' = -\sum (n_i/N) \log (n_i/N),$$

где n_i — число особей i -го вида; N — общее число особей всех видов в сообществе

2 Индекс концентрации доминирования (индекс Симпсона):

$$D = \sum (n_i/N)^2,$$

где n_i — число особей i -го вида; N — общее число особей всех видов в сообществе

3 Выравненность видов в сообществе (индекс Пielу):

$$e = H'/\ln S,$$

где H' — индекс Шеннона, S — число видов в сообществе

4 Коэффициент фаунистического сходства сообществ (коэффициент Жаккара):

$$Kg = C / ((A + B) - C),$$

где A — число видов в 1-м сообществе, B — число видов во 2-м сообществе, C — число видов, общих для обоих сообществ.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведенных исследований в 2008–2010 гг. было обследовано 4 биотопа в окрестностях Ченковского лесничества Гомельского района: смешанный лес, сельскохозяйственное поле, антропогенный участок и лесная просека. Отработано 1350 ловушко-суток и отловлено 223 особи мышевидных грызунов, представленных десятью видами: лесной, полевой, домовой, желтогорлой мышами, полевкой-экономкой, обыкновенной, рыжей, кустарниковой полевками, лесной мышовкой и серой крысой. Данные виды являются типичными фоновыми видами, встречающимися во всех станциях с подходящими экологическими условиями.

Встречаемость мышевидных грызунов в исследованные годы весьма сходна, за исключением рыжей полевки, численность которой в 2009–2010 гг. резко возрастает, что обусловлено следующими причинами: асимметричная конкуренция с лесной мышью в пользу рыжей лесной полевки, благоприятные климатические условия для перезимовки взрослых особей, снижение численности хищников-миофагов. Таким образом, не столько отдельные условия, сколько удачное их сочетание служит основной причиной увеличения численности рыжей лесной полевки, что отражено в таблицах 1 и 2.

Обращает на себя внимание факт появления кустарниковой полевки в 2009 году, что свидетельствует о продолжении процессов интродукции степных видов на нехарактерные для них ранее территории, что, по-видимому, связано с общим изменением климатических условий и последствий мелиоративных мероприятий, широко про-

Таблица 1. Встречаемость мышевидных грызунов в Гомельском районе, 2008–2010 гг. (в процентах)

Виды	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Лесная мышь (<i>Apodemus uralensis</i>)	34	10,8	2,2
Желтогорлая мышь (<i>Apodemus flavicolis</i>)	4	6	2,2
Полевая мышь (<i>Apodemus agrarius</i>)	24	22,9	13,3
Домовая мышь (<i>Mus musculus</i>)	8	9,6	4,4
Рыжая лесная полевка (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	14	45,8	77,8
Кустарниковая полевка (<i>Microtus subterraneus</i>)	-	2,4	-
Обыкновенная полевка (<i>Microtus arvalis</i>)	6	-	-
Полевка-экономка (<i>Microtus oeconomus</i>)	8	-	-
Лесная мышовка (<i>Sicista betulina</i>)	2	-	-
Серая крыса (<i>Rattus norvegicus</i>)	-	2,4	-

Таблица 2. Количество особей микромаммалий на 100 ловушко-суток, 2008–2010 гг.

Виды	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Лесная мышь (<i>Apodemus uralensis</i>)	4,2	2,4	0,4
Желтогорлая мышь (<i>Apodemus flavicolis</i>)	0,5	1,4	0,4
Полевая мышь (<i>Apodemus agrarius</i>)	2,9	5,1	2,1
Домовая мышь (<i>Mus musculus</i>)	1	2,2	0,7
Рыжая лесная полевка (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	1,7	10,3	12,3
Кустарниковая полевка (<i>Microtus subterraneus</i>)	-	0,5	-
Обыкновенная полевка (<i>Microtus arvalis</i>)	0,7	-	-
Полевка-экономка (<i>Microtus oeconomus</i>)	1	-	-
Лесная мышовка (<i>Sicista betulina</i>)	0,2	-	-
Серая крыса (<i>Rattus norvegicus</i>)	-	0,5	-

водимых на территории Белорусского Полесья в середине XX века.

Можно отметить некоторое снижение представленности видами сообществ микромаммалий в 2010 году, что можно объяснить плохими погодными условиями в период проведения отловов.

Практически все отловленные особи явились половозрелыми, соотношение полов составило примерно 1:1 (107 самок и 114 самцов, у 2 молодых особей пол определить не удалось), что указывает на стабильность популяций мышевидных грызунов на обследованных территориях. С отловленных особей сняты морфометрические показатели. На основе полученных данных можно прийти к выводу, что микромаммалофауна исследованных станций обладает достаточным видовым разнообразием.

Для исследования видовой структуры сообществ микромаммалий были применены следующие параметры: индекс информационного разнообразия (индекс Шеннона), ин-

декс концентрации доминирования (индекс Симпсона), индекс выравненности видов в сообществах (индекс Пиелу), коэффициент сходства сообществ (коэффициент Жаккара). При анализе вышеизложенных индексов можно отметить следующие закономерности: в исследуемых сообществах наблюдается малое число доминирующих видов с преобладанием одного-двух доминантов, что свидетельствует об устоявшихся сформированных биоценозах со стабильной видовой структурой, что вполне закономерно для сообществ организмов, относящихся к К-стратегам. Невысокие индексы Пиелу также свидетельствуют о стабильности сообществ отлавливаемых животных и достаточной степени их сформированности. Таким образом, показатели видового разнообразия характеризуют сообщества микромаммалий окрестностей Ченковского лесничества как достаточно стабильные в экологическом смысле и слабо нарушенные, несмотря на относительно высокую рекреационную нагрузку на данные станции.

Литература:

1. Ветеринарная энциклопедия / гл. ред. К. И. Скрябин. — М.: Советская энциклопедия, 1969. — 1190 с.
2. Карасева Е. В. Грызуны России / Е. В. Карасева, Ю. В. Тошигин. — М.: Наука, 1993. — 166 с.
3. Наумов Н. П. Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов / Н. П. Наумов. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — 203 с.
4. Наумов Н. П. Экология животных / Н. П. Наумов. — М.: Сов. Наука, 1955. — 533 с.

5. Наумов Н. П. Экология животных / Н. П. Наумов. — М.: Высшая школа, 1963. — 618 с.
6. Огнев С. И. Звери СССР и прилежащих стран: в 7 т. / С. И. Огнев. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — Т. 4–7.
7. Пантелеев П. А. Грызуны Палеарктики: состав и ареалы / П. А. Пантелеев. — М.: ИПЭЭ РАН, 1998. — 117 с.
8. Бурко Л. Д. Позвоночные животные Беларуси / Л. Д. Бурко, В. В. Гричик. — Мн.: БГУ, 2005. — 391 с.
9. Звери: Попул. энцикл. справ. / Беларус. энцикл., Ин-т зоологии НАН Беларуси; под ред. П. Г. Козло. — Мн.: БелЭн, 2003. — 440 с.
10. Константинов В. М. Зоология позвоночных: учебник для студ. биол. фак. пед. вузов / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 464 с.
11. Кучмель С. В. Определитель млекопитающих Беларуси / С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко, Б. П. Савицкий. — Мн.: БГУ, 2007. — 168 с.
12. Савицкий Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. — Мн.: БГУ, 2005. — 319 с.
13. Аристов А. А. Европейская рыжая полевка / А. А. Аристов, Н. В. Башенина. — М.: Наука, 1981. — 352 с.
14. Большая советская энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Большая советская энциклопедия, 1969. — 573 с.
15. Малыгин В. М. Систематика полевок / В. М. Малыгин. — М.: Наука, 1974. — 246 с.
16. Малыгин В. М. Систематика обыкновенных полевок / В. М. Малыгин. — М.: Наука, 1983. — 206 с.
17. Бобринский Н. А. Определитель млекопитающих СССР / Н. А. Бобринский, Б. А. Кузнецов, А. П. Кузякин. — М.: Просвещение, 1965. — 381 с.
18. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. — М.: Мир, 1992. — 184 с.

МЕДИЦИНА

Актуальные проблемы диагностики и лечения инфильтративно-отечной формы рака молочной железы с метастазами в кости

Владимиров Юрий Прокопович, кандидат медицинских наук, доцент;

Апсетарова Диана Якубовна, студент

Мордовский государственный университет (г. Саранск)

Общая заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗНО) населения Республики Мордовия (РМ) и Российской Федерации (РФ) в целом неуклонно растёт. Хотя в последние годы отмечается тенденция по снижению числа вновь выявленных больных раком легкого и желудка, т. е. отрицательный прирост, но заболеваемость некоторыми формами злокачественных опухолей резко увеличивается. По данным канцер-регистра. Республиканского онкологического диспансера (РОД) РМ это относится у женщин к раку молочной железы (РМЖ), меланоме кожи, к раку шейки матки, раку эндометрия и ряду других локализаций ЗНО (Табл. 1)

Несмотря на успехи современной онкологии, метастазирование РМЖ в кости существенно осложняет тактику лечения. По данным ряда исследователей [1], около 60 % больных раком РМЖ уже имеют морфологически подтвержденные микрометастазы в начале первичного лечения и до 75 % в более поздний период, большинство из

которых составляют метастазы в кости (КМ). Они значительно отягощают течение болезни, ухудшают качество жизни пациентки, поскольку обуславливают возникновение болевого синдрома, угрозу патологического перелома. Характер анатомических проявлений МК при РМЖ вначале до 6 месяцев является остеопластическим или смешанным, а далее преимущественно остеолитическим [3].

Хотя КМ и являются относительно благоприятными прогностическим признаком по сравнению с поражением висцеральных органов, они оказывают заметное влияние на продолжительность жизни: 5-летняя выживаемость больных с РМЖ с костными метастазами по данным ряда авторов составляет 20 % [2].

Основными компонентами комплексного лечения КМ-поражения при РМЖ, помимо оперативного, является дистанционная лучевая терапия (ДЛТ), полихимиотерапия (ПХТ) и гормонотерапия (ГТ). При этом зача-

Таблица 1. Темпы прироста заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Мордовии (1992–2012 гг.)

Локализация злокачественного новообразования	Темпы прироста заболеваемости (%)	
	Мужчины	Женщины
Предстательная железа	38,7	-
Молочная железа	-	32,4
Легкое	-15,0	-16,0
Желудок	-22,0	-18,7
Ободочная кишка	8,8	16,3
Прямая кишка	9,3	14,3
Меланома кожи	33,3	28,0
Другие ЗНО кожи	13,3	22,0
Почка	33,3	22,4
ЗНО ЦНС	28,6	33,3
Щитовидная железа	22,9	19,5
Тело матки	-	27,4
Шейка матки	-	23,8

стью выявляется целый комплекс побочных эффектов и осложнений [2,4], таких как нефротоксичность и риск развития тромбоэмболических осложнений. По их данным это может объясняться внутрисосудистым связыванием этих препаратов с кальцием с образованием комплексов, повреждающих почки при выведении с мочой. Предполагают, что при назначении антрациклинов одновременно с антиметаболитами (5-FU) и цитостатиками подавляется фибринолиз, при этом частота тромбоэмболических осложнений составляет 11% [2,3]. И, наконец, исследования последних лет говорят о том, что длительный прием ингибиторов ароматазы при ГТ приводит к снижению плотности костной ткани, что сопровождается повышенным риском переломов. Подтвердить или опровергнуть все вышеуказанное и было нашей задачей.

Для исследования были проанализированы 74 истории больных РМЖ с костными метастазами, верифицированными при рентгенографии и сцинтиграфии скелета. Функциональное состояние почек изучено методом радиоренографии (РРГ). Возраст больных от 34 до 70 лет (средний возраст — 53,9+ - 1,9 года). Стадии опухолевого процесса были:

А) в т. ч. T2N2M1 — Б) стадия, в т. ч. T4N1M1 T3N2M1 T4N2M1

Радиоренографию и сцинтиграфию проводили перед началом комплексного лечения больных с РМЖ и сразу после завершения всего комплекса лечебных мероприятий. При РРГ-ии применялся радиофармпрепарат (РФП)-технемаг -99m Tc с целью оценки суммарной и отдельной секреторно-выделительной функции почек и верхних мочевых путей. Для сцинтиграфии скелета использовался РФП — технефор-99m Tc, обладающий высокой тропностью к костной ткани. Исследование осуществлялось на гамма — Камере фирмы «Филипс». На сцинтиграммах отмечалась гиперфиксация препарата в очагах повышенного метаболизма костной ткани, что было характерно для остеобластических метастазов.

Курс лечения занимал в среднем 4–5 месяцев и состоял из предоперационной адыювантной ПХТ. Сюда входили циклофосфан — 2,4 по 400мг в/м № 6 через день, доксорубин — 100мг по 50 мг в/в — в 1й и 8й дни, 5-FU — 1,5г по 750 мг в/в в 1й и 8й дни. Всего проводилось 4–5 подобных курсов ПХТ. На 2-ом этапе проводилась радикальная мастэктомия. Следующим этапом была дистанционная лучевая терапия с суммарной очаговой дозой (СОД) на постоперационный шов 50–60 Грей (Гр) и на регионарные лимфоузлы 46–50Гр. На заключительном этапе курс антиэстрогенной эндокринной терапии, ингибиторами ароматазы — анастрозолом или аримидексом по 1 мг ежедневно.

При анализе 74 истории болезней, амбулаторных карт и результатов радионуклидных исследований за период с 2003 года по 2012 год не выявил у наблюдаемого контингента до начала лечения нарушений функции почек и тромбоэмболических расстройств венозного кровообращения у наблюдаемых больных. Однако окончательные резуль-

таты комплексного лечения метастатического РМЖ удалось проследить только у 56 больных (75,6%). Остальным 18 больным (24,4%) не удалось довести весь запланированный курс лечения до конца.

Оказалось, что у 13 больных (23%) были выявлены ренографически нарушения секреторно-выделительной функции почек по воспалительно-паренхиматозному типу и у 2-х пациенток — по обструктивному типу. Подобные изменения свидетельствуют о нарушениях функции и структуры проксимальных канальцев, препятствующих выделению нефротропного РФП в мочесобирательную систему нефрона в виде провизорной мочи. (31). Это может объясняться нефротоксическим действием такой комбинации антрациклинов с антиметаболитами и цитостатиками, приводящем к тубулярной и гломерулярной дисфункции (21,30,32).

Так же выяснилось, что среди больных, получавших такую терапию, частота тромбоэмболических осложнений составила 21% (у 16 больных). Значит, у больных РМЖ с костными метастазами, находящихся на постельном режиме и получавших такую лекарственную комбинацию, существенно активируется коагуляционный каскад, (29). Это неизбежно приводило к повышению агрегационной способности тромбоцитов и снижению (особенно в течение 1-го месяца лечения, уровня тромбомодулина. Поэтому, такая тактика лечения требовала контроля системы гемостаза. связи с этим не реже 1 раза в месяц определялось Международное нормализованное отношение (МНО) и поддерживалось в пределах 2,0–3,0 (18). Такой контроль был необходим из-за использования в нейтрализации тромбозов низкомолекулярных гепаринов, варфарина, тромбодасса, аспирина. Игнорирование показателей МНО могло привести к повышению риска кровотечений или, или наоборот, снижению эффективности тромбопрофилактики.

В то же время сцинтиграфически с 99-м Tc-технефором было установлено, что в результате дистанционного облучения с помощью линейного ускорителя костных метастазов у 32 больных (57%) наблюдалась задержка роста опухоли, у 17 больных (30%) уничтожение метастаза с восстановлением костной структуры и у 7 больных (12%) наблюдалось развитие остеосклероза на месте деструктивного процесса, что подтверждено рентгенологически. Наиболее часто нами использовался режим укрупненного фракционирования по 4–5 Гр в сутки. Всего 5–6 фракций до суммарной очаговой дозы (СОД) 20–28 Гр, что изоэффективно дозами 36–40Гр при обычном фракционировании с РОД — 2,0 Гр за сутки. При множественном поражении ребер, трубчатых костей и выраженных болях у ослабленных больных применяли 2–3 облучения с РОД-6–8 Гр при интервале между фракциями в 2–3 дня.

В результате проведенного исследования выяснилось что, основными компонентами комплексного метастатического костного поражения РМЖ является операция, лучевое лечение, гормоно- и химиотерапия. Удельный вес каждого компонента зависит от конкретной клини-

ческой ситуации — возраста больной, состояния овариально-менструальной функции, уровня рецепторов гормонов, локализации костных метастазов и их количества, длительности безрецидивного интервала, наличие метастатического поражения внутренних органов. Лечение больных с метастатическим РМЖ должно быть комплексным и основываться на рациональном применении системной терапии и локальных лучевых воздействий, которые следует использовать так и в такой последовательности, чтобы по возможности достичь максимальной ликвидации симптомов при наименьшей интоксикации.

Все же на сегодня имеется несомненные достижения в изучении РМЖ благодаря своевременному обнаружению костных метастазов методом радиосцинтиграфии с ^{99m}Tc-техноформ, что повлияло на тактику комплексного лечения РМЖ. Внедрение в повседневную клиническую практику новых антиэстрогенных противоопухолевых средств позволило добиться стабильных и достаточно высоких показателей 5-летней выживаемости в данной ситуации с 31,4% в 1992 г. До 67% в 2012. Се-

годня даже с диагнозом метастатического РМЖ не становится для женщины приговором. Поиск новых методов диагностики и лечения РМЖ продолжается

Подводя итог проведенного исследования можно с уверенностью установить

1. Что важное место в определении локализации костных метастазов РМЖ имеет сцинтиграфия скелета с ^{99m}Tc-техноформом.

2. Применение в комплексе лекарственной терапии РМЖ антиметаболитов, цитостатиков с антрациклинами хотя и вызывают ряд побочных эффектов, но обязательно РРГ и контроль уровня МНО позволяют принять меры по лекарственной коррекции уродинамики и своевременной тромбопрофилактики.

3. Лучевая терапия является одним из наиболее эффективных методов лечения костных метастазов.

4. Подтверждено, что назначение ингибиторов ароматазы аримидекса или анастрозола высоко эффективно в лечении РМЖ и не противопоказаны больным с наличием тромбоэмболических осложнений.

Литература:

1. Захарова Н.А., Семиглазов В.Ф., Даффи С.В. Скрининг рака молочной железы, проблемы и решения.-М.: ГЭОТАР — Медиа, 2011—176 с.
2. Мерабишвили В.М Выживаемость онкологических больных. СПб.: Коста 2006 г. — 440 с.
3. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В., Нургазиев К.Ш. Обоснование стандартов лечения рака молочной железы// Алматы. — 2007. — 364 с.
4. Семиглазов В.Ф. Стратегические и практические к решению проблемы рака молочной железы// Вопр. Онкол. — 2012. — Т.58, № 2. — с. 148—152

Организация скорой медицинской помощи и тенденции ее динамики в Казахстане

Галиева Гульмира Базархановна, кандидат медицинских наук, доцент
Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова (Казахстан)

В статье рассмотрены вопросы оказания скорой медицинской помощи населению Казахстана, дальнейшее улучшение и перспективы развития.

Ключевые слова: скорая медицинская помощь, догоспитальная помощь, интерполяция, экстраполяция, метод экспертных оценок, моделирование.

