

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

научный журнал

Man, being the servant and interpreter of Nature, can do and understand so much and so much only as he has observed in fact or in thought of the works of nature. Beyond this he neither knows anything nor can do anything.



OF THE
ADVANCEMENT
AND
PROFICIE
Learning
OR THE
PARTITION
OF THE
SCIENCE
Nine B

Written in Latin

The understanding left to itself, in a sober, patient, and grave mind, especially if it be not hindered by received doctrines, tries a little that other way, which is the right one, but with little success, since the understanding, unless directed, and assisted, is a thing unequal, and quite unequal to the obscurity of things.

Francis Bacon

Toward the effecting of works, all that man can do is to put together or put asunder natural bodies. The rest is done by nature working within.

11
2015
Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 11 (91) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, доктор филологических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

На обложке изображен Фрэнсис Бэкон (1561–1626) — английский философ, историк, политик, основоположник эмпиризма.

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

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

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

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

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

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

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

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

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

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

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

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

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

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

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Емельянов А. А., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф., Фуртиков К. А., Реутов А. Я., Королёв О. А.

Пространственные векторы в асинхронном двигателе в относительной системе единиц ... 133

ИНФОРМАТИКА

Абилдаева Г. Б., Жанкоразова Н. Н., Жанадил М. О.

Технология ADO и средства доступа к реляционным базам данных 156

Айтбаев Н. К.

Поисковой маркетинг как инструмент продвижения..... 158

Алексеев Д. А.

Li-Fi — прорыв в науке или бесполезная игрушка? Преимущества и недостатки Li-Fi перед Wi-Fi..... 161

Аминов И. Б., Ходжаева Д. Ф.

Эффективности использования метода моделирования в среде Excel на практических занятиях по информатике 164

Андреев Д. Ю., Захаров О. С., Куликов С. В.

Построение трёхмерной модели лица человека путём совмещения множеств трёхмерных точек..... 167

Бессонов И. И.

Реинжиниринг геоинформационной системы компании ООО «Владлинк» 172

Григорьева Д. Р., Попченко А. С.

Применение информационных технологий в социальной сфере 177

Додонов А. В.

Алгоритм обработки транзакций для повышения эффективности систем электронного документооборота на примере СЭДО ЕВФРТ ... 179

Допира Р. И., Кельдибекова А. Б.

Программа «АРМ заведующего кафедрой»..... 183

Землянов Г. С., Ермолаева В. В.

3D-моделирование 186

Клюева О. А.

Information system for vectorization of raster images 189

Мазаев Д. В., Ермолаева В. В., Мурзагалиев А. Г.

Интернет-угрозы и способы защиты от них 193

Чернышов А. В., Рыжих Н. Н.

Формирование документов произвольного типа на основе информации из базы данных школьного электронного журнала 197

Яворук С. О.

Программная реализация метода оценки погрешностей результатов картирования в рамках сплайн-аппроксимационного подхода 204

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдурахман А.

Преимущества уравнивания с использованием множественного доступа с разделением частот в технологии долгосрочного развития сетей связи 207

Абрашитов В. С., Жуков А. Н., Алмаметов Э. Х.

Расчёт узла сопряжения колонн с фундаментом..... 213

Акчина Г. А., Нурымхан Г. Н., Ребезов М. Б.

Разработка технологии сокосодержащих напитков и исследования пищевой безопасности (патентный поиск) 217

Алексеев Е. В. Быстрая проверка джиттера с фильтрами 219	Асадуллина Л. И. Capabilities of SCADA systems 244
Анфилатов А. А. Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле 223	Атаханов Ш. Н., Акрамбаев Р. А., Атамирзаева С. Т., Хожиев Р. М., Рахимов У. Ю. Системный анализ технологии получения повидла из вторичного сырья соковых производств.... 246
Анфилатов А. А. Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле ... 226	Атаханов Ш. Н., Хожиев Р. М., Хошимов Х., Каноатов Х. М., Дадамирзаев М. Х., Маллабаев О. Т. Математическое описание процесса выпарки повидла из вторичного сырья морковного сока 250
Анфилатов А. А. Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле..... 229	Бабенко Л. Г., Котлярова В. В., Савельева Н. Ю., Дмитриенко Н. А. The methodological procedures using for disabled women' social needs analysis 256
Анфилатов А. А. Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 232	Базин В. В., Самошина Е. Н., Самошин А. П., Шитова И. Ю. Выбор пенообразователя и стабилизатора при получении материалов ячеистой структуры 258
Анфилатов А. А. Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле..... 235	Балшикеева К. С. Современное геодезическое обеспечение внедрения трехмерного лазерного сканирования в строительстве 264
Анфилатов А. А. Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле 238	Бектасова С. С., Асенова Б. К., Ребезов М. Б. Совершенствование технологии переработки цыплят-бройлеров (патентный поиск) 266
Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В. Результаты экспертизы промышленной безопасности котельной ОАО «ПензТяжПромАрматура» 241	

ФИЗИКА

Пространственные векторы в асинхронном двигателе в относительной системе единиц

Емельянов Александр Александрович, доцент;
Козлов Алексей Максимович, студент;
Бесклеткин Виктор Викторович, студент;
Авдеев Александр Сергеевич, студент;
Чернов Михаил Владимирович, студент;
Киряков Георгий Анатольевич, студент;
Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;
Фуртиков Кирилл Алексеевич, студент;
Реутов Александр Янович, студент;
Королёв Олег Александрович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Целью данной работы является вывод математического аппарата, описывающего процессы в асинхронном двигателе, в доступной для понимания студентами форме. Открытия сделанные учеными в 1940—50 гг. при исследовании асинхронных двигателей оказывают потрясающие воздействия. В данной работе сделана попытка реконструкции хода исследовательской мысли ученых и передачи студентам специфической красоты движений математических формул. Пройти школу на материалах такого наследия является важнейшим условием формирования будущих исследователей.

Вначале, на примере мгновенных трехфазных напряжений в косинусоидальной форме сдвинутых во времени на 120° с помощью формулы Эйлера (1707...1783 гг.) преобразовываются в виде степенных функций. Переход к степенным функциям позволяет производить замену произведений множества тригонометрических формул в простые алгебраические суммы выражений находящихся в степени. Далее, используя известную формулу суммы от произведения мгновенных значений напряжений по фазам на соответствующие единичные векторы переходим к пространственному вектору напряжения статора вращающемуся с циклической частотой питающего напряжения (в данной работе рассматривается двухполюсный двигатель). Аналогично производится переход к пространственным токам статорных и роторных величин, причем фазовые сдвиги токов естественно отразятся в пространственном расположении векторов. В потокоцеплениях фаз статора и ротора показаны взаимосвязи от угла поворота магнитных осей. Перед взглядом студентов предстает множество уравнений с переменными коэффициентами. При переходе к пространственным векторам происходит существенное сокращение числа уравнений. Производные от угла поворота магнитных осей дают скорость вращения ротора.

1. Преобразование мгновенных значений напряжений в степенные функции

Мгновенные значения трехфазных напряжений описываются следующими зависимостями:

$$\begin{cases} u_a = U_m \cdot \cos \omega t; \\ u_b = U_m \cdot \cos(\omega t - 120); \\ u_c = U_m \cdot \cos(\omega t - 240) = U_m \cdot \cos(\omega t + 120). \end{cases} \quad (1)$$

где ω_1 - циклическая частота напряжения, рад/с.

На рис. 1 показана связь мгновенных значений напряжений $u_{a,b,c}$ с векторами $U_{A,B,C}$ во временной системе координат, как их проекции на действительную ось $u_{a,b,c} = \text{Re}U_{A,B,C}$. Работа в векторной форме существенно ускоряет

процесс исследования, причем в любой момент времени легко перейти к косинусоидальной форме мгновенных значений. Выполнить, например, произведение множества косинусоид (синусоид) представляет довольно трудоемкую задачу, а в векторной форме произвести перемножение значительно легче.