За период реализации Государственной программы реформирования и развития здравоохранения Республики Казахстан на 2005—2010 годы (далее — Госпрограмма) были достигнуты определенные результаты: — принят Кодекс Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения»; — установлены минимальные стандарты по гарантированному объему бесплатной медицинской помощи; — разработаны и реализуются отраслевые программы по снижению материнской и детской смертности в Республике Казахстан на 2008—2010 годы; — о мерах по совершенствованию службы крови в Республике Казахстан на 2008—

2010 годы; — по противодействию эпидемии СПИД в Республике Казахстан на 2006—2010 годы; — развития кардиологической и кардиохирургической помощи в Республике Казахстан на 2007—2009 годы; — «Здоровый образ жизни» на 2008—2016 годы.

В концепции развития здравоохранения Республики Казахстан подчеркнута важность службы скорой медицинской помощи и медицины катастроф, а также осуществления комплексных мер по приоритетному развитию специализированной медицинской помощи населению. Повышение качества услуг скорой медицинской помощи предусмотрено в Государственной про-

грамме здравоохранения «Саламатты Қазақстан» на 2011–2015 годы. Данная программа реализуется Правительством РК во исполнение поручения Главы государства, сформулированного в ежегодном послании народу Казахстана. По данным Министерства здравоохранения, скорая медицинская помощь оказывается 3710 выездными бригадами. Отмечается рост числа бригад по сравнению с 2008 годом на 9,6%. Из них 2174 (58,6%) представлены фельдшерскими, 857 (23%) общепрофильными врачебными, 679 (18,3%) специализированными и 284 (7,6%) педиатрическими бригадами. За 10 месяцев 2012 года службой скорой медицинской помощи обслужено более 4,8 млн. вызовов. Кроме того, в динамике наблюдается увеличение обращаемости за скорой медицинской помощью в среднем по стране за 10 месяцев 2012 года до 351 на 1000 населения. Наиболее высокой она отмечается в г. Астане — 438,2, г. Алматы — 431,4, Восточно-Казахстанской области — 431, Мангистауской области — 424,9. Анализируя общий уровень обращаемости населения, можно отметить, что повсеместно основным поводом обращений является внезапное заболевание, перевозка экстренных больных, несчастные случаи. В вопросах развития службы скорой медицинской помощи Казахстан изучает передовой зарубежный опыт. Например, в США существует три типа бригад скорой медицинской помощи. Они обеспечиваются радиосвязью, носилками, перевязочными и иммобилизирующими средствами и даже приспособлениями для передачи электрокардиограммы на расстоянии. Во Франции система скорой медицинской помощи функционирует по региональному принципу, в пределах департамента. В ней около 100 пунктов. Характерной особенностью службы скорой помощи Великобритании является многопрофильный характер ее деятельности. Служба скорой помощи Великобритании обслуживает большое число «неэкстренных» пациентов (перевозка плановых больных), в то время как в большинстве других стран служба скорой помощи обслуживает только острые заболевания или несчастные случаи.

Необходимо отметить, что одним из важнейших достижений бывшего советского здравоохранения в области организации и совершенствования службы СМП следует считать ее специализацию, благодаря которой значительное развитие получила экстренная специализированная медицинская помощь населению, в том числе детскому, на догоспитальном и госпитальном ее этапах. В настоящее время служба скорой медицинской помощи Казахстана характеризуется разветвленной сетью станций СМП с санитарными автомашинами, санитарной авиацией и больницами скорой медицинской помощи.

В Казахстане скорая медицинская помощь является общедоступной, своевременной и бесплатной. В связи с этим, нынче значительно повысилась требовательность не только к качеству экстренной медицинской помощи, но и к обоснованности поступающих вызовов на станцию скорой медицинской помощи, что диктует необходимость

углубленного изучения состояния скорой медицинской помощи городскому населению, особенно детскому.

В современных условиях Республики Казахстан осуществлен переход на экономические методы планирования и нормирования труда в здравоохранении. Начиная с 1999 года бюджетные ассигнования на территориальном уровне выделяются из расчета на одного жителя, а организация здравоохранения получают средства по государственному заказу в расчете на единицу объема деятельности: стационары — на одного пролеченного больного, поликлиники — на одного прикрепленного жителя, СМП — на одного обслуженного вызова и т.д.. Поэтому современный этап развития здравоохранения диктует необходимость применения экономических методов нормирования в отрасли, что в свою очередь, требует совершенствования нормативной базы в сфере охраны здоровья населения.

На сегодня организация работы станций (отделений) СМП регламентируется приказами Министерства здравоохранения РК, которыми определены положения об их работе, нормативы обеспеченности санитарным автотранспортом и медицинским персоналом, перечни необходимого оборудования и оснащения всех видов санитарных транспортных средств. Приказ Агентства по делам здравоохранения от 16.08.2001 № 756 «О мерах по совершенствованию скорой и неотложной медицинской помощи населению Республики Казахстан».

В целях совершенствования скорой и неотложной медицинской помощи и улучшения качества оказываемых услуг населению Республики Казахстан, усиления ее нормативно — правовой базы утверждены следующие правила деятельности скорой и неотложной медицинской помощи. Приказом Агентства Республики Казахстан по делам здравоохранения 16 августа 2001 года N 756 утверждены правила деятельности станции (отделения) скорой и неотложной медицинской помощи.

Станция скорой и неотложной медицинской помощи является медицинской организацией, оказывающей бесплатную круглосуточную скорую и неотложную медицинскую помощь взрослому и детскому населению при угрожающих жизни состояниях, несчастных случаях, острых тяжелых заболеваниях, как на месте происшествия, так и в пути следования. Основными принципами являются: 1) полная доступность для населения; 2) оперативность в работе и своевременность помощи; 3) полнота объема и высокая квалификация; 4) обеспечение беспрепятственной госпитализации в соответствующие медицинские организации. Регламент времени выезда бригад: 1) по скорой медицинской помощи — до 4-х минут; 2) по экстренным перевозкам — до 30 минут; 3) по плановым перевозкам — в течение 90 минут.

Приказом министерства здравоохранения Республики Казахстан от 16-августа 2001 года № 756, определен норматив оснащения санитарным транспортом станций скорой и неотложной медицинской помощи — 1 санитарный автомобиль (с носилками) на 10 тысяч жителей.

Важно отметить, что эффективную организацию службы СМП определяет ряд факторов: развитие и рациональное размещение сети станций и отделений СМП; четкость в работе диспетчерской службы, осуществляющей прием вызовов и направление бригад медицинских работников; направление санитарного транспорта на вызов в максимально короткие сроки; налаженность в системе госпитализации больных и пострадавших, достигаемая централизованным учетом свободных мест в больницах, родильных домах и других лечебных организациях; обеспечение максимальной преемственности в лечении больных во взаимосвязи бригадой скорой помощи и другими лечебно-профилактическими организациями.

В современных условиях особую значимость приобретают разработка и внедрение новых технологий и научно обоснованных методов текущего и перспективного планирования здравоохранения, в том числе службы СМП. Планирование службы СМП населению предусматривает определение мощности станции (подстанции) и больницы скорой помощи, а также специализированных отделений. Казахстан на сегодняшний день обладает достаточно высокой оснащенностью санитарным автотранспортом и укомплектованностью бригад. На сегодняшний день служба скорой медицинской помощи (СМП) республики представлена 262 организациями и подразделениями, из которых 26 самостоятельных станций и 236 отделений СМП.

Планирование службы СМП населению Республики Казахстан предусматривает определение расчетных показателей потребности в бригадах в заданном медицинском районе города, определение мощности станции (подстанции) и больницы скорой помощи, а также специализированных отделений. В зависимости от сроков исполнения планы развития СМП делятся на текущие, которых составляется на год и перспективный план.

Перспективное планирование службы СМП сложная в методическом отношении задача, требующая учета степени влияния на конечные результаты многочисленных факторов (численность и половозрастная структура населения, уровень и структура заболеваемости и смертности, а также обращаемости населения за СМП и др.), каждый из которых нуждается в прогнозе возможного изменения на перспективу. При составлении долгосрочных планов развития службы СМП могут быть использованы такие методы прогнозирования явлений как интерполяция, экстраполяция, метод экспертных оценок и моделирование. Следует отметить, что актуальные задачи, поставленные

перед станциями СМП, а также рост их объема деятельности в связи с объединением пунктов неотложной помощи при поликлиниках со станциями СМП в единые учреждения, обуславливали при планировании сети новых станции (подстанций) выделять медицинские сектора, не всегда адекватны потребности населения административных районов.

Служба СМП в Казахстане, особенно в крупных городах, в последние годы преобразовалась в мощную специализированную организацию, располагающую значительными материально-техническими и кадровыми ресурсами, работающую в жестком регламенте времени. Поэтому наряду с совершенствованием клинических аспектов оказания населению СМП все более решающее значение приобретают вопросы рациональной организации и повышения эффективности управления СМП. Успешное и действенное решение этих вопросов, как отмечают ряд исследователей, возможно путем широкого использования современных математических методов и вычислительной техники для автоматизации функций управления.

В силу специфики характера расселения сельских жителей организационно-структурные особенности различия характерны и для службы СМП функционирующей на селе. В ряде научных сообщений рассмотрены проблемы, связанные с организацией, совершенствованием и повышением качества СМП в условиях сельской местности. На разностороннюю деятельность СМП значительное влияние оказывает эффективность работы амбулаторно-поликлинического звена: организация приема больных и их обслуживание на дому, уровень и качество диспансеризации, профилактической и санитарно-просветительной работы; взаимодействие амбулаторно-поликлинической сети и СМП, преемственность и координация деятельности в лечении наиболее тяжелого контингента больных.

Таким образом, анализ литературы по медико-организационным аспектам СМП населению Казахстана свидетельствует, что наука и практика в системе СМП органически связаны. Поэтому одним из главных условий дальнейшего развития службы СМП следует считать научную разработку ее актуальных сторон, которая предполагает исследование по совершенствованию организации СМП населению Казахстана. Вместе с тем изменившиеся социально-экономические условия и новые тенденции в организации СМП последних лет свидетельствует о необходимости дальнейшего улучшения планирования деятельности СМП.

Литература:

1. Галиева Г. Б., Маусымбаева А. М., Уражанова Н. Ж. Об особенностях обращаемости за скорой и неотложной медицинской помощью детского населения г. Талдыкоргана. Молодой ученый № 2 (49)/ 2013
2. Здоровье населения Алматинской области и деятельность организаций здравоохранения в 2001 г. (статистический сборник). — Талдыкорган, 2002 г. — с. 50
3. Турлыбеков Ж. Т., Мурзанова Д. А., Мухамеджанова З. М. Динамика заболеваемости детского населения в Республике Казахстан // Проблемы социальной медицины и управление здравоохранением. — Алматы, 2002 — № 23. — с. 47

Клинико-эпидемиологические аспекты первичных опухолей головного мозга на примере региональной многопрофильной больницы

Грома Игорь Иванович, врач-нейрохирург
Ханты-Мансийская окружная клиническая больница (Тюменская обл.)

За период с 2007 по 2012 г. г. на базе Ханты-Мансийской окружной клинической больницы, по материалам медицинской документации, проведен скрининг качества оказания нейроонкологической помощи. Показаны количественные и качественные показатели хирургической активности, послеоперационные осложнения. Проведена оценка качества оказания помощи 110 больным с исследуемой нозологией.

Ключевые слова: ПОГМ — первичные опухоли головного мозга; КТ — компьютерная томография; МРТ — магнито-резонансная томография; ХМОКБ Ханты-Мансийская окружная клиническая больница; ЛПУ — лечебно-профилактические учреждения; ОМС — общемозговые симптомы; СОД — суммарная очаговая доза; МХТ — монокимиотерапия; ПХТ — полихимиотерапия.

Clinical and Epidemiological Aspects of Primary Brain Tumors as an Example of Regional Multiprofile Hospital

I. I. Groma
Khanty-Mansiysk regional hospital

During the period from 2007 to 2012 the screening of quality of medical neurooncological care according to medical documentation in Khanty-Mansiysk regional hospital was made. Quantitative and qualitative indicators of surgical activity, postoperative complications have been showed. The quality assessment medical care of 110 patients with studied pathology was made.

Актуальность темы: За последнее время отчетливо наметилась тенденция неуклонного увеличения количества заболевших новообразованиями тех, или иных органов и тканей. Не остаются в стороне и проблемы оказания нейроонкологической помощи, особенно в регионах, находящихся на удалении от общепризнанных центров. Факторами, определяющими рост заболеваемости опухолями головного мозга являются: 1. Ухудшение экологии в целом на планете. 2. Увеличение с возрастом вероятности возникновения ОГМ, особенно у лиц старше 60 лет. 3. Практически повсеместное использование в диагностическом комплексе компьютерной томографии (КТ) и магнито-резонансной томографии (МРТ) приведшее к скачку показателей церебральных новообразований. 4. Упрощение доступа к популярным просветительским ресурсам у большей части населения и создание в России сообществ пациентов, страдающих определённым видом заболевания, с возникновением, комфортно индуцированной, онконастороженности. 5. Государственные программы по диспансеризации и профилактическим медосмотрам, позволяющих производить более обширный спектр онкопрофилактических мероприятий.

Злокачественные новообразования неизбежно приводят к инвалидизации больных и являются одной из основных причин смертности населения, что значительно снижает трудовой и жизненный потенциал общества.

Цель: оценить структуру и динамику заболеваемости ПОГМ, оценить качество оказания нейроонкологической

помощи населению в ХМОКБ, отследить динамику выживаемости после проведенного хирургического лечения и качество жизни.

Материалы и методы: Проанализированы 80 историй болезни, 26 амбулаторных карт и 4 протокола вскрытия бюро судебно-медицинской экспертизы, больных с первичными новообразованиями головного мозга проходивших лечение в Ханты-Мансийской ОКБ, а также умерших на дому за период с 2007 по 2012 г. Среди исследуемого контингента было 68 человек женского пола и 42 мужского. За исследуемый период выявлено: астроцитарных опухолей — 53, оболочечно-сосудистых — 28, опухолей турецкого седла — 10, других ПОГМ — 19: медуллобластом — 4, неврином — 3, олигодендроглиом — 2, нейробластом — 2, эпендимом — 2, хориоид-папиллом — 2, дермоидная киста — 1, лимфома — 1, ангиоретикулома — 1, ганглиоцитомы — 1.

Результаты: В 2007 году на лечение в Ханты-Мансийскую ОКБ поступило 10 пациентов с первичными опухолями головного мозга (ПОГМ), в 2008 — 25, в 2009 — 19, в 2010 — 10, в 2011 — 14, в 2012 — 28. Наибольшее число заболевших ПОГМ приходилось на возрастные категории: 45–49 лет — 18, 55–59 лет — 17, 35–39 — 15, 40–44 и 60–64 лет по 12 человек. Длительность анамнеза: до 1 месяца выявлена у 32 человек, до 3-х у 17, до полугода у 18, 1 год у 16, свыше 5 лет у 12. Дебют заболевания начинался с общемозговой симптоматики у 55 заболевших ПОГМ, с общемозговых и очаговых сим-

птомов у 27 пациентов, очаговых симптомов выпадения у 26 больных. Новообразования были визуализированы на магнито-резонансной томографии (МРТ) в 80 случаях, при помощи компьютерной томографии (КТ) в 26.

По локализации неопластических процессов отмечена следующая закономерность расположения новообразований: хиазмально-селлярным расположением — 14 пациентов, с полушарной супратенториальной было выявлено у 70 больных, супратенториальной срединной — 3, ствола — 7, мосто-мозжечкового угла — 3, субтенториальной срединной — 6, субтенториальной полушарной — 2. Размеры новообразований до 3 см были констатированы у 45 человек, от 3 до 6 см у 39, свыше 6 см — 22.

Неврологическая симптоматика при поступлении в стационар распределилась следующим образом: общемозговые симптомы (ОМС) + очаговые симптомы выпадения были констатированы у 59 нейроонкобольных; ОМС у 19; ОМС+ очаговые с-мы + эпилептики у 16; очаговая симптоматика у 5; ОМС + очаговая симптоматика выпадения + менингеальные с-мы у 3; эпилептики были у 1, ОМС+ очаговая симптоматика выпадения + эпилептики, ОМС + эпилептики, ОМС+ очаговая симптоматика выпадения + эпилептики+ менингеальные с-мы у 1 пациента. Общее состояние пациентов при поступлении было расценено, как удовлетворительное у 86 пациентов поступивших на стационарное лечение, средней степени тяжести 16, тяжёлое у 2, крайне тяжёлое у 2. В ясном сознании поступило 90 человек, 11 с лёгким оглушением, 2 — в состоянии глубокого оглушения, в сопоре — 1 и 2 в коматозном состоянии. Функциональное состояние при поступлении по шкале Karnofsky в 80 баллов у 29 человек; 70 баллов — 24; 90 баллов — 19; 50 баллов — 13; 60 баллов — 12; 40 баллов — 5; 30 баллов — 2; 20 баллов — 2.

За исследуемый период в Ханты — Мансийской ОКБ было прооперировано 39 человек. При этом объём вмешательства при церебральных новообразованиях был следующим: 20 — тотальное удаление, 12 — субтотальное, 5 — частичное, 2 — биопсия опухоли. Не оперировались ввиду тяжести состояния пациента — 9 человек. Остальные 58 получали медицинскую помощь в ЛПУ округа и за пределами ХМАО — Югры. В зависимости от вида хирургического вмешательства и структур, на которых они выполняются, используются определённые уклады пациентов на операционном столе. В ХМОКБ 29 больных с ПОГМ оперировались в положении на спине, а в модифицированном положении на боку 10. При выполнении 18 вмешательств использовалась методика awake—up craniotomy, 3 операции проводилась под ксеноновым наркозом, при остальных 18 был комбинированный наркоз. За исследуемый период при выполнении 34 хирургических вмешательств выполнялась костно-пластическая трепанация, в 5 резекционная. Пластику дефектов черепа производили в 32 случаях интраоперационно, после 3-х операций краниопластика не проводилась, а у 4 прооперированных краниопластика

была осуществлена в сроки до 1-го года. Интраоперационно закрытие дефекта черепа осуществлялось аутокостью в 31 случае, а после 1-ой операции дефект закрыт титановой пластиной. При отстроченных краниопластиках закрытие посттрепанационного дефекта аутокостью было у одного больного, при 2-ух вмешательствах была использована титановая пластина и при закрытии 1-го дефекта черепа использовался композитный материал. Для более точного наведения на опухоль и выбора рациональной траектории доступа при 16 операциях использовалась нейронавигационная система «Stealth Station TREON» Medtronic Navigation, а при 3 использовался ультразвук «BK Medical-2102 Hawk». С целью наименьшей травматизации тканей применялась увеличительная техника. При выполнении 37 операций использовался операционный микроскоп Ormi Pantero, при 2 — эндоскопическая техника K.Storz. Девитализация тканей опухоли с применением аргоноплазменного коагулятора (ERBE) Erbotom APC-300 осуществлена в 27 случаях, при 7 эрадикациях использовался холодноплазменный коагулятор «SOERING CPC 3000», использование ультразвукового кавитационного дезинтегратора «CUSA-Excel» было на 37 вмешательствах. Нейрофизиологический мониторинг осуществляли при удалении 18 новообразований при помощи аппарата корковой стимуляции «OCS-1». Интраоперационная кровопотеря до 250 мл была у 4 прооперированных, 250—500мл 23, 500—750 мл — 8, 750—1000мл — 3 и у 1 свыше 1000 мл. Восполнение кровопотери инфузионно-трансфузионным методом проведено 35 больным, с применением рециркулятора — 4. Ранний послеоперационный период усугублялся: выраженной дислокацией мозга у 2 больных; ОНМК по ишемическому типу развилось у 2 пациентов; образование гидромы произошло у 2, а гематомы возникли у 3 прооперированных; кровоизлияние в ложе /остатки новообразования было у 3 пациентов; нарушение герметичности ликворных пространств произошло у 1 больного; у 1 пациента развился менингоэнцефалит; бронхо — легочные осложнения возникли в 1 случае. Повторные циторедуктивные вмешательства проводились у 3 больных 1 раз, у 2 дважды. Ликвидация ранних послеоперационных осложнений проводилась у 6 пациентов однократно, у 1 — дважды. В послеоперационном периоде 12 больным проведена радиотерапия 10 по 1-му курсу и 2 пациентам по 2 курса гамма-терапии в средней суммарной очаговой дозе (СОД) в 54,7 Гр. Химиотерапия проводилась 9 прооперированным в Ханты-Мансийской ОКБ нейроонкобольным. Монохимиотерапия (МХТ) темодалом проводилась в дозировке 280—360 мг: 1 пациенту — 4 цикла, 1—5 циклов, 1—6 циклов. 3 > 6-ти циклов; полихимиотерапия (ПХТ) по схеме PCV — 2 больным однократно, 1 — дважды. Безрецидивный период до 1 месяца был у 36 прооперированных, 3 мес. — 34, 6 мес. — 23, 12 мес. — 20, 18 мес. — 17, 24 мес. — 16, 30 мес. — 11, 36 мес. — 11. Однолетняя выживаемость после операции была у 22 пациентов, 3-х летняя у 6. У прооперированных в ХМОКБ

нейроонкологических больных после выписки функциональный статус по шкале Karnofsky в 90 баллов констатирован у 1 прооперированного в Ханты-Мансийской ОКБ, у 5 больных — 80 баллов у 5 — 70 баллов, 8 — 60 баллов, 7 — 50 баллов, 11 — 40 баллов, 2 — 30 баллов. За период исследования среди нейроонкологических пациентов, прооперированных в ХМОКБ, к работе вернулось 8 человек, 22 находятся на инвалидности той или иной степени, 9 умерло.

Обсуждение: Анализ клинико-статистических показателей пациентов находившихся на лечении в Ханты-Мансийской ОКБ показал, что среднегодовая заболеваемость первичными опухолями головного мозга на 100 тысяч населения составила 2,37. В популяции нейроонкобольных с ПОГМ доминируют женщины 61,82±4,6% (p<0,05). Заболеваемость при ПОГМ в зависимости от возраста являет собой двухгорбую кривую с пиком в возрастной категории 45–49 лет — 16,36±3,5% (p<0,05) от общего числа и вторым в 55–59 лет- 15,46±3,5% (p<0,05). Нейровизуализация новообразований при помощи МРТ проводилась у 72,73±3,4% (p<0,05), КТ у 27,27±4,2% (p<0,05). Опухоли от 3 до 6см составляют 35,46±4,6% (p<0,05) и 24,63±4,1% (p<0,05) свыше 6см. В дебюте церебральных новообразований преобладает общемозговая симптоматика у 51,89±4,8% (p<0,05). По локализации неопластических процессов выражено доминирует супратенториальное полушарное расположение 64,64±4,6% (p<0,05). По гистологии преобладают нейроэпителиальные новообразования 60 ±4,7% (p<0,05). При поступлении в стационар у больных с первичными опухолями мозга преобладает сочетание очаговых симптомов выпадения и общемозговой симптоматики 53,64±4,8% (p<0,05). Из общего числа больных с ПОГМ 15,09±3,5% (p<0,05) поступают на лечение в состоянии средней степени тяжести, а по 1,89±1,3% (p>0,05) в тяжёлом и крайне тяжёлом состоянии. С изменённым сознанием или его отсутствием на лечение поступает 15,09±3,5% (p<0,05) пациентов с первичными церебральными новообразованиями. С функциональным статусом по шкале Karnofsky до 70 баллов поступает 22,64±4,1% (p<0,05) нейроонкобольных. В Ханты-

Мансийской ОКБ при выполнении хирургического этапа лечения ПОГМ в 51,28±8% (p<0,05) проводилось тотальное удаление опухоли, в 30,77±7,4% (p<0,05) новообразования удаляют субтотально, в 12,82±5,3% (p>0,05) частично и 5,11±3,5% (p>0,05) выполнена только биопсия с целью уточнения гистологии неопластического процесса и назначения нехирургических методов лечения. Те или иные послеоперационные осложнения возникали в 40,21±7,9% (p<0,05) подвергнутых оперативному лечению. В послеоперационном периоде по шкале Karnofsky 71,79±4,4% (p<0,05) прооперированных имело функциональный статус до 70 баллов. Из них умерло 23,08±6,7% (p<0,05) в отдалённом периоде, а 3,64±1,8% (p>0,05) от общего числа популяции экзистировали на дому, не получив своевременной специализированной помощи. На 1.01.2013 г. у 56±7,9% (p<0,05) пациентов прооперированных пациентов с ПОГМ констатирована 1-летняя выживаемость, 3-хлетняя у 15±5,7% (p>0,05). Отсутствие рецидива заболевания отмечено у 28,21±7,2% (p<0,05) прооперированных с ПОГМ.

Выводы: Инвалидизация среди прооперированных доходит до 71,79±7,2% (p<0,05), летальность после проведенного хирургического лечения составляет 23,08±7% (p<0,05); послеоперационные осложнения возникали в 40,21±7,9% (p<0,05) рецидив заболевания отсутствует только у 28,21±7,2% (p<0,05) пролеченных.

В свете далеко не блестящей статистики результатов оказания нейроонкологической помощи, осуществляемой нейрохирургической службой многопрофильной больницы, необходим следующий перечень мероприятий для улучшения качества предоставляемых услуг: 1. Открытие нейрохирургического отделения в составе Ханты-Мансийской ОКБ, с наличием постоянно действующей нейрореанимационной составляющей. 2. Улучшение уровня профессионального мастерства оперирующих нейрохирургов. 3. Более активное использование мощностей запущенного с января 2013 г. в работу отделения радиотерапии и радиохирургии с целью минимизировать риски проведения радикальных хирургических вмешательств, исключив по возможности, операции на новообразованиях с труднодоступными локализациями.

Литература:

1. Можейко Р.А. Клиническая эпидемиология первичных опухолей головного мозга в Ставропольском крае: Автореф. дис. кнн мед. Наук — С-Пб 2004.
2. Екимов А.А. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения больных с нейроэпителиальными и оболочечными опухолями головного мозга стандартными методами и с использованием современных технологий: Автореф. дис. кнн мед. наук Новосибирск 2009.

Комплексное лечение флегмоны дна полости рта с применением синего света

Ешиев Абдыракман Молдалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением;

Абдуллаева Светлана Абдулхаковна, соискатель

Ошская межобластная объединенная клиническая больница (Киргизия)

В статье отражены результаты проведенного исследования, облучения гнойных ран синим светом на примере 60 больных с флегмонами дна полости рта, получавших лечение в челюстно-лицевом отделении Ошской межобластной объединенной клинической больницы.

Ключевые слова: флегмона, синий свет.

Comprehensive treatment the phlegmons of the bottom of mouth cavity using blue light

Eshiev A. M., Abdullaeva S. A.

Osh interregional hospital

The article presents the results of the study, radiation wounds festering with blue light on the sample of 60 patients with phlegmons of the bottom of mouth cavity were treated in the maxillofacial department of Osh inter-regional integrated hospital.

Key words: phlegmon, blue light

Несмотря на многолетнюю историю и достижения современной хирургии, ее частных разделов, проблема лечения гнойных ран и в настоящее время имеет большую актуальность. Это объясняется не только возрастанием частоты гнойно-воспалительных процессов, но и изменением их клинического течения, увеличением числа таких осложнений, как сепсис, медиастинит, септический шок.

Лечение гнойно-воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области считается одним из важнейших направлений в современной хирургии. Несмотря на большие достижения науки обусловленных, прежде всего, улучшением диагностики, широким применением антибиотиков и совершенствованием оперативной техники и анестезии, лечение гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей челюстно-лицевой области и полости рта остается чрезвычайно сложной и далеко не решенной проблемой [4].

Для преодоления недостатков сложившейся ситуации в профилактической и лечебной антибактериальной терапии хирургической инфекции и правильного планирования лечебных мероприятий изучались факторы риска, менялись антибиотики и методики их введения. Однако число раневых осложнений заметно не уменьшалось [5]. Увеличение частоты нагноений послеоперационных ран можно объяснить появлением штаммов микроорганизмов, устойчивых к воздействию антибактериальных препаратов, изменением иммунобиологической реактивности организма, вызванным экологическими факторами и нерациональным применением антибиотиков. Патогенетически и клинически самой сложной фазой течения гнойной раны является фаза воспаления. Медикаментозные средства, применяемые в 1-фазе должны обладать антимикробными, некролитическими, гидрофильными

и обезболивающими свойствами и тем самым способствовать своевременному очищению раны, подавлению микрофлоры и созданию оптимальных условий для регенерации раны. В настоящее время во всем мире интенсивно развивается относительно новая медицинская технология — фотодинамическая терапия. Эффективность синего света не зависит от спектра чувствительности патогенных микроорганизмов к антибиотикам. Она оказалась губительной даже для антибиотикорезистентных штаммов золотистого стафилококка, кишечной палочки и других микроорганизмов [1,2,3].

Целью исследования явилось улучшение результатов лечения больных с флегмоной дна полости рта путем использования синего света.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач было проведено комплексное обследование и лечение 60 больных с флегмонами дна полости рта, находившихся на стационарном лечении в Ошской межобластной объединенной клинической больнице за период с ноября месяца 2012 по май 2013года.

Среди получающих лечение больных мужчин было 40 (66,6%), женщин — 20 (33,4%), возраст от 18 до 60 лет. Всех больных разделили на две группы: основная группа — 30 больных, получали комплексное лечение и дополнительно проведено облучение синим светом с длиной волны 450нм два раза в сутки по 15минут. Вторая группа контрольная — 30 больных, эти больные так же получали комплексное лечение, но без облучения синим светом. Следует указать, что сроки от начала заболевания до обращения в челюстно-лицевое отделение колеба-

Таблица 1. Динамика раневого процесса в зависимости от проведенного лечения

Методы лечения	Количество больных	Средние сроки (сутки)		
		Очищение ран	Появления грануляции	Начало краевой эпителизации
Синий свет	30	4,2±0,4*	4,4±0,3*	6,48±0,4*
Традиционное лечение	30	8,5±0,7	8,8±0,7	10,5±0,8

*При уровне значимости $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой.

лись от 4 до 7 суток, в среднем в основной и контрольной группе они составили $5,5 \pm 0,5$ дней.

Все больные с момента поступления в хирургическое отделение получали комплексное лечение, включающее оперативное вмешательство, антибактериальную терапию, инфузионную, дезинтоксикационную, улучшающую микроциркуляцию терапию, лечение сопутствующих заболеваний.

Все пациенты были оперированы под общим обезболиванием в первые сутки после поступления в стационар. Им была выполнена хирургическая обработка гнойного очага, которая включала широкое вскрытие, эвакуацию детрита, иссечение некротизированных и пропитанных гноем тканей. Брали гной и биоптат тканей в различные пробирки для микробиологических исследований, многократно промывали полость 3% раствором перекиси водорода, фурациллина, осушали, выполняли гемостаз и операцию завершали введением резиновой трубки. В основной группе больных в полость вводили фото дренажное устройство для облучения синим светом. Проведены клинические, морфологические и бактериологические исследования. Статистическая обработка полученных данных проведена на основании общепринятых методов вариационной статистики по Стьюденту.

Результаты исследования и их обсуждения

По результатам исследования — дополнение традиционного местного лечения флегмон дна полости рта воздействием синего света способствовало более быстрой нормализации общего состояния больных. У больных контрольной группы температура тела нормализовалась в среднем на $4,75 \pm 0,35$ сутки, использование синего света в основной группе больных приводило к более быстрой нормализации температуры тела — в среднем на $2,42 \pm 0,1$ день ($p < 0,05$). Анализ динамики клинических проявлений показал, что лечение гнойных ран с использованием синего света приводит к более быстрому уменьшению перифокальных воспалительных проявлений. Гиперемия окружающих рану тканей разрешалась в течение 2—3 суток, отмечено выраженное уменьшение местного отека в среднем на 4—5 сутки, а инфильтрация в области краев ран сохранялась до 4—6 дня.

Анализируя в целом клинические проявления раневого процесса важно отметить, что после проведения облучения синим светом сократились сроки очищения ран от гнойного детрита и фибринозных масс, а также время

появления грануляций и начала эпителизации — таблица 1. В среднем, очищение ран от гнойного детрита и фибринозных масс наступало на $4,2 \pm 0,4$ день, а появление грануляций выявлено на $4,4 \pm 0,3$ сутки. На $4,1 \pm 0,4$ день отмечено начало краевой эпителизации, что достоверно лучше, чем при традиционном лечении ($p < 0,05$).

При поступлении все больные имели признаки интоксикации различной степени выраженности, о чем свидетельствовали изменения лейкоцитарной формулы крови: лейкоцитоз, повышение количества незрелых форм нейтрофилов, появление плазматических клеток, снижение количества моноцитов и лимфоцитов, а также увеличение показателя ЛИИ (до $6,1 \pm 0,2$ усл. ед.). Увеличение числа незрелых форм нейтрофилов мы рассматривали как проявление напряжения компенсаторных механизмов, обеспечивающих инактивацию токсинов. Снижение количества моноцитов и лимфоцитов, с нашей точки зрения, свидетельствует об угнетении иммунологической системы защиты организма. Через 3 дня после выполнения хирургической обработки гнойного очага и проведения комплексной традиционной терапии мы отмечали уменьшение значений ЛИИ — до $2,72 \pm 0,15$ усл. ед., при дополнительном воздействии на раны синим светом происходило большее уменьшение показателя ЛИИ — до $1,95 \pm 0,12$ усл. ед. ($P < 0,05$). Выявленные изменения свидетельствуют о повышении неспецифической резистентности организма и уменьшения интоксикации. Через 7 суток после операции при комплексном лечении гнойных ран с использованием синего света величина ЛИИ соответствовала нормальным цифрам — $1,04 \pm 0,11$ усл. ед., в то время как у пациентов контрольной группы оставалась повышенной — $1,82 \pm 0,14$ усл. ед. ($P < 0,05$). Значения ЛИИ в основной группе уменьшались быстрее за счет уменьшения нейтрофильного сдвига и увеличения количества моноцитов, лимфоцитов и эозинофилов.

Показатели послеоперационных койко-дней в группах различались значительно. Если при традиционном лечении больных с флегмонами полости рта в среднем койко-день составил $15,05 \pm 0,7$ дней, то у пациентов основной группы, комплексно леченных с применением синего света послеоперационный период составил $10,8 \pm 0,27$ дня ($P < 0,05$).

Микробиологические исследования патологического отделяемого из гнойных очагов показали, что ведущее место, как в монокультуре так и в ассоциациях заняли: *St. aureus* (84,9% и 80,4% соответственно); *Str. Pyogenus*

выделено в монокультуре в 5,7 % и в ассоциации 5,8 % случаев; анаэробы в 5,7 % и 4,7 % случаев соответственно.

При количественных микробиологических исследованиях установлено, что до начала лечения у больных обеих групп имелся высокий уровень обсемененности тканей ран, в 1 г ткани ран содержалось в среднем 1×10^9 КОЕ. Сразу после проведения облучения синим светом микробная обсемененность ткани ран не изменялась, но через 3 суток обсемененность ткани ран микробной флорой уменьшилась до 10^7 КОЕ/г. При традиционном лечении данные показатели не изменялись и составляли 10^9 КОЕ/г. На пятый сутки после облучения синим светом содержание микробов в 1 г ткани составило 10^5 КОЕ/г, на 7 сутки после выполнения облучения в гранулированных ранах этот показатель снизился до 10^3 КОЕ/г. При традиционном лечении в этот же срок показатели микробной обсемененности ткани ран составило 10^{6-7} КОЕ/г, отличалось разнообразием представителей. Полученные результаты свидетельствуют, что применение синего света более эффективно снижает бактериальную обсемененность тканей ран, чем традиционное лечение.

При цитологическом исследовании через 3 суток после фотодинамического воздействия отмечается значительное уменьшение микрофлоры в мазках-отпечатках. Содержание нейтрофилов снижается с 93,6 % до 80,2 % от общего числа клеточных элементов. Отмечается высокое число дегенеративных форм нейтрофилов ($57,63 \pm 4,8$ %), связанное с их разрушением под фотодинамическим воздействием. Имеет место увеличение количества макрофагов и моноцитов с фагоцитозом бактерий, тканевого и клеточного детрита. Встречается небольшое количество фибробластов, главным образом юных форм, значительно превышающее их количество в контрольной группе (8,7 % по сравнению с 2,2 % соответственно). Отмеченные из-

менения свидетельствуют об активации регенераторных процессов и соответствуют воспалительно-регенеративному типу цитограмм.

На 5 сутки после светолечения практически не обнаруживается микрофлоры. Значительно уменьшается количество нейтрофилов (до $68,6 \pm 4,4$ %). Встречается большое количество макрофагов и фибробластов ($11,8 \pm 2,6$ % и $13,2$ % соответственно), что свидетельствует о дальнейшей активации репаративных процессов.

К 7 суткам преобладающим клеточным элементом являются макрофаги и фибробласты (14,8 % и 18,8 % соответственно), обнаруживаются молодые эпителиальные клетки, что позволяет говорить о регенераторном типе цитограмм.

Таким образом, данными клиническими исследованиями доказано, что применение синего света способствует сокращению сроков очищения ран от гнойно-некротического детрита, появлению грануляций, началу эпителизации в 1,5–2 раза, уменьшению сроков полного заживления гнойных ран на 4–5 день по сравнению с традиционным лечением.

Результаты проведенных морфологических исследований выявили, что использование синего света способствует сокращению экссудативно-альтеративной фазы раневого процесса, уменьшению микроциркуляторных расстройств, быстрому очищению ран от гнойно-некротического детрита, усилению фагоцитарной активности нейтрофилов, активации пролиферации клеточных элементов макрофагального и фибробластического ряда, ангио и коллаген генеза, ускоренному созреванию и фиброзированию грануляционной ткани.

Микробиологические исследования доказали значительное снижение бактериальной обсемененности тканей ран при использовании облучения синим светом, чем при традиционном лечении.

Литература:

1. Воскресенская Н. П. Регуляторная роль синего света в фотосинтезе. Физиология фотосинтеза. — М.: Наука, 1982. — с. 203–220.
2. Каранадашов В. И., Петухов Е. Б., Зродников В. С. Фототерапия: Руководство.
3. Карандашов В. И., Палеев Н. Р., Петухов Е. Б., Джулини Г. Лечение синим светом. — М.: Издательский дом «Техника-молодёжи», 2009. — 48 с.
4. Профилактика гнойно-септических осложнений в хирургии / В. В. Плечев, Е. Н. Мурысева, В. М. Тимербулатов, Д. Н. Лазарева. М.: Триада X, 2003. — 320 с.
5. Усовершенствованный метод определения чувствительности микроорганизмов к антибиотикам / А. И. Яременко, Е. О. Прусакова, Т. Ю. Шувалова, И. В. Шумаков // Пародонтология. 2002. — № 1–2 (23). — С. 45–48.