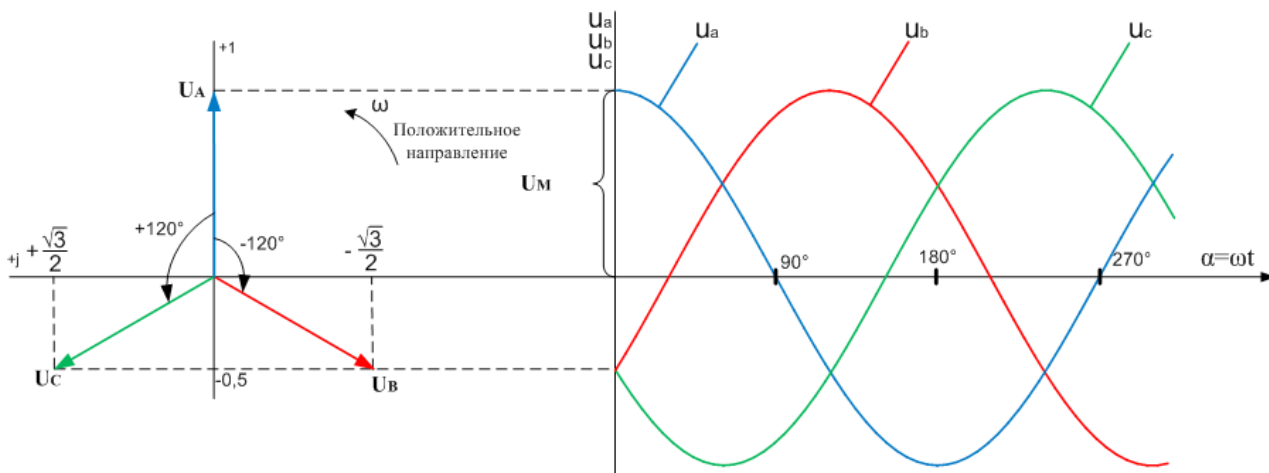


Рис. 1. Связь мгновенных значений напряжений с векторами, соответствующими во временной системе координат

Не меньшую роль в ускорении процессов математических преобразований играет представление с помощью формулы Эйлера мгновенных значений в степенные функции.

Выразим систему уравнений (1) через степенные функции:

$$\left. \begin{aligned}
 u_a &= \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}) = \frac{U_m}{2} \cdot [\cos \omega t + j \sin \omega t + \cos(-\omega t) + j \sin(-\omega t)] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [\cos \omega t + j \sin \omega t + \cos \omega t - j \sin \omega t] = U_m \cdot \cos \omega t; \\
 u_b &= \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j(\omega t - 120)} + e^{-j(\omega t - 120)}) = \frac{U_m}{2} \cdot [e^{j\omega t} e^{-j120} + e^{-j\omega t} e^{j120}] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [(\cos \omega t + j \sin \omega t) \cdot (\cos 120 + j \sin 120) + (\cos \omega t - j \sin \omega t) \cdot (\cos 120 + j \sin 120)] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [\cos \omega t \cdot \cos 120 + j \cos \omega t \cdot \sin 120 + j \sin \omega t \cdot \cos 120 + \sin \omega t \cdot \sin 120 + \cos \omega t \cdot \cos 120 + \\
 &+ j \cos \omega t \cdot \sin 120 - j \sin \omega t \cdot \cos 120 + \sin \omega t \cdot \sin 120] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [2 \cdot \cos \omega t \cdot \cos 120 + 2 \cdot \sin \omega t \cdot \sin 120] = U_m \cdot \cos(\omega t - 120); \\
 u_c &= \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j(\omega t + 120)} + e^{-j(\omega t + 120)}) = \frac{U_m}{2} \cdot [e^{j\omega t} e^{j120} + e^{-j\omega t} e^{-j120}] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [(\cos \omega t + j \sin \omega t) \cdot (\cos 120 + j \sin 120) + (\cos \omega t - j \sin \omega t) \cdot (\cos 120 - j \sin 120)] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [\cos \omega t \cdot \cos 120 + j \cos \omega t \cdot \sin 120 + j \sin \omega t \cdot \cos 120 - \sin \omega t \cdot \sin 120 + \cos \omega t \cdot \cos 120 - \\
 &+ j \cos \omega t \cdot \sin 120 - j \sin \omega t \cdot \cos 120 - \sin \omega t \cdot \sin 120] = \\
 &= \frac{U_m}{2} \cdot [2 \cdot \cos \omega t \cdot \cos 120 - 2 \cdot \sin \omega t \cdot \sin 120] = U_m \cdot \cos(\omega t + 120).
 \end{aligned} \right\}$$

Итак, система уравнений в степенной форме имеет следующий вид:

$$\begin{cases} u_a = \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}); \\ u_b = \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j\omega t} \cdot e^{-j120} + e^{-j\omega t} \cdot e^{j120}); \\ u_c = \frac{U_m}{2} \cdot (e^{j\omega t} \cdot e^{j120} + e^{-j\omega t} \cdot e^{-j120}). \end{cases} \quad (2)$$

2. Переход от мгновенных значений напряжений к пространственному вектору \vec{U}_S

Пространственный вектор напряжения \vec{U}_S определяется по следующей зависимости:

$$\vec{U}_S = \frac{2}{3} \cdot [u_a \cdot \vec{a}_1 + u_b \cdot \vec{a}_2 + u_c \cdot \vec{a}_3], \quad (3)$$

где $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ — единичные пространственные векторы.

$$\begin{cases} \vec{a}_1 = \vec{1} \cdot e^{j0}; \\ \vec{a}_2 = \vec{1} \cdot e^{j120} = -0,5 + j\frac{\sqrt{3}}{2} = -0,5 + j0,866; \\ \vec{a}_3 = \vec{1} \cdot e^{-j120} = -0,5 - j\frac{\sqrt{3}}{2} = -0,5 - j0,866. \end{cases} \quad (4)$$

Подставив в уравнение (3) мгновенные значения напряжений в степенной форме (2) и единичные пространственные векторы (4) получим:

$$\begin{aligned} \vec{U}_S &= \frac{2}{3} \cdot [u_a \cdot \vec{a}_1 + u_b \cdot \vec{a}_2 + u_c \cdot \vec{a}_3] = \frac{2}{3} \cdot \frac{U_M}{2} \cdot [(e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}) \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} + \\ &+ (e^{j\omega t} \cdot e^{-j120} + e^{-j\omega t} \cdot e^{j120}) \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} + (e^{j\omega t} \cdot e^{j120} + e^{-j\omega t} \cdot e^{-j120}) \cdot \vec{1} \cdot e^{-j120}] = \\ &= \frac{U_M}{3} \cdot [\vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\omega t} + \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\omega t} + \vec{1} \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j120} \cdot e^{j120} + \vec{1} \cdot e^{-j\omega t} \cdot e^{j120} \cdot e^{j120} + \\ &+ \vec{1} \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{j120} \cdot e^{-j120} + \vec{1} \cdot e^{-j\omega t} \cdot e^{-j120} \cdot e^{-j120}] = \frac{U_M}{3} \cdot [\vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\omega t} + \vec{1} \cdot e^{-j\omega t} + \\ &+ \vec{1} \cdot e^{j\omega t} + \vec{1} \cdot e^{-j\omega t} \cdot e^{-j120} + \vec{1} \cdot e^{j\omega t} + \vec{1} \cdot e^{-j\omega t} \cdot e^{-j240}] = \frac{U_M}{3} \cdot [3 \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\omega t} + \\ &+ e^{-j\omega t} \cdot (\vec{1} + \vec{1} \cdot e^{-j120} + \vec{1} \cdot e^{-j240})] = U_M \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\omega t}. \end{aligned}$$

Геометрический смысл преобразования мгновенных значений напряжений в пространственный вектор показан на рис. 2 (в электронном варианте все векторы и их проекции даны в цветном варианте).

Последовательность построений: во временной системе координат определяются мгновенные значения векторов на действительную ось u_a, u_b, u_c , далее они переносятся на действительную ось в пространственную систему координат в виде отрезков. Затем осуществляется разворот этих отрезков с помощью единичных пространственных векторов. Далее производится геометрическая сумма $[u_a \vec{a}_1 + u_b \vec{a}_2 + u_c \vec{a}_3]$, и наконец, умножив полученный вектор на множитель $\frac{2}{3}$ получим искомый вектор \vec{U}_S .