Сравнительный мониторинг частоты заболеваемости злокачественными опухолями челюстно-лицевой области жителей Львовской, Тернопольской и Ивано-Франковской областей (за последние 10 лет)

Караван Ярослав Романович, ассистент;
Левандовский Роман Адамович, кандидат медицинских наук, доцент;
Беликов Александр Борисович, доктор медицинских наук, профессор
Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы, Украина).

Проведен сравнительный мониторинг частоты заболеваемости злокачественными опухолями челюстно-лицевой области жителей Львовской, Тернопольской и Ивано-Франковской областей за последние 10 лет. На основе статистического метода исследования проведен ретроспективный анализ 1476 регистрационных карт больного злокачественным новообразованием. Приведена характеристика распространенности злокачественных опухолей челюстно-лицевой области отдельно взятого региона по стадийности развития заболеваемости, половым и возрастным признакам, локализации и морфологическому типу опухоли.

Ключевые слова: мониторинг, злокачественная опухоль, челюстно-лицевая область, пол, возраст, локализация, морфологический тип.

Analysis of Frequency of Morbidity by Malignant Tumours of Maxillofacial Area of Habitants Lvov, Ternopol and Ivano-Frankovsk Region (for the last ten)

Ya.R. Caravan, A. B. Belikov, R. A. Levandovsky
Bukovinian State Medical University, Theatre square, 2, 58000, Chernovtsy.

A monitoring over the morbidity rate of malignant tumors of the maxillofacial region of inhabitants of the Lvov, Ternopol and Ivano-Frankovsk areas has been out ten previous years. On the basis of a statistical method of research the retrospective analysis of 1476 case histories has been performed. A characteristic of the prevalence of malignant tumors of maxillofacial region of this particular region based on the sexual age-related characteristics has been adulated, localization and morphological type of tumors.

Key words: analysis, malignant tumors, maxillofacial region, gender, age, localization, morphological type.

Введение. Проблема ранней диагностики, от которой зависит дальнейший исход лечения и реабилитации онкологического больного со злокачественным новообразованием (ЗН), является одной из самых актуальных для современной медицины. Во всем мире в 2007 году заболеваемость ЗН составляла 12 млн., а показатель смертности — 7,6 млн. человек [10, 11, 14]. По прогнозам ВОЗ, к 2020 году заболеваемость ЗН возрастет вдвое: от 10 до 20 млн. случаев, а смертность — с 6 до 12 млн. Масштабность проблемы очевидна. К 2050 году уже предусматривается увеличение заболеваемости до 24 млн. человек [14]. Рак как в развитых, так и в развивающихся странах входит в число трех основных причин смертельных случаев во всех возрастных группах населения после 50 лет — как в развитых, так и в развивающихся странах [2, 3, 4, 8].

Ежегодно в Украине регистрируется более 2400 новых случаев рака слизистой полости рта (СОПР), из которых 80,7 % приходится на мужчин. Несмотря на доступность выявления этой патологии, III-IV стадия регистрируется в 59,4 % случаев [5,9]. В Украине показатель выживания до 1 года составляет 54,2 %, в отличие от мировых показателей [6, 7].

Поэтому для успешной борьбы со ЗН необходимы достоверные данные о эпидемиологии рака, уровне онкологической заболеваемости и смертности для различных половозрастных, этнических, профессиональных и других групп населения [3, 4].

Цель исследования. Оценить качество диагностики злокачественных опухолей челюстно-лицевой области среди жителей Ивано-Франковской, Львовской и Тернопольской областей, на основе анализа регистрационных карт больного злокачественным новообразованием.

Материал и методы. Для изучения частоты заболеваемости злокачественными опухолями челюстно-лицевой области данного региона нами, на основе статистического метода исследования, проведен ретроспективный анализ 928 регистрационных карт больных со злокачественными опухолями челюстно-лицевой области (ф. № 030–6/0) Львовского государственного онкологического регионального лечебно-диагностического центра, 423 — Тернопольского областного онкологического коммунального диспансера, 125 — Ивано-Франковского онкологического диспансера, которые в комплексе с другими методами получили. Также, соответственно, обработано Национальный канцер-реестр по Львовской, Тернопольской

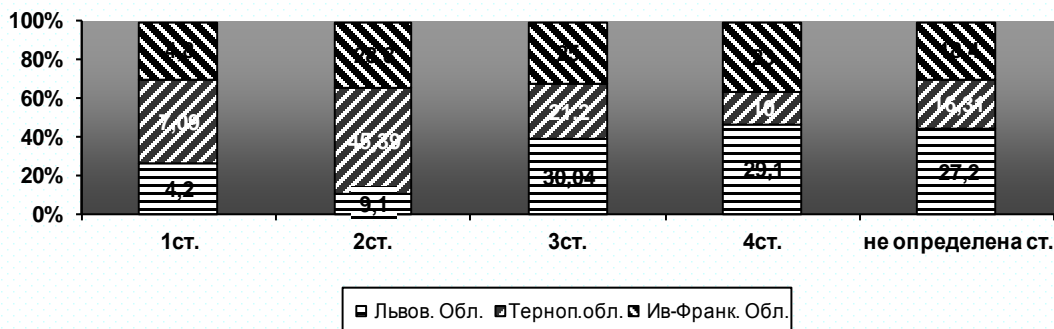


Рис. 1. Стадийность злокачественных опухолей челюстно-лицевой области

и Ивано-Франковской областях с 2003 по 2010 годы. При исследовании учитывались следующие показатели: возраст и пол пациентов, стадийность развития заболевания, локализация и морфологический тип опухоли. Для рандомизации исследований все больные были разделены на возрастные группы согласно данным Национального канцер-реестра Украины.

Результаты исследования и их обсуждение. На основанные статистического исследования частоты заболеваемости среди жителей данных областей выявлено следующее.

При характеристике стадийности заболевания рак в I и II стадиях по Львовской области обнаружен только в 123 (13,3%) случаев. Опухолевый процесс в III стадии диагностирован у 282 (30,4%) больных, в IV стадии — у 270 (29,1%) лиц, в то время как у 253 (27,2%) — стадия заболевания не была определена.

В Тернопольской области заболевания в стадии (T1) обнаружено у 30 (7,09%) больных, во II стадии (T2) — у 192 (45,39%), в III (T3) и IV (T4) стадиях — у 132 (31,2%) лиц, в то время у 69 (16,31%) лиц стадия заболевания не была определена [12].

По данным Ивано-Франковской области в I стадии (T1), ЗН выявлено у шести (4,8%) больных, во II стадии (T2) — у 36 (28,8%), в III (T3) и IV (T4) стадии — у 60 (48,0%) лиц, а у 23 (18,4%) стадия ЗН не была определена [13].

Таким образом, поздняя выявляемость заболевания (T3, T4) была обнаружена по Львовской — у 552 (59,5%) больных, по Тернопольской области — у 201 (47,5%), по Ивано-Франковской — у 83 (66,4%) лиц (рис. 1).

По гендерным характеристиками в Тернопольской области выявлено 354 (83,7%) мужчин и 69 (16,3%) женщин. Т.е. ЗН ротовой полости у мужчин в 5,1 раза преобладали над заболеваниями у женщин.

По Львовской области выявлено 819 (88,25%) мужчин и 109 (11,75%) женщин. Таким образом получена зависимость поражений ЗН ротовой полости у мужчин, которые у 7,5 раз преобладали над заболеваниями у женщин.

В Ивано-Франковской области ЗН обнаружено у 101 (80,8%) мужчины и у 24 (19,2%) женщин. Значит, ЗН ротовой полости у мужчин в 4,2 раза были больше чем у женщин (рис. 2.).

При характеристике возрастных признаков было установлено, что с возрастом частота злокачественных опухолей имеет тенденцию к изменениям.

Наиболее высокая заболеваемость по Львовской области, обнаружена в возрастных группах 59–68 (32,11%) и 69–78 (28,88%), снижаясь в группах 49–58 (18,21%), 79–88 (15,4%) и 39–48 (3,98%) и самая низкая — в группах 29–38 (0,65%) и 18–29 (0,1%). По Тернопольской области, высокая заболеваемость обнаружено в возрастных группах 49–58 (24,58%), 59–68 (30,96%), снижаясь в группах 69–77 (21,04%), 79–88

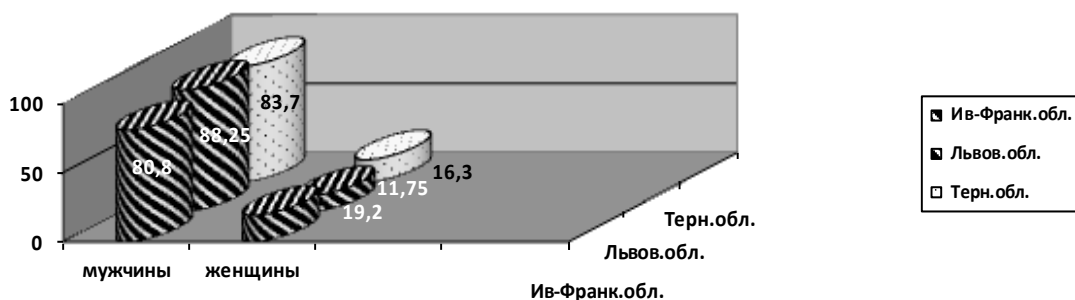


Рис. 2. Распределение пациентов по половым признакам

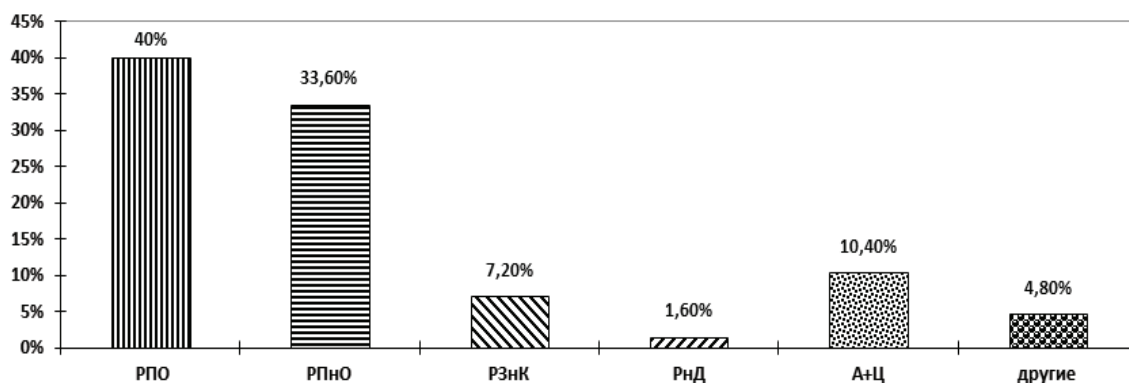


Рис. 3. Морфологическая картина злокачественных новообразований челюстно-лицевой области (Ивано-Франковская область). РПО — рак плоскоклеточный ороговевающий, РПНО — рак плоскоклеточный не ороговевающий, РЗНК — рак злокачественный не классифицируемый, РнД — рак недифференцированный, А+Ц — аденокарцинома и цилиндрома

(15,6%) и 39–48 (6,15%) и самая низкая — в группах 18–29 (0,94%) и 29–38 (0,47%). В Ивано-Франковской области, выявлена высокая заболеваемость в возрастных группах 49–58 (28,80%), 59–68 (33,20%), снижаясь в группах 69–77 (16,0%), 39–48 (16,0%) и самая низкая — в группах 29–38 (3,2%), 19–28 (2,4%) и 79–88 (1,8%).

Таким образом, среди мужского населения, для всех анализируемых областей, наибольшей группой риска является люди в возрасте 49–58 и 59–68 лет. Этот показатель снижается в группах 39–48, 29–38, 79–88 лет. Среди женщин данный показатель отличался, увеличиваясь в возрастных группах 69–78 и 79–88 лет, только Ивано-Франковской области 59–68, 69–78 лет, в то время как уменьшаясь в группах 49–58, 39–48, 29–38 лет.

Распределение злокачественных опухолей челюстно-лицевой области (ЧЛО) по локализации процесса и морфологическому типу также имело различие (рис. 3, 4, 5, 6).

По локализации злокачественных опухолей слизистой оболочки (СО) полости рта по Львовской области, на первом месте было дно полости рта 539 (66,22%), затем мягкое небо — 77 (9,46%), альвеолярная часть нижней челюсти — 69 (8,48%), ретромолярная и ретроальвеолярная области — 56 (6,88%), твердое небо — 49 (6,02%) и альвеолярный отросток верхней челюсти — 24 (2,95%). В Тернопольской области — рак дна полости рта выявлен у 169 (39,95%) больных, верхнечелюстных пазух — у 61 (14,42%), мягкого неба — у 48 (11,34%), альвеолярной части нижней челюсти — у 34 (8,04%), ретромолярной и ретроальвеолярной областей — у 25 (5,91%), альвеолярного отростка верхней челюсти — у 17 (4,20%), твердого неба — у 12 (2,84%). По данным Ивано-Франковской области — заболевания дна полости рта выявлено у 35 (28,0%) лиц, мягкого неба — у 21 (16,8%), ретромолярной и ретроальвеолярной областей и твердого неба — по 11 (8,8%), альвеолярной части нижней челюсти — у восьми (6,4%) и у шести (4,8%) — альвеолярного отростка верхней челюсти.

Морфологическая картина ЗН челюстно-лицевой области данных областей также имела различия (рис. 3, 4, 5).

Так, наиболее диагностированной нозологической единицей по данным Ивано-Франковской области, в структуре диагнозов был рак плоскоклеточный ороговевающий — в 50 (40,0%) случаях, рак плоскоклеточный не ороговевающий — в 42 (33,6%), рак злокачественный не классифицируемый — по девять (7,2%) новообразований, аденокарцинома и цилиндрома — у четырех (3,2%) и рак недифференцированный — у двоих (1,6%) лиц. Другие нозологические формы заболевания (рак мукоэпидермальный, рабдомиосаркома, нейробластома и др.) составили шесть (4,8%) случаев (рис. 3).

Для Львовской области, состояние морфологической картины ЗН челюстно-лицевой области, было представлено следующим образом. Распространенный рак плоскоклеточный ороговевающий был диагностирован гистологически — в 520 (63,88%) случаях, рак злокачественный не классифицируемый — в 159 (19,53%), рак недифференцированный — в 68 (8,35%), аденокарцинома и цилиндрома — в 42 (5,16%), рак плоскоклеточный не ороговевающий и другие формы заболевания — в 17 (3,08%) случаях (рис. 4).

Морфологическая картина ЗН челюстно-лицевой области Тернопольской области была представлена: в 268 (63,3%) случаях — раком плоскоклеточным ороговевающим, в 46 (10,87%) — раком злокачественным не классифицируемым, в 25 (5,91%) — раком плоскоклеточным не ороговевающим, в 19 (4,49%) — аденокарциномой, раком аденокистозным — в 16 (3,78%), в 13 (3,07%) раком — недифференцированным, у восьми (1,89%) — цилиндромой, в 11 (2,6%) — остеосаркомой, ангиосаркомой, амелобластичной саркомой, фибросаркомой и только в семи (1,89%) случаях — раком мукоэпидермальным, гемангиомой, меланомой и др. (рис. 5).

Таким образом, можно сделать **выводы**.

1. По гендерным признакам онкологические заболевания челюстно-лицевой области преобладают среди

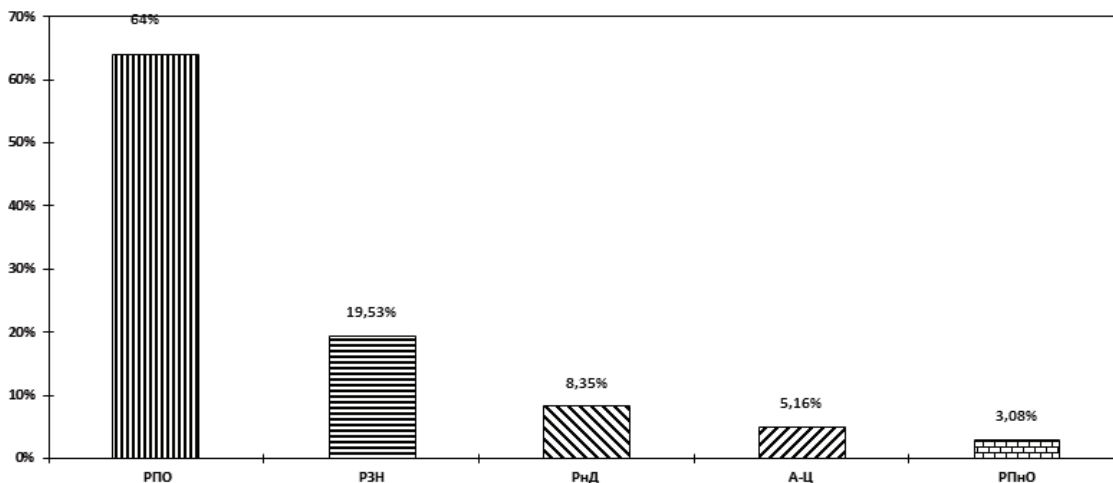


Рис. 4. Морфологическая картина злокачественных новообразований челюстно-лицевой области (Львовская область). РПО — рак плоскоклеточный ороговевающий, ПнО — рак плоскоклеточный не ороговевающий, РЗНК — рак злокачественный не классифицируемый, РнД — рак недифференцированный, А+Ц — аденокарцинома и цилиндрома

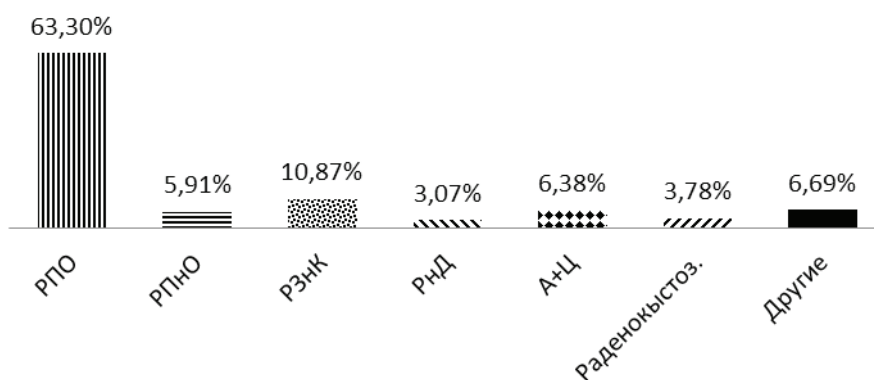


Рис. 5. Морфологическая картина злокачественных новообразований челюстно-лицевой области (Тернопольская область). РПО — рак плоскоклеточный ороговевающий, РПнО — рак плоскоклеточный не ороговевающий, РЗНК — рак злокачественный не классифицируемый, РнД — рак недифференцированный, А+Ц — аденокарцинома и цилиндрома

мужчин. Наиболее уязвимым возрастом считается (49–58 и 59–68 лет) у мужчин и (69–78, 59–68 лет) у женщин. Показатель заболевания с возрастом увеличивается, но наименее уязвимым следует считать возраст (79–88 лет).

2. При характеристике показателей стадийности ЗН челюстно-лицевой области, рак диагностируется почти у 60% обследованных, в T₃, T₄ стадиях развития. Только у 15% лиц была проведена ранняя диагностика опухолей, а 25% опухолей не зафиксированы ни на одной стадии развития, то есть запущенность злокачественных новообразований челюстно-лицевой области составляет около 85%.

3. По локализации ЗН преобладали: в 50,34% случаев дно полости рта, менее уязвим участком поражения была ретромолярная и ретроальвеолярная, где заболевание выявлено только в 5–6% случаев.

4. Среди морфологических типов опухолей, рак плоскоклеточный ороговевающий выявлен в 56,77% всех случаев. Проведенный сравнительный анализ морфологических типов злокачественных опухолей слизистой оболочки полости рта трех областей, показал, что наиболее диагностированной нозологической единицей является рак плоскоклеточный ороговевающий и не ороговевающий раки с локализацией в области дна полости рта и нижней челюсти.

5. Более точное определение места локализации опухоли челюстно-лицевой области, распространение патологического процесса, в зависимости от морфологического типа опухоли, позволяют планировать выбор метода лечения с последующей ортопедической реабилитацией.

6. Практикующему врачу в своей ежедневной работе следует обязательно учитывать в комплекс санитарно-ги-

гиенических мероприятий: исключение вредных бытовых привычек, полноценную защиту от воздействия внешней среды, рациональное питание, соблюдение гигиены полости рта.

Перспективы дальнейшего исследования. Для успешной борьбы со злокачественными новообразованиями необходимо, усилить внимание при осмотрах, у жителей данных областей мужского пола (трудоспособной

возрастной группы). Провести диспансеризацию жителей мужского пола в возрасте от 49–65 лет, женского пола от 39–48 лет, 69–78 лет, 79 и старше. вероятные данные о эпидемиологии рака, размерах онкологической заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей для различных поло-возрастным, этнических, профессиональных и других групп населения по локализации и морфологическим типом опухоли.

Литература:

1. И. М. Федяев, И. М. Байриков, Л. П. Белова и др. Злокачественные опухоли челюстно-лицевой области. М.: Медицинская книга; 2000.
2. Центилю В. Г. Результаты «операций отчаяния» при лечении злокачественных опухолей челюстно-лицевой области. *Анналы хирургии.* 2005; 2: 75–77.
3. Заболотный Д., Лукач Е. Анализ заболеваемости лечения больных злокачественными новообразованиями полости носа и околоносовых пазухах в разных регионах Украины в 2002–2004 годах по данным украинских канцер-реестра. *Ринология.* 2006; 3: 3–13.
4. Соколова Н. П. Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями челюстно-лицевой области населения Полтавской области. *Материалы (X) съезда Ассоциации стоматологов Украины.* 2008.
5. Федоренко З. П., Гайсенка А. В., Гулак Л. А. и др. Контингенты больных злокачественными новообразованиями в Украину — оценка полноты и качества информации. *Клиническая онкология.* 2011; 3: 4–8.
6. Баштан В. П., Киреева С. С., Скрипников П. М. и др. Повышения эффективности ранней диагностики предраковых состояний слизистой оболочки полости рта методом оценки экспрессии биомаркерных белков p53 и Ki-67. *Клиническая онкология.* 2011; 11: 27–28.
7. Бондаренко С. Г., Друзюк А. В., Слипецкий Р. Р. и др. Пути улучшения результатов лечения больных раком слизистой полости рта. *Клиническая онкология.* 2011; 11: 29.
8. Галайчук И. Й. *Клиническая онкология.* М.: Укрмедкнига; 2003; Т. 1: 92–111.
9. Медико-демографическая ситуация и организация медицинской помощи населению в 2010 году: итоги деятельности системы здравоохранения и реализация Программы экономических реформ на 2010–2014 годы «Богатое общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство». М.: Минздрав Украины; 2011.
10. Минимальные клинические рекомендации европейского общества медицинской онкологии (ESMO). М.: Изд-группа РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН; 2007.
11. *Онкология: национальное руководство* / под редакцией В. И. Чиссова, М. И. Давыдова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008.
12. Караван Я. Р., Беликов О. Б., Галайчук И. И. и др. Анализ онкологической заболеваемости челюстно-лицевой области у жителей Тернопольщины. *Буковинский медицинский вестник.* 2012; Т. 16:1:174–176.
13. Костышин И. Д., Левандовский Р. А., Караван Я. Р., и др. Показатели диагностики и результаты различных методов лечения больных раком гайморовых пазух в 2001–2010 гг в Ивано-Франковской области. *Украинский радиологический журнал.* 2011; 2:186–188.
14. Stewart B.W., Kleihues P. *World Cancer Report.* Lyon: IARC Press; 2003; 352.

Оптимизация консервативного лечения хронического гранулирующего периодонтита

Красичкова Ольга Анатольевна, аспирант

Воронежская государственная медицинская академия имени Н. Н. Бурденко

Проблема ранней диагностики и комплексного лечения хронического гранулирующего периодонтита остается актуальной в связи с его широкой распространенностью и высокой повторной обращаемостью.

Существует большое количество различных методов лечения хронического гранулирующего периодонтита, но большинство из них находится на уровне теоретических исследований и не имеет высокую практическую ценность.

Возможности терапии хронического гранулирующего периодонтита достаточно обширны и разнообразны, но неудовлетворенность качеством, сроками и отдаленными результатами лечения требует поиска новых методов. Научные исследования велись в области совершенствования способов антибактериального воздействия на микрофлору корневого канала и возможности воздействия на периапикальные очаги хронической инфекции [1]. Литературные данные свидетельствуют об успешном применении в эндодонтической практике ультразвукового колебания при воздействии на микрофлору корневого канала. Перспективность дальнейших исследований и более широкого внедрения в клиническую практику ультразвуковых методов объясняется их способностью решать поставленные перед ними задачи [2, 3]. Исходя из выше указанных проблем данная работа, с целью повышения эффективности лечения хронических форм периодонтитов, направлена на решение задач по составлению комплексной и в то же время доступной для практического врача стоматолога методики лечения, включая ультразвуковую обработку корневых каналов [4, 5].

Материал и методы исследований

В серии клиничко-анамнестических, клиничко-лабораторных, бактериоскопических, бактериологических, рентгенологических, радиовизиографических, электроодонтодиагностических, исследований изучен материал, полученный при осмотре и лечении пациентов в терапевтическом отделении «МУЗ городская стоматологическая поликлиника № 2» города Липецка. Целевой осмотр проводился в индивидуальном порядке.

Для исследований были отобраны пациенты с гранулирующей формой хронического апикального периодонтита в стадии ремиссии (диаметр очага не более 4мм) в количестве 127 человек.

В зависимости от выбранной тактики лечения пациенты были разделены на две группы: 1 группа, контрольная, 43 человека (33,9%), к которым применялась традиционная методика лечения периодонтитов (медикаментозная обработка корневых каналов 3% раствором гипохлорита натрия), в отношении больных 2 группы — 84 человека (66,1%) — применялась медикаментозная обработка тем же раствором с применением ультразвуковых колебаний.

Методы клинических исследований

Клиническое обследование больного включало визуальный осмотр, зондирование, термометрию, перкуссию, электроодонтодиагностику, рентгенографическое и радиовизиографическое исследование.

На основании данных диагностических исследований была определена методика ультразвуковой обработки корневых каналов.

Всем пациентам с хроническим гранулирующим периодонтитом проводили лечебные мероприятия, вклю-

чавшие в себя препарирование кариозной полости, раскрытие полости и эндодонтическое лечение.

Эндодонтическое лечение является одним из ведущих этапов в противовоспалительной терапии периодонтитов. Эндодонтическое лечение содержало весь комплекс необходимых вмешательств:

- 1) механическую обработку корневых каналов,
- 2) медикаментозную обработку каналов,
- 3) пломбирование каналов [4].

После медикаментозной и механической обработки корневых каналов 3% раствором гипохлорита натрия отсутствие роста микроорганизмов наблюдалось в 18,4% случаев, в 39,4% случаев отмечался разрыв ассоциативных связей и гибель некоторых видов микробов — ассоциантов, остальные участники ассоциации высевались в виде монокультур. В том случае, когда качественный состав микрофлоры не менялся, уменьшался ее количественный состав.

Для удаления путридных масс, планктонической взвеси и смазанного слоя нами применялись ультразвуковые алмазные файлы, которые отлично проводят ультразвуковые волны и требуют приложения небольших усилий для очистки. Постоянное проточное орошение и вибрация оказывают самоочищающее действие, которое способствует дезинфекции и очищает канал одновременно. Лучший эффект очистки обусловлен возбуждением, акустическими потоками и кавитацией, вызванными исходящими от активированного файла ультразвуковыми волнами, которые являются каталитическим фактором, увеличивающим, ускоряющим и улучшающим химическое действие раствора. Бактерии становились более чувствительными к химическому действию ирриганта (3% раствора гипохлорита натрия). При лечении хронического гранулирующего периодонтита нами использовался ультразвук с частотой колебаний 25кГц, воздействие осуществлялось в течение 30 с.

Корневые каналы пломбировались в первое посещение методом латеральной конденсации гуттаперчевых штифтов в сочетании с пломбировочной пастой AN Plus (Dentsply), которая зарекомендовала себя, как хорошее противовоспалительное и стимулирующее репаративные процессы средство.

Результаты лечения. По данным исследований, обработка корневого канала ультразвуковым инструментом позволяет снизить частоту возникновения болей после пломбирования корневого канала до 18% случаев. Данные последующего микробиологического исследования свидетельствовали о гибели микробной флоры в 94,8% случаев.

При анализе полученных результатов лечения, было очевидно, что у пациентов 2 группы (лечение проводилось с применением медикаментозной обработки и ультразвука) процесс выздоровления проходил быстрее, чем у пациентов 1 группы (лечение проводилось только с применением медикаментозной обработки корневых каналов). У пациентов 2 группы не отмечалось сколько-нибудь за-

метных осложнений, кроме незначительной чувствительности при резком нажатии на зуб, не отмечалось периостальных реакций с отеком. У пациентов I группы процесс выздоровления протекал более длительно, положительная перкуссия отмечалась в течение последующих 7–8 дней, отмечались периостальные реакции с отеком. У двоих пациентов I группы терапевтическими методами лечения не удалось достичь стойкого результата и пришлось прибегнуть к удалению зубов.

Наши результаты наглядно демонстрируют преимущества применения ультразвука при лечении хронического гранулирующего периодонтита для воздействия на микрофлору корневого канала. Учитывая простоту и быстроту, ультразвуковой метод лечения может быть использован в любых стоматологических учреждениях непосредственно у кресла больного. Применение такого метода лечения в сочетании с общепринятыми методиками эндодонтического лечения периодонтитных зубов способствует снижению количества рецидивов и сокращению сроков лечения, что дает высокий экономический эффект. Благодаря предложенному методу становится возможным успешно пролечить зубы с хроническим гранулирующим периодонтитом, а, следовательно, сохранить нужные для протезирования опорные зубы.

Литература:

1. Колмакова И. Клиническая оценка эффективности ультразвуковой обработки корневых каналов при пульпитах и хронических периодонтитах // ДентАрт. 2004. — № 2. — С. 37–40.
2. Кантаторе Д. Ирригация корневых каналов и ее роль в очистке и стерилизации корневых каналов // «Новости DENTSPLY», апрель 2004 г.
3. Садовский В. В. Применение высокотехнологичных методов в диагностике заболеваний зубов / В. В. Садовский, И. А. Беленова, Б. Р. Шумилович // Институт стоматологии. — 2008. — Т. 38, № 1. — С. 74–75.
4. Беленова И. А. Применение высоких технологий в диагностике заболеваний зубов / И. А. Беленова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2008. — Т. 7, № 4. — С. 1070–1073.
5. Kunin A. Our experience in prophylaxis of recurrence (second) caries / A. Kunin, I. Belenova // Papers of the 3rd Pan-European Dental Congress, 9–11 dec. 2009. — P. 30–31.

Выводы

1. Установлено, что после применения 3% раствора гипохлорита натрия не изменяется качественный состав микрофлоры, а меняется только ее количество (роста микроорганизмов не наблюдалось в 18,8%, в 39,4% случаев происходил разрыв ассоциативных связей.)

2. Разработаны методики ультразвуковой терапии при лечении хронического гранулирующего периодонтита. Воздействие 3% гипохлорита натрия, активированного ультразвуком, на микрофлору каждого корневого канала проводится в течение 30 секунд при частоте 25 кГц.

3. Изучена и описана структура дентина корневого канала при помощи растровой электронной микроскопии, до и после воздействия на него 3% раствором гипохлорита натрия совместно с ультразвуком.

4. Под воздействием ультразвука дентин стенки корневого канала сглаживается, возникает плотная поверхность, уменьшающая проницаемость стенок корневого канала.

5. После воздействия активированного ультразвуком 3% гипохлорита натрия на стенку корневого канала, при хроническом гранулирующем периодонтите роста микроорганизмов не обнаруживалось в 94,8% случаев.

Индексная оценка результатов шинирования подвижных зубов на основе арматурно-адгезивной техники

Петрушанко Татьяна Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор
Украинская медицинская стоматологическая академия (г. Полтава)

Беликова Наталия Ивановна, ассистент
Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы, Украина)

В статье дана сравнительная характеристика результатов шинирования подвижных зубов в зависимости от выбранной методики шинирования на основе арматурно-адгезивной техники. Доведена эффективность шинирования подвижных зубов с использованием биомеханически обоснованного метода шинирования с размещением стекловолоконного армирующего элемента на вестибулярной поверхности фронтальных зубов.

Ключевые слова: подвижность зубов, арматурно-адгезивная техника, гигиенические и пародонтальные индексы, эффективность шинирования.

Актуальность исследования. Патологическая подвижность зубов — один из ведущих симптомов воспалительно-дистрофических заболеваний тканей пародонта, которые встречаются у 80–95 % населения в возрасте старше 35 лет [15]. Достичь ремиссии патологического процесса без стабилизации подвижных зубов невозможно. С целью сохранения зубов и их функции применяют различные виды шинирования [1, 2, 4, 5]. Значительный выбор шин и способов шинирования не обеспечивает длительный срок пользования ими, поскольку происходит уменьшение их функциональной и эстетической ценности, наблюдается рецессия десны и усиление подвижности всего блока шинированных зубов [3, 5, 6, 7, 9, 13]. За последнее время наука достигла огромных успехов в создании легких и очень прочных материалов на основе стеклянных, керамических, полимерных и углеродных волокон. Но при технологических этапах использования шин на основе керамеров, стекловолокна или полиэтилена не учитывается в полной мере клиническая картина в полости рта, а именно — высота коронок фронтальных зубов, степень их наклона, обоснованность высоты размещения ретенционного паза, методика закрепления арматуры с точки зрения биомеханики [8, 10, 11, 12, 14].

Поэтому, остается актуальным вопрос биомеханического подхода к шинированию с использованием при изготовлении межзубных шинирующих элементов материалов, имеющих эластические свойства, позволяющие зубам сохранять подвижность на уровне физиологической, равномерно распределять и демпфировать нагрузки, вовлекать в регулирование жевательной нагрузки периодонто-мышечный рефлекс, гарантировать сохранение целостности конструкции во время жевания и проведения лечебных мероприятий, сохраняя при этом высокие функционально-эстетические качества шины.

Является доказанным факт, что наиболее распространенными сегментами зубных рядов для шинирования являются нижние и верхние фронтальные зубы. Сохранение передних зубов очень важно для пациента, так как по-

теря последних приводит, в первую очередь, к нарушению эстетики и дикции.

Цель исследования: определить эффективность различных методов шинирования подвижных зубов на основе арматурно-адгезивной техники с помощью индексной оценки состояния тканей пародонта и гигиены полости рта.

Материал и методы исследования. Проведено обследование 52 пациентов с I–II степенью подвижности зубов (ПЗ) с диагнозом хронический генерализованный пародонтит (ХГП) I–II степени тяжести, которых разделили на две группы в зависимости от выбранного вида шинирования. Первая группа (сравнения) — пациенты с ХГП и ПЗ I–II степени, которым для стабилизации фронтальной группы зубов предложен традиционный метод арматурно-адгезивного шинирования (ААШ) с использованием стекловолоконного материала отечественного производства «Полиглас» и размещением армирующего элемента на язычной (небной) поверхности — 25 (48,08 %) пациентов, из них — 10 (40 %) лиц с шинированием зубов верхней челюсти (ВЧ), 15 (60 %) — нижней челюсти (НЧ). Вторая группа (основная) — пациенты с ХГП и ПЗ I–II степени, которым применяли авторский биомеханически обоснованный метод ААШ с размещением армирующего стекловолоконного материала отечественного производства «Полиглас» на вестибулярной поверхности фронтальных зубов — 27 (51,92 %) пациентов. Из них — 10 (37,03 %) человек с шинированием зубов ВЧ, 17 (62,97 %) — НЧ. При формировании групп пациентов учитывали следующие критерии: вид прикуса, отсутствие очагов хронической инфекции в организме, отсутствие множественных поражений твердых тканей зубов, уровня потеря эпителиального прикрепления до 4–5 мм. После проведенных комплексных лечебных мероприятий у пациентов I и II клинических групп в разные сроки наблюдений эффективность оценивали по данным клинического обследования, индексной оценки состояния тканей пародонта и гигиены полости рта, рентгенологическим изменениям костной ткани в динамике 18 месяцев

Таблица 1. Динамика изменений индексных показателей полости рта в ближайшие и отдаленные сроки наблюдений у пациентов обеих исследованных групп ($M \pm m$)

Группы пациентов	Сроки наблюдений	ОНИ-S	РМА, %	ПИ	ИК
I группа (сравнения) (25)	до лечения	2,0 ± 0,31	95,0 ± 2,8	3,0 ± 1,0	2,3 ± 0,4
	после лечения	1,2 ± 0,1	15,0 ± 5,0	3,0 ± 1,0	0 ± 0,52
	через 6 мес.	1,9 ± 0,3	35,0 ± 5,0	3,0 ± 1,0	1,2 ± 0,5
	через 12 мес.	1,7 ± 0,4	30,0 ± 2,0	3,0 ± 1,0	1,0 ± 0,4
	через 18 мес.	1,7 ± 0,4	30,0 ± 2,0	3,0 ± 1,0	1,0 ± 0,4
II группа (основная) (27)	до лечения	1,9 ± 0,34	93,0 ± 3,0	3,1 ± 0,9	2,4 ± 0,6
	после лечения	1,2 ± 0,1	15,0 ± 5,0	3,1 ± 0,9	0 ± 0,52
	через 6 мес.	1,4 ± 0,5	18,0 ± 5,0*	3,1 ± 0,9	0,2 ± 0,7*
	через 12 мес.	1,2 ± 0,1	15,0 ± 5,0*	3,1 ± 0,9	0*
	через 18 мес.	1,2 ± 0,1	15,0 ± 5,0*	3,1 ± 0,9	0*

Примечания:

1. В скобках — количество обследуемых.
2. * — достоверное отличие ($p < 0,05$) между показателями групп в одинаковые сроки наблюдений.