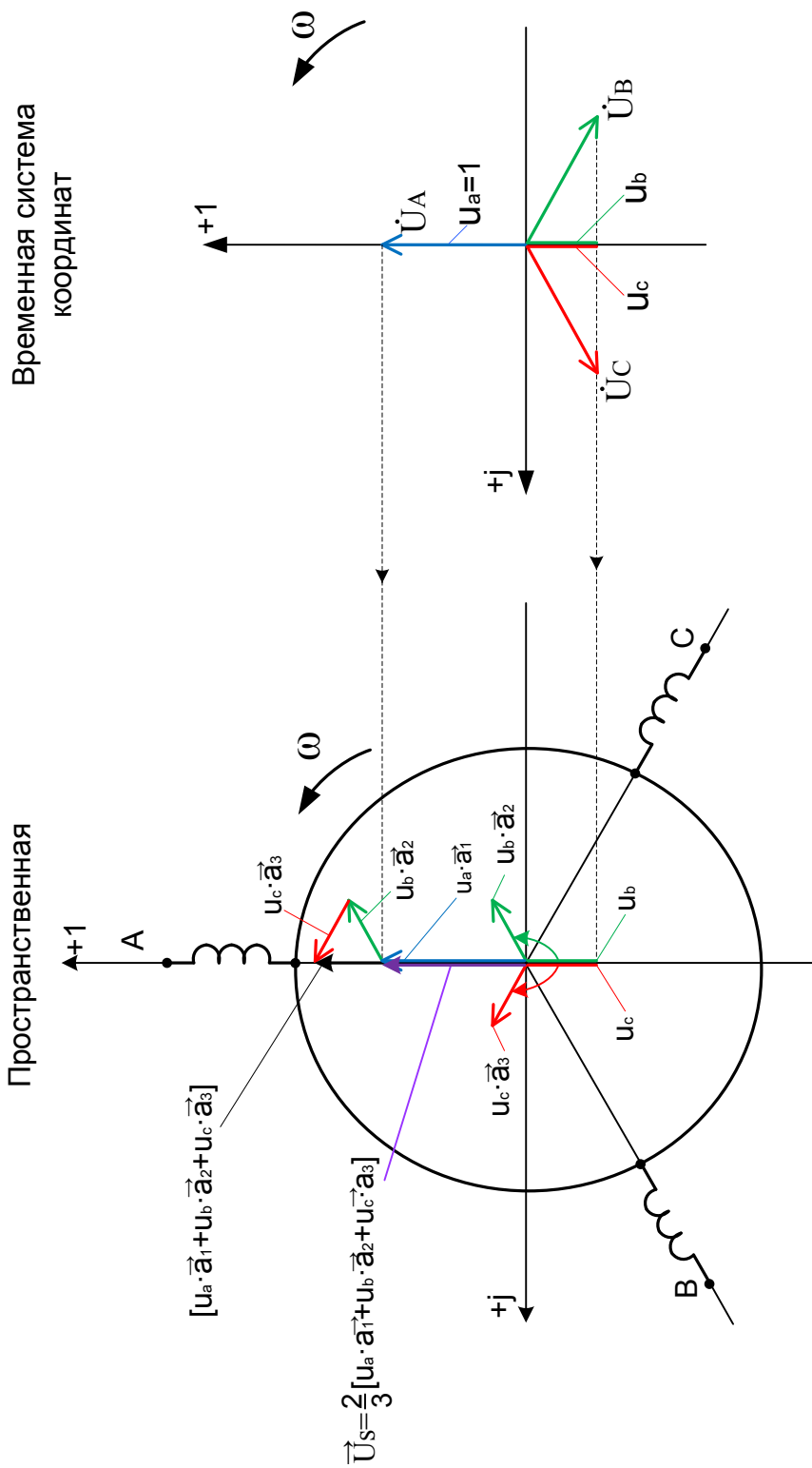


Рис. 2. Геометрический смысл построения пространственного вектора \vec{U}_S по составляющим $u_a \vec{a}_1, u_b \vec{a}_2$ и $u_c \vec{a}_3$.

3. Основные уравнения асинхронного двигателя в фазных переменных статора и ротора

Обобщенная асинхронная машина показана на рис. 3.

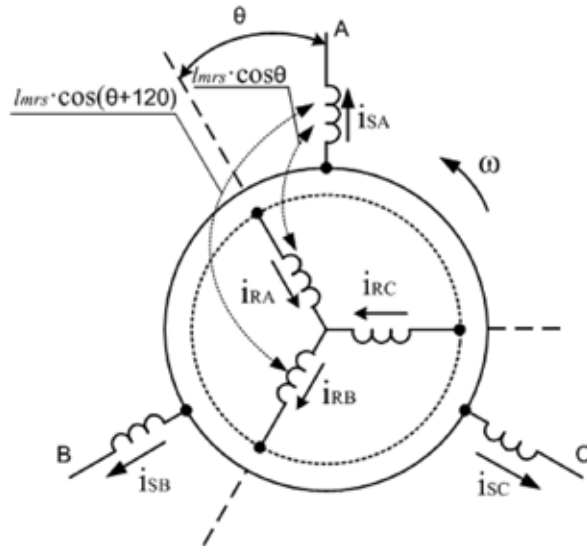


Рис. 3. Обобщённая асинхронная машина

R_r, l_r, l_{mr} — параметры роторной обмотки,

$|l_{msr}|=|l_{msl}|=|l_m|$ — коэффициенты взаимной индуктивности при совпадении магнитных осей статора и ротора ($\theta = 0$).

Баланс фазных напряжений статорных и роторных цепей:

$$\begin{cases} u_{sa} = i_{sa} \cdot R_s + \frac{d\psi_{sa}}{dt}; & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{sb} = i_{sb} \cdot R_s + \frac{d\psi_{sb}}{dt}; & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{sc} = i_{sc} \cdot R_s + \frac{d\psi_{sc}}{dt}; & (7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{ra} = i_{ra} \cdot R_r + \frac{d\psi_{ra}}{dt}; & (8) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{rb} = i_{rb} \cdot R_r + \frac{d\psi_{rb}}{dt}; & (9) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{rc} = i_{rc} \cdot R_r + \frac{d\psi_{rc}}{dt}. & (10) \end{cases}$$

Потокоцепление фаз статорных и роторных цепей с учетом взаимных индуктивностей с переменными коэффициентами, зависящими от расположения магнитных осей ротора и статора:

$$\begin{cases} \psi_{sa} = l_s \cdot i_{sa} + l_{ms} \cdot (i_{sb} + i_{sc}) + (l_{mrs} \cos \theta) \cdot i_{ra} + (l_{mrs} \cos(\theta + 120)) \cdot i_{rb} + (l_{mrs} \cos(\theta + 240)) \cdot i_{rc}; & (11) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \psi_{sb} = l_s \cdot i_{sb} + l_{ms} \cdot (i_{sa} + i_{sc}) + (l_{mrs} \cos(\theta + 240)) \cdot i_{ra} + (l_{mrs} \cos \theta) \cdot i_{rb} + (l_{mrs} \cos(\theta + 120)) \cdot i_{rc}; & (12) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \psi_{sc} = l_s \cdot i_{sc} + l_{ms} \cdot (i_{sa} + i_{sb}) + (l_{mrs} \cos(\theta + 120)) \cdot i_{ra} + (l_{mrs} \cos(\theta + 240)) \cdot i_{rb} + (l_{mrs} \cos \theta) \cdot i_{rc}. & (13) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \psi_{ra} = l_r \cdot i_{ra} + l_{mr} \cdot (i_{sb} + i_{sc}) + (l_{msr} \cos(-\theta)) \cdot i_{sa} + (l_{msr} \cos(120 - \theta)) \cdot i_{sb} + (l_{msr} \cos(240 - \theta)) \cdot i_{sc}; & (14) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \psi_{rb} = l_r \cdot i_{rb} + l_{mr} \cdot (i_{sa} + i_{sc}) + (l_{msr} \cos(240 - \theta)) \cdot i_{sa} + (l_{msr} \cos(-\theta)) \cdot i_{sb} + (l_{msr} \cos(120 - \theta)) \cdot i_{sc}; & (15) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \psi_{rc} = l_r \cdot i_{rc} + l_{mr} \cdot (i_{sa} + i_{sb}) + (l_{msr} \cos(120 - \theta)) \cdot i_{sa} + (l_{msr} \cos(240 - \theta)) \cdot i_{sb} + (l_{msr} \cos(-\theta)) \cdot i_{sc}. & (16) \end{cases}$$

4. Преобразование балансов напряжений в фазных переменных в соответствующий баланс пространственных векторов

Умножив обе части уравнения (5) на единичный пространственный вектор \vec{a}_1 , уравнения (6) и (7) – соответственно на \vec{a}_2 и \vec{a}_3 . Далее, просуммируем уравнения:

$$\frac{2}{3} \cdot [u_{sa} \cdot \vec{a}_1 + u_{sb} \cdot \vec{a}_2 + u_{sc} \cdot \vec{a}_3] = \frac{2}{3} \cdot [i_{sa} \cdot \vec{a}_1 + i_{sb} \cdot \vec{a}_2 + i_{sc} \cdot \vec{a}_3] \cdot R_S + \frac{d}{dt} \left[\frac{2}{3} \cdot (\psi_{sa} \cdot \vec{a}_1 + \psi_{sb} \cdot \vec{a}_2 + \psi_{sc} \cdot \vec{a}_3) \right].$$

В векторной форме баланс напряжений для статора:

$$\boxed{\vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\Psi}_S}{dt}} \tag{17}$$