наблюдений. Для оценки состояния гигиены полости рта использовали индекс ОНИ-S, а состояния тканей пародонта — индексы РМА, ПИ по Russel, ИК по Mühlemann. Лечение пациентов обеих групп исследования проводили по следующей схеме: 1) профессиональная гигиена полости рта, обучение и составление индивидуального алгоритма ухода за полостью рта; 2) устранение травматической окклюзии (избирательное пришлифовывание зубов); 3) лечение симптоматического гингивита (ротовые ванночки раствором Гивалекс, ежедневные домашние аппликации на десна после утренних гигиенических процедур — Холисал геля; вечерних — Метрогил Дента (7–10 дней); 4) закрытый кюретаж пародонтальных карманов; 5) постоянное адгезивное шинирование; 6) физиотерапия (контактная дарсонвализация десен № 12); 7) прием во внутрь Алфавита по 1 т. 3 раза в сутки (1 месяц); 8) прием Кальций Д3 Никомед по 1 т. во время завтрака и ужина (1 мес.); 9) рациональное питание. При необходимости хирургическое лечение заболеваний тканей пародонта (кюретаж, лоскутные операции). Пациенты обеих исследуемых групп находились на диспансерном учете с обязательным обследованием через каждые шесть месяцев (6, 12 и 18 месяцев).

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе индексной оценки до лечения в обеих исследуемых группах, в среднем, было установлено, что индекс гигиены полости рта ОНИ-S составил $2,0 \pm 0,30$, индекс РМА — $95,0 \pm 3,0\%$, ПИ по Russel — $3,0 \pm 1,0$, ИК по Mühlemann — $2,35 \pm 0,5$ (табл. 1.).

После проведенного лечения в обеих группах было достигнуто уменьшение воспалительных явлений и улучшение гигиенического состояния полости рта. Отмечалось отсутствие жалоб на отечность, кровоточивость десен, болевых ощущений, неприятного запаха изо рта. Десна бледно-розового цвета, безболезненные при пальпации, не кровоточат при зондировании, десневые со-

сочки расположены в межзубных промежутках. Подвижность зубов отсутствовала. Абсолютные значения индексных показателей сразу после завершения лечения у лиц основной группы и группы сравнения существенно не отличались и составляли в среднем: индекс ОНИ-S — $1,2 \pm 0,1$, РМА — $15,0 \pm 5\%$, ПИ по Russel — $1,0 \pm 0,54$, ИК по Mühlemann — $0 \pm 0,52$ (табл. 1.).

Через 6 месяцев обследования пациенты основной (второй) группы жалоб на ухудшение качества шинирующих конструкции не предъявляли. Большинство пациентов — 74,1%, отмечали, что стали регулярно употреблять умеренно жесткую пищу. При осмотре на зубах НЧ наблюдались незначительные отложения зубного налета (ЗН), при этом дефектов шинирующих конструкций не было обнаружено. При оценке окклюзионных контактов отмечались от одного до трех супраконтактов, которые определяли с помощью окклюдодиаграммы и устраняли методом избирательного пришлифовывания. У этих пациентов наблюдалась тенденция к увеличению значений индексов ОНИ-S, ИК и РМА в сравнении с результатами, полученными сразу после лечения (табл. 1).

Поддерживающая терапия включала проведение профессиональной гигиены полости рта, ремотивацию, повторное обучение правилам ухода за полостью рта и его контроль, повторное составление индивидуального алгоритма ежедневной гигиены полости рта, устранение супраконтактов. Общее лечение заключалось в назначении витаминов «Алфавит», остеотропной терапии «Кальций Д3 Никомед» (1 месяц).

В группе сравнения (первой) через 6 месяцев наблюдений установлено, что 64% пациентов жаловались на периодическую кровоточивость десен при чистке зубов, неприятный запах изо рта. При объективном обследовании десен выявлено отек, гиперемия с явлениями цианоза, кровоточивость при зондировании, пародонтальные карманы (ПК) глубиной до 4–5 мм. На зубах НЧ опре-

делялись значительные отложения ЗН и зубного камня (ЗК), особенно в области шины. При опросе пациенты указывали, что не соблюдали все рекомендации по индивидуальной гигиене полости рта, интердентальные ёршики использовали редко или вообще не использовали. Они отмечали, что шинирующая конструкция стала дополнительным ретенционным пунктом для задержки зубных отложений. У этих пациентов наблюдалось достоверное ухудшение значений индексов ОНІ-S, ИК и РМА в сравнении с результатами, полученными после лечения (табл. 1). У 16 % пациентов появились жалобы на шероховатость шинирующей конструкции, у 4 % — на скалывание части адгезивной шины (АШ). При ее осмотре было обнаружено скалывание композиционного материала без повреждения арматуры, а также супраконтракты в области сколов конструкции. Лечение пациентов группы сравнения также состояло в проведении профессиональной гигиены полости рта, ремотивации, повторном обучении правилам ухода за полостью рта и его контроле, повторном составлении индивидуального алгоритма ежедневной гигиены полости рта, восстановлении участка АШ композиционным материалом, устранении супраконтрактов, шлифовке и полировке адгезивной шинирующей конструкции, лечении симптоматического гингивита, назначении физиотерапевтических процедур. Общее лечение включало, как и в основной группе, назначение препаратов «Алфавит» и «Кальций-ДЗ-Никомед».

При анализе результатов шинирования в отдаленные сроки наблюдений было установлено следующее. Так, у пациентов второй (основной) группы через 12 мес. после проведенного лечения отмечена положительная динамика. Отсутствовали жалобы, в т. ч. и на ухудшение качества шинирующей конструкции. При осмотре на зубах НЧ определялись незначительные отложения ЗН, дефектов шинирующей конструкции не было обнаружено. Также наблюдалось снижение значений индексов ОНІ-S, ИК и РМА в сравнении с результатами, полученными через 6 месяцев после лечения, что может свидетельствовать об улучшении гигиены полости рта после проведения ремотивации и повторного обучения навыкам индивидуальной гигиены полости рта. В этой группе значения всех индексов через 12 месяцев после окончания лечения были достоверно ниже по сравнению с исходными значениями, что говорит о стабильности лечебного эффекта (табл. 1, рис. 1, 2).

В первой группе (сравнения) через 12 мес. наблюдений 80 % пациентов жаловались на периодическую кровоточивость десен при чистке зубов, неприятный запах изо рта. При объективном обследовании десен выявлено отек, гиперемия с явлениями цианоза, кровоточивость десен при зондировании, ПК глубиной 4–5 мм. На зубах НЧ наблюдались значительные отложения ЗН и ЗК, особенно в области шины. При опросе пациенты данной группы указывали, что придерживались всех рекомендаций по индивидуальной гигиене полости рта, но АШ, расположенная на оральной поверхности нижних фронтальных зубов, затрудняла проведение гигиенических меропр-

ятий. У 36 % пациентов этой группы появились жалобы на шероховатость шинирующей конструкции, у 32 % — на скалывание части шины, у 4 % — на трещину АШ.

При обследовании шинирующей конструкции обнаружено скалывание композиционного материала с повреждением арматуры, а также супраконтракты в области шинирующей конструкции. У пациентов данной группы наблюдалось уменьшение значений индексов ОНІ-S, ИК и РМА в сравнении с результатами, полученными через 6 месяцев после лечения, но данные показатели увеличились в сравнении с таковыми результатами, полученными сразу после лечения (табл. 1, рис. 1, 2).

Лечение пациентов данной группы состояло в проведении профессиональной гигиены полости рта, восстановлении участка АШ композиционным материалом, устранении супраконтрактов, восстановлении целостности АШ, ее шлифовке и полировке, лечении симптоматического гингивита, назначении физиотерапевтических процедур. Общее лечение состояло в назначении препаратов «Алфавит», «Кальций-ДЗ-Никомед».

Через 18 месяцев после проведенного лечения у пациентов второй (основной) группы сохранялась положительная динамика, только 26 % пациентов жаловались на шероховатость АШ. При осмотре — десна в области фронтальной группы зубов бледно-розового цвета, плотные, безболезненные при пальпации, не кровоточат при зондировании, на зубах НЧ — незначительные отложения ЗН, дефектов шинирующей конструкции не обнаружено. Наблюдалось сохранение значений индексов ОНІ-S, ИК и РМА на уровне результатов, полученных через 12 мес. после лечения (рис. 1, 2). При этом данные значения не отличались от показателей этих индексов после лечения, что может свидетельствовать о хорошем состоянии гигиены полости рта после проведения ремотивации и повторного обучения навыкам индивидуальной гигиены, а также о стабильности лечебного эффекта. У пациентов этой группы не наблюдалось только достоверных различий в значениях ПИ по Russel в сравнении с результатами через год (ПИ — $3,1 \pm 0,9$). В этой группе значения всех индексов через 18 месяцев были достоверно ниже в сравнении с исходными значениями, что также свидетельствует о стабильности лечебного эффекта (табл. 1). Лечение состояло в проведении профессиональной гигиены полости рта, шлифовке шинирующей конструкции (при необходимости), назначении препаратов «Алфавит» и «Кальций-ДЗ-Никомед».

Анализируя полученные данные клинического обследования, индексной оценки состояния тканей пародонта, гигиены полости рта можно сделать вывод. У пациентов второй (основной) группы исследования, у которых шинирование проведено по авторской методике (с размещением армирующего элемента и самой шины на вестибулярной поверхности фронтальной группы зубов), наблюдается улучшение гигиены полости рта, состояния тканей пародонта после проведенного лечения и стабилизация патологического процесса в отдаленные сроки на-

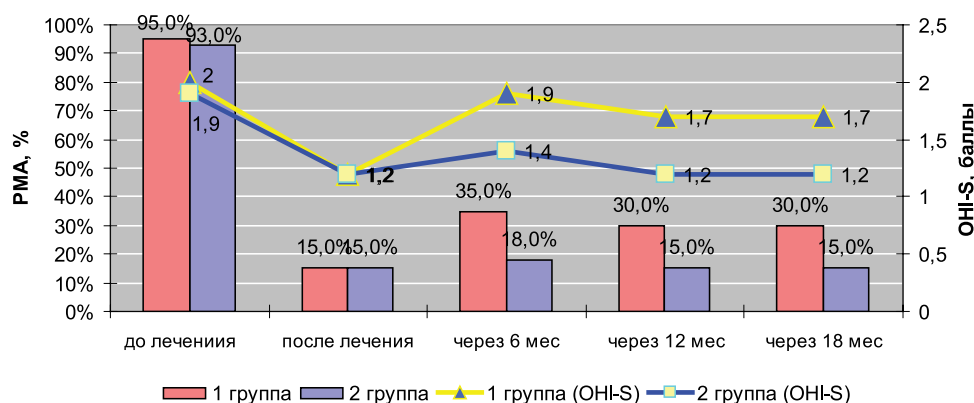


Рис. 1. Динамика изменений показателей индексов ОНI-S и PMA в группах исследованных

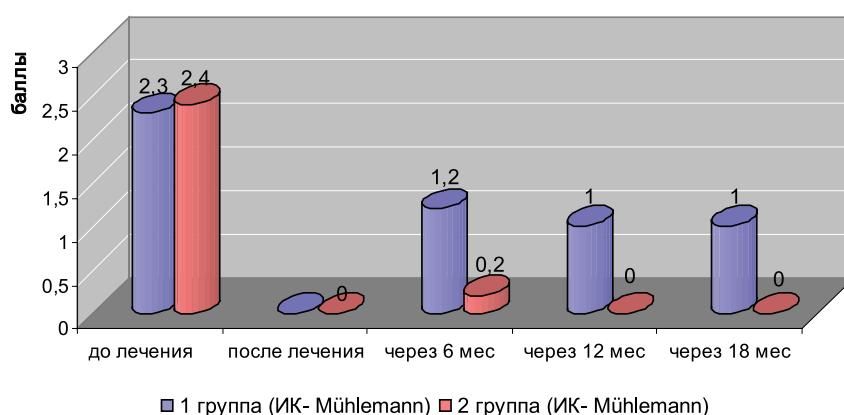


Рис. 2. Динамика изменений показателей ИК по Mühlemann в группах исследованных

блюдений. Это указывает на эффективность проводимых комплексных лечебных мероприятий.

У пациентов первой группы (сравнения) исследования, у которых шинирование проведено с размещением армирующего элемента на оральной поверхности фронтальной группы зубов, также наблюдается улучшение состояния тканей пародонта после проведения лечебных мероприятий, но стабилизации патологического процесса в отдаленные сроки наблюдений не выявлено. Некоторые пациенты в течение всего периода наблюдения жаловались на периодическую кровоточивость десен, неприятный запах изо рта. Они указывали, что придерживались всех рекомендаций по индивидуальной гигиене полости рта, но АШ конструкция, расположенная на оральной поверхности нижних фронтальных зубов, являлась дополни-

тельным ретенционным пунктом для задержки пищи и затрудняла проведение гигиенических мероприятий. Эти пациенты также жаловались на недостатки шинирующей конструкции в процессе эксплуатации: шероховатость, скалывание частей шины, возникновение трещин.

Таким образом, после проведенного лечения в обеих группах исследуемых было достигнуто уменьшение воспалительных явлений и улучшение гигиенического состояния полости рта. Улучшились абсолютные показатели параклинических индексов после лечения в основной группе и группе сравнения, которые существенно не отличались друг от друга, но в отдаленные сроки наблюдения (через 1 и 1,5 года) между ними наблюдалось существенное достоверное отличие в сторону их улучшения у лиц основной группы.

Литература:

1. Акулович А. В. Современные методики шинирования подвижных зубов в комплексном лечении заболеваний пародонта / А. В. Акулович, Л. Ю. Орехова // Новое в стоматологии. — 1999. — № 4. — С.25–32.
2. Бакшутова Н. А. Современные методики шинирования зубов при заболеваниях пародонта / Н. А. Бакшутова, И. А. Головня, А. М. Заверная // Пародонтология. — 2000. — № 2. — С. 37–40.
3. Белоусов Н. Н. Адгезивные шины — современный метод выбора при шинировании зубов / Н. Н. Белоусов, О. А. Петрикас // Новое в стоматологии. — М. — 2000. — № 4. — С.75–77.

4. Делец А. В. Клинико-лабораторное обоснование шинирования подвижных зубов передней группы при малых дефектах зубного ряда с помощью авторской конструкции: автореф. дис... к. мед. наук / Делец Александр Владимирович; Екатеринбург, 2010 — 25с.
5. Золотарева Ю. Б. Влияние окклюзионных нарушений на течение воспалительного процесса в тканях пародонта / Ю. Б. Золотарева, И. Е. Гусева // Стоматология. — М. — 2001. — № 4. — С.21–23.
6. Меленберг Т. В. Биомеханические аспекты шинирования зубов. Часть III. Сравнительный анализ результатов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) нижней челюсти при пародонтите после шинирования подвижных зубов по традиционной методике и предлагаемой авторами (экспериментальное исследование) / Т. В. Меленберг, А. В. Ревякин // Маэстро стоматологии, 2006. — № 22. — С. 38–44.
7. Меленберг Т. В. Разработка шины и способа шинирования зубов при пародонтите / Т. В. Меленберг // Уральский медицинский журнал, 2011. — № 5 (83). — С. 40–43.
8. Меленберг Т. В. Роль математического моделирования методом конечно-элементного анализа в выборе шинирующей конструкции подвижных зубов при пародонтите / Т. В. Меленберг // Обзорные прикладной и промышленной математики — Часть II, 2006. — Том 13, выпуск 2. — С. 340.
9. Мурашкин Н. И. Результаты шинирования зубов металлокерамическими протезами при пародонтите / Н. И. Мурашкин, М. Н. Мурашкин, А. В. Пономарев — Новые технологии в стоматологии: Сборник научных работ, посвященный 60-летию Победы в Великой Отечественной войне. Рязань: РИО РГМУ, 2005. — С. 279–282.
10. Панкратова Н. В., Слабковская А. Б. Состояние пародонта зубов в процессе лечения их скученного положения — [Электронный ресурс] — <http://dev.orthos.ru/orthodont/articles/art2.shtml>
11. Сеницын В. Д. Реакция пародонта шинированных зубов на давление в зависимости от точки приложения силы к шинирующей конструкции / В. Д. Сеницын // Стоматология. — 1967. — № 3. — С.106–107.
12. Скорова А. В. Роль избирательного шлифования в лечении функциональных нарушений при воспалительных заболеваниях пародонта / А. В. Скорова // Сборник трудов XXXI итоговой конференции общества молодых ученых МГМСУ. — Москва, 2009. — с. 317–318.
13. Смирнова А. В. Анализ факторов возникновения локализованного пародонтита / А. В. Смирнова, Ю. С. Сошникова // Институт стоматологии. — 2010. — № 3. — С.68–69.
14. Таптунова Г. Г. Клинические и экспериментальные исследования функционального воздействия консольного протеза на пародонт зуба / Г.Г Таптунова. // Стоматология. — М. — 1975. — № 6. — С.40–42.
15. WHO releases new report on global problem of oral diseases // World Health Organization, 2009. URL: <http://www.emro.who.int/>.

Нужна ли компьютерная и магнитно-резонансная томография в стандарте обследования пациенток, перенесших эклампсию и нуждающихся в заместительной почечной терапии?

Саблин Иван Дмитриевич, ассистент
Дальневосточный государственный медицинский университет (г. Хабаровск)

Дорофеев Евгений Евгеньевич, заведующий отделением гравитационной хирургии крови и трансфузиологии;
Чепелянская Мария Владимировна, врач отделения анестезиологии и реанимации для женщин
Перинатальный центр (г. Хабаровск)

Лось Андрей Николаевич, заведующий отделением анестезиологии и реанимации;
Сокурец Надежда Леонидовна, врач отделения анестезиологии и реанимации
Городская клиническая больница № 10 (г. Хабаровск)

Введение

В практике клинического трансфузиолога и реаниматолога в акушерском стационаре встречаются пациенты, нуждающиеся в экстракорпоральной детоксикации после перенесенной эклампсии [1, с. 453; 2, с. 66; 3, с. 1525]. Таких больных немного, но терапия их крайне затруднительна. Это объясняется тем, что возникающий невроло-

гический дефицит подлежит дифференцировке среди нарушений ментального статуса, которые сопровождают большинство критических состояний. Наиболее общим примером может служить ситуация, при которой тяжелый гестоз, трансформирующийся в эклампсию требует интенсивной тактики от акушеров и реаниматологов, при этом возникший неврологический дефицит маскируется введением седативных препаратов, а в дальнейшем, при раз-

витии полиорганной недостаточности, пациент нуждается в заместительной почечной терапии. Клиника нарушения сознания здесь как правило сочетается со злокачественным гипертензивным синдромом, а больной обычно подозрителен по антифосфолипидному синдрому или иной тромбофилии. Дополняет картину коагулопатия, проявляющаяся в затыжном синдроме диссеминированного внутрисосудистого свертывания. К тому же имеет место послеоперационный стресс. Обозначенный круг проблем требует нахождения пациента в реанимационном отделении ввиду выраженных расстройств водно-электролитного баланса, кислотно-основного состояния, наличия дыхательной, сердечно-сосудистой недостаточности. Немного позже присоединяется почечная недостаточность. В подобных условиях неврологический статус часто оценить невозможно, принимая во внимание медикаментозное воздействие и полиорганную недостаточность. При этом антифосфолипидный синдром может создать все условия для развития инсульта, что является прямым противопоказанием для экстракорпоральной детоксикации, в которой нуждается такая пациентка. Разрешить эту задачу способно выполнение компьютерная и магнитно-резонансная томографии [4, с. 866], что может потребовать транспортировки больной в другое медицинское учреждение и закончится весьма плачевно.