Аналогично, произведем преобразование баланса напряжений для роторных фазных переменных:

$$\begin{cases} u_{ra} = i_{ra} \cdot R_r + \frac{d\psi_{ra}}{dt} \quad | \times \vec{a}_1 \cdot \left(\frac{2}{3}\right); \\ u_{rb} = i_{rb} \cdot R_r + \frac{d\psi_{rb}}{dt} \quad | \times \vec{a}_2 \cdot \left(\frac{2}{3}\right); \\ u_{rc} = i_{rc} \cdot R_r + \frac{d\psi_{rc}}{dt} \quad | \times \vec{a}_3 \cdot \left(\frac{2}{3}\right). \end{cases}$$

$$\frac{2}{3} \cdot [u_{ra} \cdot \vec{a}_1 + u_{rb} \cdot \vec{a}_2 + u_{rc} \cdot \vec{a}_3] = \frac{2}{3} \cdot [i_{ra} \cdot \vec{a}_1 + i_{rb} \cdot \vec{a}_2 + i_{rc} \cdot \vec{a}_3] \cdot R_r + \frac{d}{dt} \left[\frac{2}{3} \cdot (\psi_{ra} \cdot \vec{a}_1 + \psi_{rb} \cdot \vec{a}_2 + \psi_{rc} \cdot \vec{a}_3) \right].$$

В векторной форме баланс напряжений для ротора:

$$\boxed{\vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_r + \frac{d\vec{\Psi}_r}{dt}} \tag{18}$$

5. Вектор потокоцепления статора АД

Пространственный вектор потокоцепления статора:

$$\vec{\Psi}_s = \frac{2}{3} \cdot (\vec{a}_1 \cdot \psi_{sa} + \vec{a}_2 \cdot \psi_{sb} + \vec{a}_3 \cdot \psi_{sc}), \tag{19}$$

где $\psi_{sa}, \psi_{sb}, \psi_{sc}$ — мгновенные значения потокоцеплений статора;

$\vec{a}_1 = \vec{1} \cdot e^{j0}, \vec{a}_2 = \vec{1} \cdot e^{j120}, \vec{a}_3 = \vec{1} \cdot e^{j240}$ — единичные пространственные векторы.

Уравнения (11) ÷ (13) представим по трем столбцам соответствующих индуктивностей:

$$\begin{cases} \psi_{sa} = \underbrace{l_s \cdot i_{sa}}_{\Psi_{ls}} + \underbrace{l_{ms} \cdot (i_{sb} + i_{sc})}_{\Psi_{lms}} + \underbrace{l_{mrs} \cdot [\cos \theta \cdot i_{ra} + \cos(\theta + 120) \cdot i_{rb} + \cos(\theta + 240) \cdot i_{rc}]}_{\Psi_{lmrs}} \\ \psi_{sb} = \underbrace{l_s \cdot i_{sb}}_{\Psi_{ls}} + \underbrace{l_{ms} \cdot (i_{sa} + i_{sc})}_{\Psi_{lms}} + \underbrace{l_{mrs} \cdot [\cos(\theta + 240) \cdot i_{ra} + \cos \theta \cdot i_{rb} + \cos(\theta + 120) \cdot i_{rc}]}_{\Psi_{lmrs}} \\ \psi_{sc} = \underbrace{l_s \cdot i_{sc}}_{\Psi_{ls}} + \underbrace{l_{ms} \cdot (i_{sa} + i_{sb})}_{\Psi_{lms}} + \underbrace{l_{mrs} \cdot [\cos(\theta + 120) \cdot i_{ra} + \cos(\theta + 240) \cdot i_{rb} + \cos \theta \cdot i_{rc}]}_{\Psi_{lmrs}} \end{cases} \tag{20}$$

Первое уравнение умножим на единичный пространственный вектор \vec{a}_1 , второе — на \vec{a}_2 , и последнее уравнение Ψ_{sc} — на \vec{a}_3 . С целью уменьшения громоздкости получаемых выражений вначале произведем суммирование отдельно по вертикальным столбцам, а затем приведем сумму в соответствии с формулой (19).

Переведем мгновенные значения токов статора и ротора с фазными переменными в степенные функции:

$$\begin{cases} i_{sa} = I_{ms} \cdot \cos(\omega t - \phi_{is}) = \frac{I_{ms}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{is})} & | & 1 \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{is})} & | & 1 \end{array} \right) \\ i_{sb} = I_{ms} \cdot \cos(\omega t - \phi_{is} - 120) = \frac{I_{ms}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{is})} & | & e^{-j120} \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{is})} & | & e^{j120} \end{array} \right) \\ i_{sc} = I_{ms} \cdot \cos(\omega t - \phi_{is} - 240) = \frac{I_{ms}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{is})} & | & e^{-j240} \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{is})} & | & e^{j240} \end{array} \right) \\ \\ i_{ra} = I_{mr} \cdot \cos(\omega t - \phi_{ir}) = \frac{I_{mr}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{ir})} & | & 1 \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{ir})} & | & 1 \end{array} \right) \\ i_{rb} = I_{mr} \cdot \cos(\omega t - \phi_{ir} - 120) = \frac{I_{mr}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{ir})} & | & e^{-j120} \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{ir})} & | & e^{j120} \end{array} \right) \\ i_{rc} = I_{mr} \cdot \cos(\omega t - \phi_{ir} - 240) = \frac{I_{mr}}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_{ir})} & | & e^{-j240} \\ \hline e^{-j(\omega t - \phi_{ir})} & | & e^{j240} \end{array} \right) \end{cases}$$

Аналогично, представим $\cos \theta$, $(\cos \theta - 120)$ и $(\cos \theta - 240)$ в степенной форме:

$$\begin{cases} \cos \theta = \frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} + e^{-j\theta}) = \\ \cos(\theta - 120) = \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 120)} + e^{-j(\theta - 120)}) = \frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} \cdot e^{-j120} + e^{-j\theta} \cdot e^{j120}) = \\ \cos(\theta - 240) = \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 240)} + e^{-j(\theta - 240)}) = \frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} \cdot e^{-j240} + e^{-j\theta} \cdot e^{j240}) = \\ = \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j\theta} & | & 1 \\ \hline e^{-j\theta} & | & 1 \end{array} \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{-j\theta} & | & 1 \\ \hline e^{j\theta} & | & 1 \end{array} \right) \\ = \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j\theta} & | & e^{-j120} \\ \hline e^{-j\theta} & | & e^{j120} \end{array} \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{-j\theta} & | & e^{j120} \\ \hline e^{j\theta} & | & e^{-j120} \end{array} \right) \\ = \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j\theta} & | & e^{-j240} \\ \hline e^{-j\theta} & | & e^{j240} \end{array} \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{-j\theta} & | & e^{j240} \\ \hline e^{j\theta} & | & e^{-j240} \end{array} \right) \end{cases}$$

Или иначе, в удобной для запоминания форме:

$$\begin{cases} i_{sa} \\ i_{sb} \\ i_{sc} \end{cases} = \frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{-j120} \\ e^{-j240} \end{array} + \frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{j120} \\ e^{j240} \end{array} \\ \\ \begin{cases} i_{ra} \\ i_{rb} \\ i_{rc} \end{cases} = \frac{I_{mr}}{2} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{ir})} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{-j120} \\ e^{-j240} \end{array} + \frac{I_{mr}}{2} \cdot e^{-j(\omega t - \phi_{ir})} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{j120} \\ e^{j240} \end{array} \\ \\ \begin{cases} \cos \theta \\ \cos(\theta - 120) \\ \cos(\theta - 240) \end{cases} = \frac{1}{2} \cdot e^{j\theta} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{-j120} \\ e^{-j240} \end{array} + \frac{1}{2} \cdot e^{-j\theta} \cdot \begin{array}{c|c} 1 \\ \hline e^{j120} \\ e^{j240} \end{array} \end{cases}$$

Для первого столбца уравнения (20) определим пространственный вектор $\vec{\psi}_{I_s}$:

$$\vec{\psi}_{I_s} = I_s \cdot (i_{sa} \cdot \vec{a}_1 + i_{sb} \cdot \vec{a}_2 + i_{sc} \cdot \vec{a}_3) = I_s \cdot \left[\underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_{is})} + e^{-j(\omega t - \phi_{is})})}_{i_{sa}} \cdot \vec{a}_1 + \dots \right]$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{I_{ms}}{2} \cdot \underbrace{(e^{j(\omega t - \phi_{is} - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_{is} - 120)})}_{i_{sb}} \cdot \underbrace{\vec{1} \cdot e^{j120}}_{\vec{a}_2} + \frac{I_{ms}}{2} \cdot \underbrace{(e^{j(\omega t - \phi_{is} - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_{is} - 240)})}_{i_{sc}} \cdot \underbrace{\vec{1} \cdot e^{j240}}_{\vec{a}_3}] = \\
 & = \frac{I_{ms}}{2} \cdot l_s \cdot [e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} + e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} + e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot e^{-j120} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} + e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot e^{j120} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} + \\
 & + e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot e^{-j240} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} + e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot e^{j240} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240}] = \\
 & = \frac{I_{ms}}{2} \cdot l_s \cdot \left(\begin{array}{c} |e^{j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \quad |e^{-j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \\ + |e^{j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j(120-120)} \quad + |e^{-j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j(120+120)} \\ + |e^{j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j(240-240)} \quad + |e^{-j(\omega t - \phi_{is})}| \cdot \vec{1} \cdot e^{j(240+240)} \end{array} \right) = \\
 & = \frac{I_{ms}}{2} \cdot l_s \cdot [3 \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} + e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot (\vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j240} + \vec{1} \cdot e^{j480})] = \frac{3}{2} \cdot l_s \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})}.
 \end{aligned}$$