Клинический случай 1

Больная К., 25 лет, поступила в реанимационное отделение Перинатального центра г. Хабаровска из родильного отделения одной из городских больниц на 5-е сутки после родоразрешения путем операции кесарева сечения. Диагноз родов: «срочные патологические роды, преэклампсия, операция кесарева сечения». Диагноз при поступлении: «поздний послеоперационный период, длительно текущий гестоз III степени, полиорганная недостаточность: дыхательная недостаточность II степени, почечная, сердечно-сосудистая недостаточность; анемия средней степени тяжести смешанного генеза».

В родильном доме сохранялась гипертензия до 170\100 мм рт. ст., снижение диуреза. С целью коррекции анемии была проведена гемотрансфузия, во время которой состояние больной ухудшилось, появились одышка, олигурия, гипертензия. В связи с тяжестью состояния переведена в специализированное учреждение. Лабораторно гипопротейнемия, анемия, креатинин — 255 мкмоль\л, мочевины 18 мкмоль\л. Рентгенологически в легких инфильтрация в базальных отделах с обеих сторон, выпот в плевральных полостях. Ультразвуковое исследование — свободная жидкость в перикарде, плевральных полостях, признаки пиелонефрита, расширение чашечно-лоханочной системы почек с обеих сторон.

Проводится искусственная вентиляция легких (ИВЛ), антигипертензивная терапия, смешанная нутриционная поддержка, антибактериальная терапия, нейровегетативная блокада, коррекция гипергидратации. Через 72 часа отмечается нарастание отека, мочевины

до 31,4 моль\л, креатинина 346 мкмоль\л. Проведены две гемодиализации (ГФ) по 24 часа. После ГФ состояние пациентки стабилизировалось. На седьмые сутки от момента поступления экзубирована. В сознании, заторможена, быстро устает, отмечается ригидность затылочных мышц, ротация головы влево, мышечный тонус верхних конечностей снижен, парез нижних конечностей. Гемодинамика на уровне 150\90 — 160\100 мм рт. ст. Сохраняется снижение темпов диуреза, проводится малообъемная инфузионная терапия, стимуляция диуреза средними дозами лазикса. Лабораторно — анемия средней степени, креатинин 343 м\л, гипопротейнемия 43г\л.

Консультирована нейрохирургом, после компьютерной томографии выставлен диагноз: острое нарушение мозгового кровообращения по геморрагическому типу. Субарахноидальное кровоизлияние. Коагулопатия. При стабилизации состояния рекомендована ангиография.

В дальнейшем имеет место ухудшение состояния — нарастание почечной, дыхательной недостаточности. По жизненным показаниям больной продолжена ГФ с минимальной антикоагуляцией. В течение 3-х недель состояние больной остается критическим, случай заканчивается летально.

Клинический случай 2

Больная М., 38 лет, беременность 30 недель, поступила в Перинатальный центр г. Хабаровска с жалобами на рвоту. В анамнезе первых родов — тяжелый гестоз, операция кесарева сечения по тяжести состояния в 31 неделю беременности. Настоящая беременность также протекала с явлениями гестоза, однако больная от госпитализации отказалась. Сразу после поступления отмечена олигурия, сопровождающаяся появлением за грудиной болей. Лабораторно — гемолиз, тромбоцитопения, гипербилирубинемия, высокие цифры печеночных трансфераз. Поставлен диагноз — HELLP-синдром. Операция кесарева сечения. Объемный плазмаферез. Через 8 часов после родоразрешения — клиника эклампсии, сменившаяся гипотонией. Седатирована. С помощью ультразвукового исследования выявлено — большое количество жидкости в брюшной полости. С целью дифференцировки характера жидкости больной показано выполнение пункции заднего свода влагалища, транспортирована в операционную. В операционной отмечена низкая сатурация, проведение анестезиологического пособия потребовало интубации трахеи. В брюшной полости серозно-геморрагическая жидкость. По тяжести состояния больная находится в реанимационном отделении на продленной искусственной вентиляции легких, медикаментозный сон. Ввиду наступления анурии, высоких показателей азотистого обмена, больной показана ГФ. Через 24 часа, в течение которых проводилась заместительная почечная терапия, седация отключена. Сразу после отключения от аппарата для ГФ зафиксирован кратковременный период гипергликемии до 25 мммоль\л, не поддающийся коррекции инсулином.



Рис. 1. Компьютерная томограмма. Четко видно затылочное кровоизлияние

После отключения седации у больной кома 3 ст., атония, арефлексия, двухсторонний фиксированный мидриаз. По данным компьютерной томографии головного мозга имеет место внутримозговое кровоизлияние в правую затылочную долю объемом 38 см³, субарахноидально-вентрикулярное кровоизлияние. Выраженный диффузный отек головного мозга. Базальные арахноидальные цистерны не дифференцируются. Признаки ишемии продолговатого мозга. Поперечная дислокация справа налево 9 мм.

Оперативное лечение не показано в связи с грубой клинической декомпенсацией состояния пациентки, комой 3 ст., грубым поражением ствола головного мозга на мезенцефало-бульбарном уровне.

Продолжена интенсивная терапия. По жизненным показаниям проводится ГФ с минимальной антикоагуляцией.

В дальнейшем к 15-м суткам нахождения в реанимационном отделении состояние стабилизируется, неврологический дефицит прежний, абсолютная потребность в ИВЛ. Гемодинамических нарушений нет. Диурез адекватный водной нагрузке.

Обсуждение

В статье представлены два случая развития у пациентов с гестозом, клиникой эклампсии и геморрагиче-

ским инсультом на фоне ГФ. При этом четко определить зависимость первичного нарушения мозгового кровообращения от акушерской патологии (спонтанного случая в условиях тромбофилии, или ятрогенной антикоагуляции во время ГФ невозможно. Такие крайне тяжелые пациенты, конечно, нуждаются в четкой дифференцировке, ведь геморрагический инсульт вполне может быть расценен как ятрогенный из-за гипаринизации контура аппарата заместительной почечной терапии. В таком случае пациент получает жизнеугрожающую терапию, без адекватной оценки риска утяжеления состояния. Одновременно и врач является заложником такой ситуации, поскольку четких стандартов для назначения ГФ нет, однако известно, что ранняя ГФ, когда еще нет жизненных показаний, более эффективна.

Выходом может служить проведение компьютерной или магнитно-резонансной томографии данной группе пациентов, которая позволит четко определить, что неврологическая симптоматика, маскирующаяся при медикаментозной седации, имеет место до проведения ГФ, или наоборот, возникает во время последней. Более того, раннее определение развития инсульта, может потребовать экстренного нейрохирургического вмешательства, когда каждый отложенный час может стать для пациента критичным.

Литература:

1. Miyakoshi K. et al., Massive hepatic infarction in preeclampsia: successful treatment with continuous hemodiafiltration and corticosteroid therapy, *J Perinat Med.* 2004;32 (5).
2. Rizwan N., Uddin S.F., Obstetrical acute renal failure: a challenging medical complication, *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2011 Oct-Dec;23 (4).
3. Srinil S., Panaput T., Acute kidney injury complicating septic unsafe abortion: clinical course and treatment outcomes of 44 cases. *J Obstet Gynaecol Res.* 2011 Nov;37 (11).
4. Mahon B. Z., Watching the brain in action. *Elife.* 2013 May 28;2.

ГЕОГРАФИЯ

Опыт периодизации географических взглядов

Расулов Анвар Баходирович, докторант, преподаватель
Ташкентский государственный педагогический университет имени Низами

Расулова Наргиза Атхамбековна, преподаватель
Ташкентский педагогический колледж (Узбекистан)

Возникновение и развитие каждой науки обуславливается в том числе, и историей данной отрасли. Анализ истории науки служит подспорьем в определении ее целей и задач. Знание истории позволяет, не повторяя уже достигнутого, определить наиболее верный и короткий путь к новым научным достижениям. В процессе формирования теории каждой науки большое значение имеет история развития ее научных идей и взглядов. Накопление человеком знаний о географических аспектах социально-экономического состояния земли, о её природе, привело к тому, что география стала одной из основных отраслей научного развития человека.

Взгляды и концепции (системы взглядов) в географии обычно исследуются путем разделения на определённые периоды географических исследований (Мукитанов, 1985).

Географический взгляд — это научное обоснование периодичности, территориальности, комплексности и системности явлений и процессов, происходящих в геосистемах.

Период географических взглядов — хронологический этап, для которого характерны те или иные географические взгляды.

Если смотреть на вопрос через призму периодизации географических исследований, то история географии была по-разному истолкована исследователями, и, в процессе изучения, по-разному разделась ими на этапы развития. Различные варианты периодизации взглядов были детерминированы целями и задачами исследователя, определялись запросами социально-экономической среды или способствовали реализации управленческой функции определённого государства. Мы же в своих исследованиях, не отрицая нижеследующую историко-географическую классификацию по периодам, постараемся выразить свою точку зрения, исходя из своих целей и задач.

А. П. Шубаев (1975), с точки зрения общего землеведения, этапы развития географических взглядов делит на 9 периодов. При разделении на этапы развития географий взглядов он брал за основу следующие критерии:

1) Этапы выделяются исходя из правил и закономерностей «Общего землеведения», а не с точки зрения господствующих систем взглядов;

2) Хронологические этапы выделяются без указания временных отрезков;

3) Приоритет отдается идеологии, исходящей от законов общества, а не законов системы «природа — общество»;

4) Большое внимание уделяется количественным параметрам земель, освоенных европейскими исследователями;

5) Не учитывается новейший исторический период;

6) Господствует европоцентристский подход, с привязкой всех географических исследований к истории государств Европы.

Ю. Г. Саушкин (1976 г.) связывал историю географии с историей географических открытий и делил на 8 периодов. Для его периодизации характерны следующие недостатки:

1) Не хватает единого критерия классификации;

2) Периоды экономического и исторического развития смешаны с географическими взглядами;

3) Последние 60 лет стремительного развития науки и техники объединены в один период;

4) Приоритетность идеологии, явные проявления европоцентризма.

А. Г. Исаченко (1971 г.) периоды развития географии по содержанию делит на 4 периода. Нужно отметить, что автор в данной периодизации не обращает внимания на определенную единицу времени. Он считает, что не обязательно делить временными границами периоды исторического развития географических взглядов. Он отрицает, что сама периодизация характеризуется временными границами. Однако, его заслуга в том, что он впервые дал классификацию, обобщив периоды концептуальных направлений географических исследований.

В. А. Шальнев (1999 г.) исходя из решения общегеографических проблем, выделял в своей географической периодизации 8 этапов.

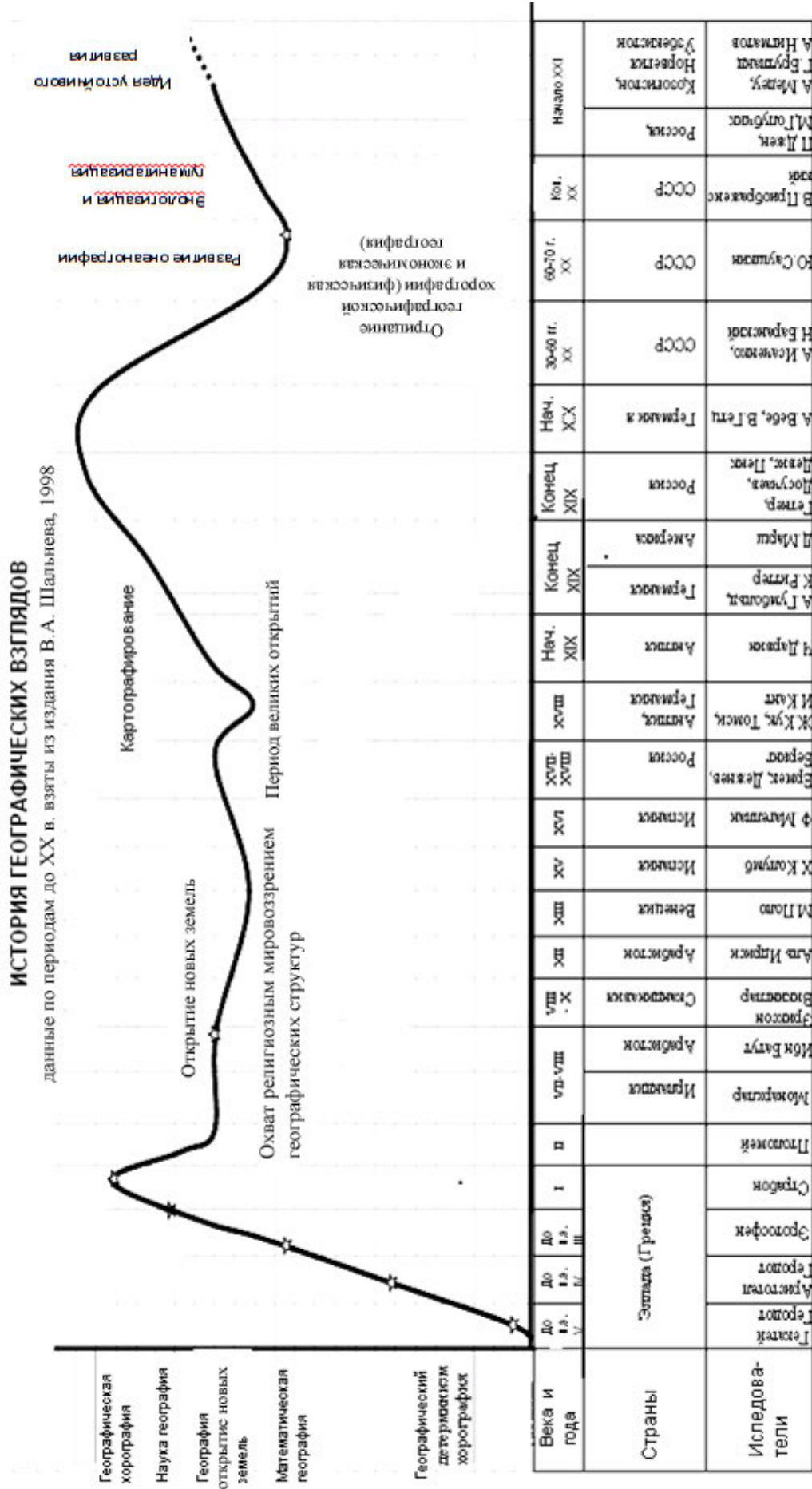


Рис. 1. Этапы развития географических взглядов (данные по периодам до XX века взяты из издания В. А. Шальнева, 1998)

В данной классификации В. Шальнев старался обобщить теоретические знания и придерживался объективного мнения о том, что география должна быть свободна от идеологии и европоцентризм не является первичным показателем.

М. М. Голубчик и С. П. Евдокимовы связывали историю формирования научно-географической картины планеты с практикой и делили ее на 4 периода. Этим они объединили этап географических исследования прошлого со стремительно развивающимся этапом XX–XXI веков. Хотя на самом деле, именно в эти периоды географические взгляды имели высокий показатель разнообразности.

Узбекские ученые-географы Р. У. Рахимбеков и З. Н. Донцова (1982 г.) более широко исследовали естественно-географическое изучение природы Средней Азии в историческом аспекте.

Однако их периодизация географических взглядов основана на анализах и обобщении материалов лишь местного значения.

Та или иная периодизация взглядов осуществлялась исходя из целей и задач конкретного исследователя, и во многих случаях служила в интересах социально-экономической среды того периода или способствовала выполнению управленческой функции определённого государства.

Мы осуществили периодизацию истории развития и формирования географических взглядов по следующим принципам:

– Избегать подхода к проблеме по принципу европоцентризма;

– Учитывать первичность системы взглядов, а не идеологии;

– Подходить к задаче не хронологически, а на основе новых взглядов на географические знания и процесс обучения.

Исходя из вышеуказанных принципов, историю формирования и развития географических знаний целесообразно разделить на 7 периодов.

В XXI веке, когда стало приоритетным научное мышление, наряду со многими науками, предметом исследования географии стало углубление контраста между развитыми и развивающимися странами, увеличение количества межнациональных конфликтов, угроза терроризма, опасность стихийных бедствий и т. д. Исходя из этого, в географии стремительными темпами начал развиваться подход «гуманитаризации» (Голубчик, Евдокимов, 2003 г.). Процесс географической глобализации развивается в тесной связи с гуманитаризацией (лат. Humanitas — человеческий). Суть данного подхода заключается в рассмотрении человечества как природного компонента, составляющего с природой единое целое. На сегодняшний день целью географических исследований является раскрытие свойств периодичности, системности, комплексности, локальности оптимального использования человечеством геосистем, что совпадает с требованиями по устойчивому развитию ООН и Евросоюза.

Т/р	Период	Название периодов
1	До VI–V веков до нашей эры	Период географических представлений в древнем мире
2	VI–V века до нашей эры — IV век нашей эры	Период античных географических представлений
3	IV век — середина XVII века	Период физических географических открытий, направленных на освоение и открытие новых земель
4	Середина XVII века — 30-е годы XX века	Период формирования географии как науки
5	30–60 годы XX века	Период разделения географии
6	70 годы XX века — до начала XXI века	Период экологизации географии
7	XXI век	Период глобализации и гуманитаризации географии

Таблица 1. Этапы развития географических взглядов

Литература:

1. Шальнев В. А. Проблемы общей географии (исторический аспект). — Ставрополь.: Из-во СГУ, 1999. — 323 с.
2. Шальнев В. А. Теоретические проблемы физической географии мира. — Ставрополь.: Изд. СГУ, 1998.
3. Нигматов А. Н., Реймов П., Абдуреймов С. Геоэкологический мониторинг и оценка дельтовых равнин Т.: Turon iqbol, 2006. — 128 с.
4. Исаченко А. Г. Развитие географических идей. — М.: Мысль, 1971. 416 с.

ЭКОЛОГИЯ

Рациональное использование чистой воды как злободневная проблема

Султонова Кумуш Рузимурод кизи, студент;
Мусурмонкулов Ойбек Уралович, преподаватель;
Эрназарова Хафиза Бектемировна, студент
Гулистанский государственный университет (Республика Узбекистан)

Пресная вода является ограниченным и уязвимым ресурсом. Доступ к чистой и безопасной воде относится в основном к универсальным потребностям человека. В настоящее время мир столкнулся с глобальной проблемой питьевой воды, от решения которой зависит настоящее и будущее человечества. Учитывая роль и значимость воды в жизнедеятельности людей, в последние годы разрастается экологическое движение за сохранность и не загрязнение пресноводных рек, очищение и вторичное использование воды в промышленно-хозяйственных нуждах.

В мире нарастает дефицит чистой воды, а масштабы загрязнения водных ресурсов, в том числе и в нашем государстве, подходят к критической черте. По прогнозам некоторых ученых, к середине XXI пресная вода, а не нефть станет главным стратегическим ресурсом на земле. [2, с. 95] В настоящее время в эмиратах Персидского залива обмен литры сырой нефти на литр питьевой воды считается выгодной сделкой.

Нерациональное, безвозвратное использование воды на нужды хозяйственной деятельности человека без учета возможностей и закономерностей природы стала разрушительной для самого человека. В связи с этим возникает вопрос, какими путями можно предотвратить дальнейшее увеличение дефицита питьевой воды? Прежде всего, следует увеличить эффективность ее потребления. Крупнейшим потребителем пресной воды является сельское хозяйство. Более 80 % наличных водных ресурсов идет на нужды сельского хозяйства. Часть воды забирается непосредственно из близлежащих водных объектов. Часть употребленной воды в сельском хозяйстве возвращается обратно, когда речь идет об ирригации, часть воды испаряется либо теряется другими путями и не возвращается в водную экосистему.

В условиях Сырдарьинской области, где сельское хозяйство основано на поливном земледелии, используется очень много воды. Вода идет в основном на полив риса и хлопчатника, а также на полив других возделыва-

емых культур. Основным водным источником Сырдарьинского оазиса считается река Сырдарья. Магистральный канал «Дустлик» и Южный Голодностепский канал, берущий воду через Фархадский гидроузел, а также река Сангзар в западной части оазиса, построенный в средние века канал Старый Туятортар, берущий воду из реки Зарафшан, считаются важными ирригационными системами. Когда год приходит засушливым, потребность некоторых районов на западе оазиса в воде покрывается всего на 70–80 %. Думается, что бассейн строящегося в Сардобинском районе Сырдарьинской области водохранилища в будущем даст возможность полностью обеспечить водой не только саму Сырдарьинскую область, но и земли соседней Джизакской области.

Известно, что в первые годы освоения Голодной степи (в 50–60 годы XX века) в результате неэкономного водопользования уровень подземных грунтовых вод поднялся, почвы же были засолены на глубину 1–2 метра. В центральных поливных трассах глубина засоления дошла до 2–3 метров. Сегодня 90 процентов земель Сырдарьинской области засолены [1, с.9].

Поднятие грунтовых вод в определенном смысле объясняется гидравлической связанностью открытых водных бассейнов с ирригационными сооружениями. В этом смысле расположенные на берегу Южного Голодностепского канала поселок городского типа Баяут, город Янгиер и расположенный на берегу канала «Дустлик» город Гулистан и его окрестности отличаются очень засоленной почвой, которая является результатом фильтрации вод открытого бассейна. Это, в свою очередь, отражается в качестве работ по благоустройству этих городов, порождает трудности в материальной культуре, хозяйственной деятельности оседлого населения здешних мест.

Для того, чтобы человек мог проживать в определенной экосреде, на территории должны быть запасы питьевой воды. Учеными доказано, что в Центральной Азии, в частности, в условиях Узбекистана запасы подземных вод в несколько раз превышают запасы воды протека-

ющих здесь рек. Однако в Сырдарьинском оазисе, в Голодной степи всегда ощущалась нехватка подземных вод [3, с. 143].

Из-за выхода из строя артезианских скважин, стальных и чугунных труб, сданных на эксплуатацию в 60–70-е годы прошлого столетия в Мирзаабадском, Акалтынском, Сардобинском районах Сырдарьинской области и сегодня существует проблема с обеспечением населения питьевой водой. На центральной усадьбе Янгиабадского сельского схода граждан в Сардобинском районе (бывший центр 5-совхоза) в течение 40 лет население обеспечивалось водой из артезианского колодца из глубины 250 метров без каких-либо конструкций. Но в последние годы в соседнем Заминском районе Джизакской области были построены более 100 артезианских колодцев, в результате чего уровень воды, выходящей на поверхность, снизился. Сегодня население сельских сходов Пахтакор, Гулзор, Чулкувар и Кургонтёпа обеспечивается привозной питьевой водой, что создаёт определенные трудности в бытовой жизни.

Ежедневная потребность населения Мирзаабадского, Акалтынского и Сардобинского районов в воде составляет более 600 кубометров, эта вода привозится из Заминского района. Однако, из-за нехватки спецтранспорта ежедневно доставляется всего лишь 300 кубометров воды.

В последние годы заметно увеличилось загрязнение водных ресурсов сточными водами сельскохозяйственных производств и промышленных предприятий, часто лишенных очистных сооружений и расположенных главным образом вблизи каналов, коллекторов, в поймах реки Сырдарья и вблизи других водных объектов. А ведь ученые-биологи для ускорения очистки сточных вод рекомендуют биологический метод путем обогащения фитоценоза зеленой массой микроскопических водорослей и создание зарослей водных и водно-прибрежных растений. К примеру вольфия (*Wolffia arrhiza*) обладает способностью извлекать из вод и запасать в листьях азот, фосфор, калий, поглощают углекислый газ и обогащают воду кислородом. Л. Ф. Лукина, Н. Н. Смирнова (1988), Т. Т. Таубаев, М. Абдиев (1973) отмечают, что на сточных водах городской канализации *Wolffia arrhiza* может образовывать большую биомассу. При ее выращивании коммунально-бытовые сточные воды обогащаются кислородом, интенсифицируется степень их очистки от органических и минеральных веществ. При культивировании вольфия проявляет себя как активный поглотитель разных веществ из сточных вод [2, с. 68–69].

В заключении хотелось бы подчеркнуть, что сегодня, когда во всем мире уменьшается объём чистой питьевой воды, когда значение чистой воды в развитии промыш-

ленности, сельского хозяйства все более увеличивается, проблема чистой воды приобретает глобальное значение. Поэтому имеет огромное значение усиление внимания сохранению экоприроды, обеспечения населения чистой питьевой воды, урегулировать использование чистой воды и найти альтернативы замены чистой питьевой воды в поливном земледелии.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- в целях повышения экологической культуры населения повсеместно проводить соответствующую массовую пропаганду среди населения по водосбережению;
- разработать меры постепенного перехода на систему капельного орошения;
- экономно использовать воду с ирригационных сооружений, не допускать их прямого попадания в коллекторы.
- постоянно производить ремонт и очистку каналов, насосов и труб, подающих воду, и протекающих кранов;
- наладить производство экономных, легких и прочных искусственных труб и покрытий, и в целях уменьшения потери воды внедрить поэтапно в ирригационные сооружения;
- создать лесозащитную полосу шириной 50–100 метров на землях вокруг каналов и их отраслей;
- на территориях, где подземная вода годится для питья, поэтапно обновлять артезианские колодцы и скважины, а также трубы для подачи воды, обеспечить их постоянную работу;
- на территориях, где подземная вода не годится для питья, наладить постоянный привоз воды в достаточном количестве, поэтапно провести трубы и достичь обеспечения всех населенных пунктов питьевой водой;
- выявить пути альтернативных источников воды для сельскохозяйственных потребностей;
- разработать и опробовать на практике биоочистку сточных вод и их вторичное использование.

Все это позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время экология выдвигается на уровень политики, когда каждый гражданин должен сознавать свою ответственность — от голоса каждого зависит в какой-то мере будущее биосферы. В этом плане преподавание экологии в учебных заведениях на соответствующем уровне приведет к тому, что молодое поколение, будущие специалисты осознают важность ставшей глобальной проблемы охраны окружающей среды. Экология должна стать для всех новым образом мышления, чтобы каждый чувствовал свою ответственность не только за тот клочок земли, где он проживает, где расположен его дом, но и за благосостояние и экологически чистое пространство вне его дома, города, республики, всей Земли.

Литература:

1. Алтмишев О. Ш. Существующие проблемы в проведении мелиоративных мероприятий при сохранении и восстановлении плодородия почвы, а также их решение. (На узбекском языке) / Республиканская научно-пра-

ктическая конференция на тему «Повышение плодородия почв Мирзачульского оазиса: проблемы и задачи». Сборник докладов. Гулистан, 2003.

2. Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды. Сборник тезисов докладов международной конференции. — Душанбе, 2011.
3. Зокиров М., Ишназаров Н.. Интересная геология (на узбекском языке). — Т.: «Узбекистон», 1979.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Биологическое обоснование интродукции белого толстолобика (*Hiporhthalmichthys molitrix* (Val)) в водоем-охладитель Запорожской АЭС с целью его биомелиорации

Охрименко Алеся Владимировна, аспирант;
Вовк Надежда Ильинична, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев)

*Осуществлен анализ гидрохимического и термического режимов водоема-охладителя Запорожской АЭС (ЗАЭС), и их влияния на ее экосистему. Теоретически рассчитан норматив зарыбления водоема-охладителя белым толстолобиком (*Hiporhthalmichthys molitrix* (Val)) с целью биологической мелиорации.*

Ключевые слова: водоем-охладитель, гидрохимический режим, фитопланктон, зоопланктон, белый толстолобик

Большие площади внутренних водоемов, в том числе и каскадов водохранилищ, подвержены влиянию термогенной эвтрофикации, которая возникает в результате увеличения мощности атомных и тепловых электростанций. В этой связи моделирование эффективных путей повышения выхода рыбной продукции за счет дополнительного тепла водной среды должно осуществляться на примере отдельных водоемов-охладителей. Это даст возможность решить проблемы управления продуктивностью и качеством воды водоемов комплексного назначения, размещения на них энергетических предприятий [1; 2].

Рациональное рыбохозяйственное использование явления антропогенной эвтрофикации состоит в реконструкции и формировании ихтиофауны водоемов-охладителей путем интродукции высокопродуктивных тепловодных объектов, прежде всего растительных рыб, способных эффективно повышать естественную рыбопродуктивность, трансформировать дополнительную первичную продукцию, которая образуется за счет биогенной и термогенной эвтрофикации. Кроме того, использование белого толстолобика с целью биомелиорации является одним из эффективных путей снижения «цветения» воды водоемов [3].

На современном этапе развития рыбководства, использование водоемов-охладителей энергетических объектов с целью рыборазведения необходимо осуществлять при научном обосновании нормативов их ежегодного зарыбления; что невозможно без детального изучения видового состава, численности и биомассы основных ком-

понентов кормовой базы водоема, его продукционных особенностей; состояния экосистемы. Это и обусловило необходимость проведения данных исследований.

Водоем-охладитель ЗАЭС создан искусственно, путем отделения части Каховского водохранилища намывной песчаной дамбой. Поэтому, значительное влияние на формирование его гидрохимического режима имел химический состав воды водохранилища, а также климатические условия региона его расположения.

Гидрохимический и термический режимы водоема-охладителя ЗАЭС изучали в течение 2008–2011 гг. Пробы отбирали с глубины 0,5–1 м посезонно по общепринятым методам [4; 5, 6].

Для изучения основных компонентов естественной кормовой базы водоема-охладителя ЗАЭС отбор проб проводили на 10 станциях водоема, которые охватывали большинство его биотопов, в разные времена года в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами [7].

На основе полученных результатов о биопродукционных возможностях водоема рассчитано количество рыбопосадочного материала двухлеток белого толстолобика, необходимое для вселения в водоем-охладитель ЗАЭС [8].

Проведенными исследованиями установлено, что показатели температурного и газового режимов водоема-охладителя ЗАЭС в целом отвечали нормативным значениям. В летний период температура воды достигала $32,2 \pm 0,27^\circ\text{C}$, что превышает рыбохозяйственные нормативы. Однако, анализ среднесезонных температур водоема-охладителя указывает на то, что он является бла-

гоприятным для теплолюбивых растительных рыб, температурный оптимум для которых лежит в пределах 20–30°C. Показатели содержания растворенного в воде кислорода колебались от 6,9 до 9,2 мг/дм³ и были в пределах нормативных значений. Величина водородного показателя (рН) в течение периода исследования в среднем составила $8,5 \pm 0,03$ [9].

Нами установлено, что достаточный биопродукционный потенциал водоема-охладителя ЗАЭС обеспечивается значительным развитием фито- и зоопланктона, среднесезонная биомасса которых соответствовала $5,68 \pm 1,90 - 7,35 \pm 1,45$ мг/дм³ и $1,24 \pm 0,15 - 1,64 \pm 0,31$ г/м³. Основу биомассы фитопланктонных сообществ водоема-охладителя ЗАЭС составлял синезелено-диатомовый комплекс. Среди зоопланктона доминировали ветвистые и веслоногие ракообразные [10].

Полученные результаты исследований гидрохимического и гидробиологического режимов водоема-охладителя ЗАЭС свидетельствуют о возможности его рыбохозяйственного использования и дают основание рекомендовать интродукцию белого толстолобика в водоем. С этой целью нами было проведено расчеты оптимальных плотностей посадки указанного вида рыб, которые позволят улучшить его санитарное состояние и будут способствовать стабилизации экосистемы.

Приведенные расчеты относительно вселения и вылова белого толстолобика из водоема-охладителя ЗАЭС базируются на показателях развития его естественной кормовой базы. Среднесезонная биомасса фитопланктона в водоеме в течение периода исследований составила 6,52 мг/дм³. В расчетах учтено, что площадь водоема-охладителя ЗАЭС представляет 820 гектар, средняя масса товарных растительных рыб — 4 кг, процент промышленного возврата рыб от двухлеток принято на уровне 25 %.

Потенциальную рыбопродуктивность водоема по фитопланктону рассчитывали по формуле:

$$P_{\phi} = \frac{a_{\phi} \times P/B \times S \times H \times 0,5}{K_{\phi} \times 1000} \text{ (кг/га)},$$

где P_{ϕ} — потенциальная рыбопродуктивность по фитопланктону (кг/га), a_{ϕ} — среднесезонная биомасса фитопланктона (мг/дм³), P/B — продукционно-биомассовый коэффициент по фитопланктону (300), S — площадь 1 гектар в м² (10000 м²), H — глубина продукционного слоя (2 м), 0,5 — коэффициент использования продукции фитопланктона рыбами-фитопланктофагами, K_{ϕ} — кормовой коэффициент фитопланктона (50), 1000 — пересчет г в кг.

$$P_{\phi} = (6,52 \text{ мг/дм}^3 \times 300 \times 10000 \text{ м}^2 \times 2 \text{ м} \times 0,5) / (50 \times 1000) = 391,2 \text{ кг/га}$$

Таким образом, потенциальная рыбопродуктивность водоема-охладителя ЗАЭС по фитопланктону составила 391,2 кг/га.

Потенциальную рыбопродуктивность по белому толстолобику с учетом детрита рассчитывали по формуле:

$$P = P_{\phi} \times 1,5 \text{ (кг/га)};$$

где P — общая потенциальная рыбопродуктивность водоема по белому толстолобику, P_{ϕ} — потенциальная рыбопродуктивность по фитопланктону (кг/га).

$$P = 391,2 \text{ (кг/га)} \times 1,5 = 586,8 \text{ кг/га};$$

Половина этой величины принимается как промышленная рыбопродуктивность водоема (или квота вылова белого толстолобика), другая — его переходный остаток в водоеме.

$$P_{рт} = 0,5 \times P \text{ (кг/га)};$$

где $P_{рт}$ — промышленная рыбопродуктивность по белому толстолобику, P — общая потенциальная рыбопродуктивность водоема по белому толстолобику.

$$P_{рт} = 586,8 \text{ (кг/га)} \times 0,5 = 293,4 \text{ кг/га};$$

Расчет количества рыб, которых можно изъять с площади 1 га водоема проводили по следующей формуле:

$$K_{прт} = \frac{P_{прт}}{m} \text{ (экз/га)};$$

где $K_{прт}$ — количество белого толстолобика, которую можно выловить на площади 1 гектара, $P_{прт}$ — промышленная рыбопродуктивность по белому толстолобику, m — средняя масса 1 экземпляра товарной рыбы.

$$K_{прт} = 293,4 \text{ (кг/га)} / 4 \text{ (кг)} = 73 \text{ (экз/га)};$$

С целью определения плотности посадки двухлеток белого толстолобика на 1 гектар водоема-охладителя ЗАЭС было увеличено значение $K_{прт}$ с учетом коэффициента промышленного возврата:

$$P_t = \frac{K_{прт}}{\lambda} \text{ (экз/га)};$$

где P_t — плотность зарыбления водоема двухлетками толстолобика (на 1 гектар), $K_{прт}$ — количество белого толстолобика, которую можно выловить на площади 1 гектар, λ — коэффициент промышленного возвращения рыб от двухлеток.

$$P_t = 73 \text{ (экз/га)} / 0,25 \approx 292 \text{ экз/га};$$

Таким образом, количество рыбопосадочного материала белого толстолобика, необходимое для зарыбления водоема-охладителя ЗАЭС составит:

$$N_t = P_t \times S \text{ (экз)};$$

где N_t — количество рыбопосадочного материала белого толстолобика, P_t — плотность зарыбления водоема двухлетками толстолобика (на 1 гектар), S — площадь водоема (га).

$$N_t = 292 \text{ (экз/га)} \times 820 \text{ (га)} = 239,4 \text{ тыс. экз двухлеток белого толстолобика.}$$

Рассчитанное количество рыбопосадочного материала белого толстолобика, при вселении в водоем-охладитель ЗАЭС, позволит не только оптимизировать биомелиоративные процессы в водоеме, но и улучшит состояние его экосистемы, эффективно снизив численность и биомассу фитопланктона, улучшив гидрохимический режим и санитарное состояние, что будет положительно влиять на безопасность работы электростанции и даст возможность получить ценную рыбную продукцию, что является экологически и экономически целесообразно.

Литература:

1. Веригин Б.В. О явлении термического эвтрофирования водоемов / Б.В. Веригин // Гидробиол. журнал. — 1977. — Т.13, № 5. — С. 98–105.
2. Егоров Ю.А. Оценка состояния экосистем водоемов-охладителей / Ю.А. Егоров, А.Л. Суздалева // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. — 2002. — Т.29, Вып. 6. — С. 12–13.
3. Алимов С.И. Индустриальное рыбоводство / С.И. Алимов, А.И. Андриющенко. — Севастополь: Изд-во УМЕ, 2010. — 574 с.
4. Руководство по химическому анализу вод. — Иркутск, 2006. — 55 с.
5. Алекин О.А. Основы гидрохимии / А.О. Алекин — Л.: Гидрометеиздат, 1953. — 296 с.
6. Резников А.А. Методы анализа природных вод / А.А. Резников, Е.П. Муликовская, И.Ю. Соколов — М.: «Недра», 1970. — 488 с.
7. Методические основы гидробиологических исследований водных экосистем / [В.И. Назаренко] — К.: Принт-Квик, 2002. — 314 с.
8. Балтаджи Р.А. Расчет норм посадки и вылова растительноядных рыб из водоемов-охладителей ГРЭС Украины / Р.А. Балтаджи // Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса. Материалы международной научной конференции. — Киев, 1994. — С. 175–176.
9. Бабич А.В. Особенности гидрохимического и термического режимов водоема-охладителя Запорожской АЭС / А.В. Бабич, Н.И. Вовк // Проблемы зооинженерии и ветеринарной медицины. — Харьков: РВВ ХГЗВА — 2011. — Вып. 1. — С. 313–319.
10. Бабич А.В. Особенности развития естественной кормовой базы водоема-охладителя Запорожской АЭС / А.В. Бабич, Н.И. Вовк // Сборник научных трудов Подольского государственного аграрно-технического университета. — Каменец-Подольский — 2012. — Вып.20. — С. 5–8.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 7 (54) / 2013

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М.Н.

Иванова Ю.В.

Лактионов К.С.

Комогорцев М.Г.

Ахметова В.В.

Брезгин В.С.

Котляров А.В.

Яхина А.С.

Насимов М.О.

Ответственный редактор:

Кайнова Г.А.

Художник:

Шишков Е. А.

Верстка:

Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

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 «Ваш полиграфический партнер»
127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6