Потококосцепление $\vec{\psi}_{ls}$ можно выразить в следующей форме:

$$\begin{aligned}
 \vec{\psi}_{ls} & = l_s \cdot \begin{pmatrix} i_{sa} & 0 & 0 \\ 0 & i_{sb} & 0 \\ 0 & 0 & i_{sc} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \vec{a}_1 \\ \vec{a}_2 \\ \vec{a}_3 \end{pmatrix} = \\
 & = l_s \cdot \left[\frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j120} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j240} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \vec{1} \cdot e^{j0} \\ \vec{1} \cdot e^{j120} \\ \vec{1} \cdot e^{j240} \end{pmatrix} + \frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j120} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j240} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \vec{1} \cdot e^{j0} \\ \vec{1} \cdot e^{j120} \\ \vec{1} \cdot e^{j240} \end{pmatrix} \right] = \\
 & = l_s \cdot \left(\frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot (\vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j(-120+120)} + \vec{1} \cdot e^{j(-240+240)}) + \right. \\
 & \left. + e^{-j(\omega t - \phi_{is})} \cdot (\vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j(120+120)} + \vec{1} \cdot e^{j(240+240)}) \right) = \frac{3}{2} \cdot I_{ms} \cdot l_s \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0}.
 \end{aligned}$$

Для второго столбца:

$$\begin{aligned}
 \vec{\psi}_{lms} & = l_{ms} \cdot \left[\underbrace{(i_{sb} + i_{sc})}_{-i_{sa}} \cdot \vec{a}_1 + \underbrace{(i_{sa} + i_{sc})}_{-i_{sb}} \cdot \vec{a}_2 + \underbrace{(i_{sa} + i_{sb})}_{-i_{sc}} \cdot \vec{a}_3 \right] = -l_{ms} \cdot (i_{sa} \cdot \vec{a}_1 + i_{sb} \cdot \vec{a}_2 + i_{sc} \cdot \vec{a}_3) = \\
 & = \left(-\frac{3}{2} \cdot l_{ms} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \right).
 \end{aligned}$$

Наконец, для третьего столбца:

$$\begin{aligned}
 \vec{\psi}_{lmrs}(t) & = l_{mrs} \cdot [\vec{A}_s + \vec{B}_s + \vec{C}_s], \\
 \text{где } \vec{A}_s & = \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot [i_{ra} \cdot \cos \theta + i_{rb} \cdot \cos(\theta + 120) + i_{rc} \cdot \cos(\theta + 240)]; \\
 \vec{B}_s & = \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot [i_{ra} \cdot \cos(\theta + 240) + i_{rb} \cdot \cos \theta + i_{rc} \cdot \cos(\theta + 120)]; \\
 \vec{C}_s & = \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot [i_{ra} \cdot \cos(\theta + 120) + i_{rb} \cdot \cos(\theta + 240) + i_{rc} \cdot \cos \theta].
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{A}_s &= \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot (i_{ra} \cdot \cos \theta + i_{rb} \cdot \cos(\theta + 120) + i_{rc} \cdot \cos(\theta + 240)) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot \left[\underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r)} + e^{-j(\omega t - \phi_r)})}_{i_{ra}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} + e^{-j\theta})}_{\cos \theta} + \underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 120)})}_{i_{rb}} \right. \\ &\quad \left. \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 120)} + e^{-j(\theta + 120)}) + \frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 240)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 240)} + e^{-j(\theta + 240)}) \right] = \frac{I_{mr}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \times \\ &\quad \times \left[\begin{array}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & 1 & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & 1 & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & 1 & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & 1 & & & \\ + & e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(120 - 120)} & + \\ + & e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(120 - 120)} & + \\ & e^{j(-240 + 240)} & & e^{j(-240 + 240)} & & e^{j(240 + 240)} & & e^{j(240 - 240)} & & & & \end{array} \right] = \\ &= \frac{I_{mr}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot [3 \cdot e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} + e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (1 + e^{-j240} + e^{-j480}) + e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (1 + e^{j240} + e^{j480}) + \\ &\quad + 3 \cdot e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)}] = \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t}, \end{aligned}$$

где $(1 + e^{j240} + e^{j480}) = (1 + e^{j120} + e^{j240}) = 0$.

$$\begin{aligned} \vec{B}_s &= \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot (i_{ra} \cdot \cos(\theta + 240) + i_{rb} \cdot \cos \theta + i_{rc} \cdot \cos(\theta + 120)) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot \left[\underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r)} + e^{-j(\omega t - \phi_r)})}_{i_{ra}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 240)} + e^{-j(\theta + 240)})}_{\cos(\theta + 240)} + \underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 120)})}_{i_{rb}} \right. \\ &\quad \left. \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} + e^{-j\theta}) + \frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 240)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 120)} + e^{-j(\theta + 120)}) \right] = \frac{I_{mr}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \times \\ &\quad \times \left[\begin{array}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & e^{j240} & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & e^{-j240} & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & e^{j240} & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & e^{-j240} & & & \\ + & e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j120} & + \\ + & e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & + & e^{j(240 - 120)} & + \\ & e^{j(-240 + 120)} & & e^{j(-240 + 120)} & & e^{j(240 + 120)} & & e^{j(240 - 120)} & & & & \end{array} \right] = \\ &= \frac{I_{mr}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot [e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} \cdot (e^{j240} + e^{-j120} + e^{-j360}) + e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (e^{-j240} + e^{-j120} + e^{-j360}) + \\ &\quad + e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (e^{j240} + e^{j120} + e^{j360}) + e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} \cdot (e^{-j240} + e^{j120} + e^{j120})] = \\ &= \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{C}_s &= \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot (i_{ra} \cdot \cos(\theta + 120) + i_{rb} \cdot \cos(\theta + 240) + i_{rc} \cdot \cos \theta) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot \left[\underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r)} + e^{-j(\omega t - \phi_r)})}_{i_{ra}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 120)} + e^{-j(\theta + 120)})}_{\cos(\theta + 120)} + \underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 120)})}_{i_{rb}} \right. \\ &\quad \left. \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta + 240)} + e^{-j(\theta + 240)}) + \frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 240)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} + e^{-j\theta}) \right] = \frac{I_{mr}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \times \\ &\quad \times \left[\begin{array}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} & & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & & & & \\ + & & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & & & & \\ + & & e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} & & e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} & & & & \\ & & e^{j(-240 + 120)} & & e^{j(-240 + 120)} & & e^{j(240 + 120)} & & e^{j(240 - 120)} & & \end{array} \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \times \left[\begin{array}{c} e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} \\ e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} \\ e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} e^{j120} \\ e^{j(-120+240)} \\ e^{-j240} \end{array} + \left[\begin{array}{c} e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \\ e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \\ e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} e^{-j120} \\ e^{j(-120-240)} \\ e^{-j240} \end{array} + \left[\begin{array}{c} e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \\ e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \\ e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} e^{j120} \\ e^{-j(-120-240)} \\ e^{j240} \end{array} + \left[\begin{array}{c} e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} \\ e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} \\ e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} e^{-j120} \\ e^{-j(-120+240)} \\ e^{j240} \end{array} \Big] = \\
 & = \frac{I_{mr}}{4} \cdot \bar{1} \cdot e^{j120} \cdot [e^{j(\omega t - \phi_r + \theta)} \cdot (e^{j120} + e^{j120} + e^{-j240}) + e^{j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (e^{-j120} + e^{-j360} + e^{-j240}) + \\
 & + e^{-j(\omega t - \phi_r - \theta)} \cdot (e^{j120} + e^{j360} + e^{j240}) + e^{-j(\omega t - \phi_r + \theta)} \cdot (e^{-j120} + e^{j360} + e^{-j120})] = \\
 & = \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j360} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j120} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta}\right) \cdot e^{-j\omega t} \\
 \bar{A}_s + \bar{B}_s + \bar{C}_s & = \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta}\right) \cdot e^{-j\omega t}\right] + \\
 & + \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j120} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta}\right) \cdot e^{-j\omega t}\right] + \\
 & + \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j240} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta}\right) \cdot e^{-j\omega t}\right] = \\
 & = \left(\frac{9}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t} + \frac{3}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j\phi_r} \cdot e^{-j\theta} \cdot (e^{j0} + e^{j240} + e^{j120}) \cdot e^{-j\omega t} = \\
 & = \left(\frac{9}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t}
 \end{aligned}$$

$$\bar{\psi}_{lmrs} = l_{mrs} \cdot [\bar{A}_s + \bar{B}_s + \bar{C}_s] = \left(\frac{9}{4} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot e^{j\omega t}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{\psi}_s & = \frac{2}{3} \cdot (\bar{a}_1 \cdot \psi_{sa} + \bar{a}_2 \cdot \psi_{sb} + \bar{a}_3 \cdot \psi_{sc}) = \frac{2}{3} \cdot (\bar{\psi}_{ls}(t) + \bar{\psi}_{lms}(t) + \bar{\psi}_{lmrs}(t)) = \\
 & = \frac{2}{3} \cdot \left[\left(\frac{3}{2} \cdot I_{ms} \cdot l_s \cdot \bar{1} \cdot e^{-j\phi_{ls}}\right) \cdot e^{j\omega t} - \left(\frac{3}{2} \cdot I_{ms} \cdot l_{ms} \cdot \bar{1} \cdot e^{-j\phi_{ls}}\right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{9}{4} \cdot I_{mr} \cdot l_{mrs} \cdot \bar{1} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}\right) \cdot \right. \\
 & \left. \cdot e^{j\omega t}\right] = [(l_s - l_{ms}) \cdot I_{ms} \cdot \bar{1} \cdot e^{-j\phi_{ls}} + \frac{3}{2} \cdot l_{mrs} \cdot I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{-j\phi_r} \cdot e^{j\theta}] \cdot e^{j\omega t}
 \end{aligned}$$

Обозначим $l_s - l_{ms} = L_s$; $\frac{3}{2} \cdot l_{mrs} = L_m$; $\bar{I}_s = I_{ms} \cdot \bar{1} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{ls})}$; $\bar{I}_r = I_{mr} \cdot \bar{1} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)}$.

Окончательно, вектор потокосцепления статора [1]:

$$\bar{\psi}_s = L_s \cdot \bar{I}_s + (L_m \cdot e^{j\theta}) \cdot \bar{I}_r \tag{21}$$

6. Вектор потокосцепления ротора АД

$$\bar{\psi}_r = \frac{2}{3} \cdot (\psi_{sa} \cdot \bar{a}_1 + \psi_{sb} \cdot \bar{a}_2 + \psi_{sc} \cdot \bar{a}_3) \tag{22}$$

Уравнения (14) ÷ (16) представим по трём столбцам соответствующих индуктивностей:

$$\begin{cases} \psi_{ra} = l_r \cdot i_{ra} + l_{mr} \cdot (i_{sb} + i_{sc}) + l_{msr} \cdot [\cos(-\theta) \cdot i_{sa} + \cos(-\theta + 120) \cdot i_{sb} + \cos(-\theta + 240) \cdot i_{sc}] \\ \psi_{rb} = l_r \cdot i_{rb} + l_{mr} \cdot (i_{sa} + i_{sc}) + l_{msr} \cdot [\cos(-\theta + 240) \cdot i_{sa} + \cos(-\theta) \cdot i_{sb} + \cos(-\theta + 120) \cdot i_{sc}] \\ \psi_{rc} = l_r \cdot i_{rc} + l_{mr} \cdot (i_{sa} + i_{sb}) + l_{msr} \cdot [\cos(-\theta + 120) \cdot i_{sa} + \cos(-\theta + 240) \cdot i_{sb} + \cos(-\theta) \cdot i_{sc}] \end{cases} \tag{23}$$

Первое уравнение умножим на \vec{a}_1 , второе – на \vec{a}_2 , третье – на \vec{a}_3 . Вначале произведем суммирование отдельно по вертикальным столбцам, а затем приведем полную сумму в соответствии с формулой (22).

Пространственный вектор для первого столбца $\vec{\Psi}_{lr}$:

$$\begin{aligned} \vec{\Psi}_{lr} &= l_r \cdot (i_{ra} \cdot \vec{a}_1 + i_{rb} \cdot \vec{a}_2 + i_{rc} \cdot \vec{a}_3) = l_r \cdot \underbrace{\left[\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r)} + e^{-j(\omega t - \phi_r)}) \right]}_{i_{sa}} \cdot \underbrace{\vec{1}}_{\vec{a}_1} \cdot e^{j0} + \\ &+ \underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 120)})}_{i_{sb}} \cdot \underbrace{\vec{1}}_{\vec{a}_2} \cdot e^{j120} + \underbrace{\frac{I_{mr}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_r - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_r - 240)})}_{i_{sc}} \cdot \underbrace{\vec{1}}_{\vec{a}_3} \cdot e^{j240} = \\ &= \frac{I_{mr}}{2} \cdot l_r \cdot \left(\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \\ + & + & + \\ e^{j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(120-120)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(120+120)} \\ + & + & + \\ e^{j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(240-240)} & + & e^{-j(\omega t - \phi_r)} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(240+240)} \end{array} \right) = \\ &= \frac{I_{mr}}{2} \cdot l_r \cdot [e^{j(\omega t - \phi_r)} \cdot (\vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j0}) + e^{-j(\omega t - \phi_r)} \cdot \underbrace{(\vec{1} \cdot e^{j0} + \vec{1} \cdot e^{j240} + \vec{1} \cdot e^{j120})}_0] = \\ &= \frac{3}{2} \cdot l_r \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)}. \end{aligned}$$

Пространственный вектор для второго столбца системы уравнений (23):

$$\begin{aligned} \vec{\Psi}_{lmr} &= l_{mr} \cdot [\vec{a}_1 \cdot (i_{rb} + i_{rc}) + \vec{a}_2 \cdot (i_{ra} + i_{rc}) + \vec{a}_3 \cdot (i_{ra} + i_{rb})] = -l_{mr} \cdot (\vec{a}_1 \cdot i_{ra} + \vec{a}_2 \cdot i_{rb} + \vec{a}_3 \cdot i_{rc}) = \\ &= -\frac{3}{2} \cdot l_{mr} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)}. \end{aligned}$$

Пространственный вектор для третьего столбца (23):

$$\vec{\Psi}_{lmsr} = l_{msr} \cdot [\vec{A}_r + \vec{B}_r + \vec{C}_r],$$

где $\vec{A}_r = \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot (i_{sa} \cdot \cos \theta + i_{sb} \cdot \cos(\theta - 120) + i_{sc} \cdot \cos(\theta - 240));$
 $\vec{B}_r = \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot (i_{sa} \cdot \cos(\theta - 240) + i_{sb} \cdot \cos \theta + i_{sc} \cdot \cos(\theta - 120));$
 $\vec{C}_r = \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot (i_{sa} \cdot \cos(\theta - 120) + i_{sb} \cdot \cos(\theta - 240) + i_{sc} \cdot \cos \theta).$

$$\begin{aligned} \vec{A}_r &= \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot (i_{sa} \cdot \cos \theta + i_{sb} \cdot \cos(\theta - 120) + i_{sc} \cdot \cos(\theta - 240)) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot \underbrace{\left(\frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(\omega t - \phi_s)} + e^{-j(\omega t - \phi_s)} \right)}_{i_{sa}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} \cdot e^{-j\theta})}_{\cos \theta} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_s - 120)} + e^{-j(\omega t - \phi_s - 120)})}_{i_{sb}} \cdot \\ &\cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 120)} \cdot e^{-j(\theta - 120)})}_{\cos(\theta - 120)} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(\omega t - \phi_s - 240)} + e^{-j(\omega t - \phi_s - 240)})}_{i_{sc}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 240)} \cdot e^{-j(\theta - 240)})}_{\cos(\theta - 120)} = \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \times \\ &\times \left[\begin{array}{c|c|c} e^{j(\omega t - \phi_s + \theta)} \cdot 1 & + & e^{-j(\omega t - \phi_s - \theta)} \cdot 1 \\ + & + & + \\ e^{j(\omega t - \phi_s + \theta)} \cdot e^{-j(120+120)} & + & e^{j(\omega t - \phi_s - \theta)} \cdot e^{-j(120-120)} \\ + & + & + \\ e^{j(\omega t - \phi_s + \theta)} \cdot e^{-j(240+240)} & + & e^{j(\omega t - \phi_s - \theta)} \cdot e^{-j(240-240)} \end{array} \right] = \\ &= \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot [e^{j(\omega t - \phi_s + \theta)} \cdot (1 + e^{-j240} + e^{-j480}) + 3 \cdot e^{j(\omega t - \phi_s - \theta)} + 3 \cdot e^{-j(\omega t - \phi_s - \theta)} + \\ &+ e^{-j(\omega t - \phi_s + \theta)} \cdot (1 + e^{j240} + e^{j480})] = \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_s} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\phi_s} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{B}_r &= \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot (i_{sa} \cdot \cos(\theta - 240) + i_{sb} \cdot \cos \theta + i_{sc} \cdot \cos(\theta - 120)) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j120} \underbrace{\left(\frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(wt - \phi_{is})} + e^{-j(wt - \phi_{is})} \right)}_{i_{sa}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 240)} \cdot e^{-j(\theta - 240)})}_{\cos(\theta - 240)} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(wt - \phi_{is} - 120)} + e^{-j(wt - \phi_{is} - 120)})}_{i_{sb}} \cdot \\ &\cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} \cdot e^{-j\theta})}_{\cos \theta} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(wt - \phi_{is} - 240)} + e^{-j(wt - \phi_{is} - 240)})}_{i_{sc}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 120)} \cdot e^{-j(\theta - 120)})}_{\cos(\theta - 120)} = \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \times \\ &\times \left[\begin{array}{cccccccc} e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j240} & e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j240} & e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j240} & e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j240} \\ + e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j120} & + e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j120} & + e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j120} & + e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j120} \\ + e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j(240+120)} & + e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j(240-120)} & + e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j(240-120)} & + e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j(240+120)} \end{array} \right] = \\ &= \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot [e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} \cdot (e^{-j240} + e^{-j120} + e^{-j360}) + 3 \cdot e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} \cdot e^{-j120} + 3 \cdot e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} \cdot e^{j120} + \\ &+ e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} \cdot (e^{j240} + e^{j120} + e^{j360})] = \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{C}_r &= \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot (i_{sa} \cdot \cos(\theta - 120) + i_{sb} \cdot \cos(\theta - 240) + i_{sc} \cdot \cos \theta) = \\ &= \vec{1} \cdot e^{j240} \underbrace{\left(\frac{I_{ms}}{2} \cdot e^{j(wt - \phi_{is})} + e^{-j(wt - \phi_{is})} \right)}_{i_{sa}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 120)} \cdot e^{-j(\theta - 120)})}_{\cos(\theta - 120)} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(wt - \phi_{is} - 120)} + e^{-j(wt - \phi_{is} - 120)})}_{i_{sb}} \cdot \\ &\cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j(\theta - 240)} \cdot e^{-j(\theta - 240)})}_{\cos(\theta - 240)} + \underbrace{\frac{I_{ms}}{2} \cdot (e^{j(wt - \phi_{is} - 240)} + e^{-j(wt - \phi_{is} - 240)})}_{i_{sc}} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \cdot (e^{j\theta} \cdot e^{-j\theta})}_{\cos \theta} = \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot \\ &\cdot \left[\begin{array}{cccccccc} e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j120} & e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j120} & e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j120} & e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j120} \\ + e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j(120+240)} & + e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j(120-240)} & + e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j(120-240)} & + e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j(120+240)} \\ + e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{-j240} & + e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{-j240} & + e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} & e^{j240} & + e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} & e^{j240} \end{array} \right] = \\ &= \frac{I_{ms}}{4} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot [e^{j(wt - \phi_{is} + \theta)} \cdot (e^{-j120} + e^{-j360} + e^{-j240}) + 3 \cdot e^{j(wt - \phi_{is} - \theta)} \cdot e^{j120} + 3 \cdot e^{-j(wt - \phi_{is} - \theta)} \cdot e^{-j120} + \\ &+ e^{-j(wt - \phi_{is} + \theta)} \cdot (e^{j120} + e^{j360} + e^{j240})] = \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j360} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{A}_r + \vec{B}_r + \vec{C}_r &= \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t} \right] + \\ &+ \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j240} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t} \right] + \\ &+ \left[\left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j360} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j120} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \right) \cdot e^{-j\omega t} \right] = \\ &= \left(\frac{9}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{-j\phi_{is}} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot e^{j\omega t} + \left(\frac{3}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j\phi_{is}} \cdot e^{j\theta} \cdot (e^{j0} + e^{j240} + e^{j120}) \right) \cdot e^{-j\omega t} = \\ &= \frac{9}{4} \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_{is})} \cdot e^{-j\theta}. \end{aligned}$$

$$\vec{\psi}_{lmsr} = I_{msr} \cdot [\vec{A}_r + \vec{B}_r + \vec{C}_r] = \frac{9}{4} \cdot (I_{msr} \cdot e^{-j\theta}) \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)}.$$

$$\begin{aligned} \vec{\psi}_r &= \frac{2}{3} \cdot (\psi_{ra} \cdot \vec{a}_1 + \psi_{rb} \cdot \vec{a}_2 + \psi_{rc} \cdot \vec{a}_3) = \frac{2}{3} \cdot (\vec{\psi}_{lr} + \vec{\psi}_{lmr} + \vec{\psi}_{lmsr}) = \\ &= \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot l_r \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)} - \frac{3}{2} \cdot l_{mr} \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)} + \frac{9}{4} \cdot (l_{msr} \cdot e^{-j\theta}) \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(\omega t - \phi_s)} \right) = \\ &= (l_r - l_{mr}) \cdot I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)} + \left(\frac{3}{2} \cdot l_{msr} \cdot e^{-j\theta} \right) \cdot I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j0} \cdot e^{j(\omega t - \phi_s)}. \end{aligned}$$

Обозначим $\vec{I}_r = I_{mr} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(\omega t - \phi_r)}$; $\vec{I}_s = I_{ms} \cdot \vec{1} \cdot e^{j(\omega t - \phi_s)}$; $l_r - l_{mr} = L_r$; $\frac{3}{2} \cdot l_{msr} = L_m$.

Окончательно, вектор потокосцепления ротора:

$$\boxed{\vec{\psi}_r = L_r \cdot \vec{I}_r + (L_m \cdot e^{-j\theta}) \cdot \vec{I}_s} \tag{24}$$

7. Векторные уравнения АД в различных системах координат

Основные уравнения асинхронного двигателя в векторной форме имеют вид:

$$\begin{cases} \vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_S}{dt}; & (25) \\ \vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_R}{dt}; & (26) \\ \vec{\psi}_S = L_S \cdot \vec{I}_S + L_m \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_R; & (27) \\ \vec{\psi}_R = L_S \cdot \vec{I}_R + L_m \cdot e^{-j\theta} \cdot \vec{I}_S. & (28) \end{cases}$$

Сделаем существенное замечание по полученным обобщенным векторам. В уравнении (25) векторы \vec{U}_S , \vec{I}_S , $\vec{\psi}_S$ записаны в неподвижной системе координат статора, но в некоторых задачах их необходимо привести к другим системам координат. Рассмотрим схему преобразования одного из векторов, например, \vec{U}_S из одной системы координат в другую. Поясним это преобразование на следующем рис. 4.

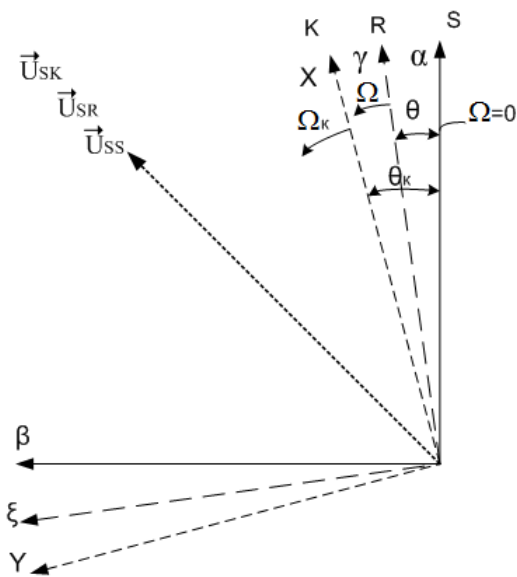


Рис. 4. Система координат S.R.K.

$S[\alpha; \beta]$ – неподвижная система координат статора ($\omega = 0$);

$R[\gamma; \xi]$ – система координат, связанная с ротором;

θ — угол сдвига системы координат R по отношению к S, причем $\Omega = \frac{d\theta}{dt}$;

$K[x; y]$ — произвольная система координат, θ_k — угол сдвига к неподвижной системе S ($\Omega_k = \frac{d\theta_k}{dt}$);

\vec{U}_{SS} — пространственный вектор напряжения статора.

\vec{U}_{SR} и \vec{U}_{SK} — этот же пространственный вектор напряжения статора в системах координат ротора R и K соответственно.

Связь между векторами в разных системах координат:

$$\begin{cases} \vec{U}_{SS} = \vec{U}_{SR} \cdot e^{j\theta} = \vec{U}_{SK} \cdot e^{j\theta_k}; \\ \vec{U}_{SR} = \vec{U}_{SS} \cdot e^{-j\theta} = \vec{U}_{SK} \cdot e^{j(\theta_k - \theta)}; \\ \vec{U}_{SK} = \vec{U}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k} = \vec{U}_{SR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)}. \end{cases}$$

Система уравнений (25) – (28) примет следующий вид:

$$\vec{U}_{SS} = \vec{I}_{SS} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SS}}{dt}, \tag{29}$$

где \vec{U}_{SS} , \vec{I}_{SS} , $\vec{\psi}_{SS}$ — записаны в не подвижной системе координат статора S.

$$\vec{U}_{RR} = \vec{I}_{RR} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt}, \tag{30}$$

где \vec{U}_{RR} , \vec{I}_{RR} , $\vec{\psi}_{RR}$ — пространственные векторы роторных величин в роторной системе координат R.

$$\vec{\psi}_{SS} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} + L_m \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_{RR}, \tag{31}$$

где $\vec{\psi}_{SS}$, \vec{I}_{SS} — векторы потокосцепления и ток статора в неподвижной системе координат S, а \vec{I}_{RR} — в роторной системе координат сдвинутой в неподвижной системе на угол Θ .

$$\vec{\psi}_{RR} = L_R \cdot \vec{I}_{RR} + L_m \cdot e^{-j\theta} \cdot \vec{I}_{SS}, \tag{32}$$

где $\vec{\psi}_{RR}$, \vec{I}_{RR} — векторы потокосцепления и ток ротора в роторной системе координат R, а \vec{I}_{SS} — в неподвижной системе координат S.

7.1 Приведение векторных уравнений к неподвижной системе координат статора

Уравнение (20) уже записано в статорной системе координат, поэтому показываем процесс приведения следующего уравнения. Для этого умножим обе части уравнение (21) на $e^{j\theta}$:

$$\vec{U}_{RR} \cdot e^{j\theta} = \vec{I}_{RR} \cdot e^{j\theta} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt} \cdot e^{j\theta}.$$

В соответствии с вышерассмотренной схемой приведения векторов из одной системы координат в другую, получим:

$$\vec{U}_{RR} \cdot e^{j\theta} = \vec{U}_{RS} \text{ и } \vec{I}_{RR} \cdot e^{j\theta} = \vec{I}_{RS}.$$

Выражение $\frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt}$ преобразуем к следующему виду:

$$\frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt} = \frac{d(\vec{\psi}_{RS} \cdot e^{-j\theta})}{dt} = e^{-j\theta} \cdot \frac{d\vec{\psi}_{RS}}{dt} - j \cdot \frac{d\theta}{dt} \cdot \vec{\psi}_{RS} \cdot e^{-j\theta}$$

Окончательно $\vec{U}_{RS} = \vec{I}_{RS} \cdot R_R + e^{j\theta} \cdot e^{-j\theta} \cdot \frac{d\vec{\psi}_{RS}}{dt} - j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_{RS} \cdot e^{j\theta} \cdot e^{-j\theta}.$

$$\vec{U}_{RS} = \vec{I}_{RS} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RS}}{dt} - j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_{RS}.$$

В выражении $\vec{\psi}_{SS} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} + L_m \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_{RR}$ представим: $\vec{I}_{RR} = \vec{I}_{RS} \cdot e^{-j\theta}$, тогда

$$\vec{\psi}_{SS} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} + L_m \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_{RS} \cdot e^{-j\theta};$$

$$\vec{\psi}_{SS} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} + L_m \cdot \vec{I}_{RS}.$$

В уравнении (27) умножим обе части на $e^{j\theta}$:

$$\vec{\psi}_{RR} \cdot e^{j\theta} = L_R \cdot \vec{I}_{RR} \cdot e^{j\theta} + L_m \cdot e^{-j\theta} \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_{SS},$$

$$\vec{\psi}_{RS} = L_R \cdot \vec{I}_{RS} + L_m \cdot \vec{I}_{SS}.$$

Окончательно уравнения (24) ÷ (27) в статорной системе координат примет следующий вид:

$$\begin{cases} \vec{U}_{SS} = \vec{I}_{SS} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SS}}{dt}; \\ \vec{U}_{RS} = \vec{I}_{RS} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RS}}{dt} - j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_{RS}; \\ \vec{\psi}_{SS} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} + L_m \cdot \vec{I}_{RS}; \\ \vec{\psi}_{RS} = L_R \cdot \vec{I}_{RS} + L_m \cdot \vec{I}_{SS}. \end{cases}$$

Опуская индекс «статорная система координат», получим:

$$\begin{cases} \vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_S}{dt}; \\ \vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_R}{dt} - j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_R; \\ \vec{\psi}_S = L_S \cdot \vec{I}_S + L_m \cdot \vec{I}_R; \\ \vec{\psi}_R = L_R \cdot \vec{I}_R + L_m \cdot \vec{I}_S. \end{cases} \quad (33)$$

7.2 Приведение уравнений к роторной системе координат

Умножим обе части уравнение (24) на $e^{-j\theta}$:

$$\vec{U}_{SS} \cdot e^{-j\theta} = \vec{I}_{SS} \cdot R_S \cdot e^{-j\theta} + \frac{d\vec{\psi}_{SS}}{dt} \cdot e^{-j\theta};$$

$$\frac{d\vec{\psi}_{SS}}{dt} = \frac{(d\vec{\psi}_{SS} \cdot e^{-j\theta})}{dt} = e^{j\theta} \cdot \frac{d\vec{\psi}_{SR}}{dt} + j \cdot \frac{d\theta}{dt} \cdot \vec{\psi}_{SR} \cdot e^{j\theta};$$

$$\vec{U}_{SR} = \vec{I}_{SR} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SR}}{dt} + j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_{SR}.$$

Уравнение (25) переписем без изменений, т.к. оно уже записано в роторной системе координат:

$$\vec{U}_{RR} = \vec{I}_{RR} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt}.$$

Уравнение (26) умножим обе части на $e^{-j\theta}$:

$$\vec{\psi}_{SS} \cdot e^{-j\theta} = L_S \cdot \vec{I}_{SS} \cdot e^{-j\theta} + L_m \cdot \vec{I}_{RR} \cdot e^{-j\theta} \cdot e^{j\theta};$$

$$\vec{\psi}_{SR} = L_S \cdot \vec{I}_{SR} + L_m \cdot \vec{I}_{RR}.$$

В уравнении (27) выразим $\vec{I}_{SS} = \vec{I}_{SR} \cdot e^{j\theta}$, тогда

$$\vec{\psi}_{RR} = L_R \cdot \vec{I}_{RR} + L_m \cdot e^{-j\theta} \cdot \vec{I}_{SR} \cdot e^{j\theta};$$

$$\vec{\psi}_{RR} = L_R \cdot \vec{I}_{RR} + L_m \cdot \vec{I}_{SR}.$$

Окончательно в роторной системе координат уравнения (24) ÷ (27) имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \vec{U}_{SR} = \vec{I}_{SR} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SR}}{dt} + j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_{SR}; \\ \vec{U}_{RR} = \vec{I}_{RR} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RR}}{dt}; \\ \vec{\psi}_{SR} = L_S \cdot \vec{I}_{SR} + L_m \cdot \vec{I}_{RR}; \\ \vec{\psi}_{RR} = L_R \cdot \vec{I}_{RR} + L_m \cdot \vec{I}_{SR}. \end{cases}$$

Опуская индекс «роторная система координат», получим:

$$\begin{cases} \vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_S}{dt} + j \cdot \Omega \cdot \vec{\psi}_S; \\ \vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_R}{dt}; \\ \vec{\psi}_S = L_S \cdot \vec{I}_S + L_m \cdot \vec{I}_R; \\ \vec{\psi}_R = L_R \cdot \vec{I}_R + L_m \cdot \vec{I}_S. \end{cases} \tag{34}$$

7.3. Приведение уравнений к системе координат вращающейся с произвольной скоростью \exists_k

Уравнение (24) умножим на $e^{-j\theta_k}$ и сразу выразим $\vec{\psi}_{SS} = \vec{\psi}_{SK} \cdot e^{j\theta}$:

$$\vec{U}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k} = (\vec{I}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k}) \cdot R_S + e^{-j\theta_k} \cdot \frac{d(\vec{\psi}_{SK} \cdot e^{j\theta})}{dt};$$

$$\vec{U}_{SK} = \vec{I}_{SK} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SK}}{dt} \cdot e^{-j\theta_k} \cdot e^{j\theta_k} + j \frac{\theta_k}{dt} \cdot \vec{\psi}_{SK} \cdot e^{-j\theta_k} \cdot e^{j\theta_k};$$

$$\vec{U}_{SK} = \vec{I}_{SK} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SK}}{dt} + j \frac{\theta_k}{dt} \cdot \vec{\psi}_{SK}.$$

Уравнение (25) умножим на $e^{-j(\theta_k - \theta)}$:

$$\vec{U}_{RR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)} = \vec{I}_{RR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)} \cdot R_R + e^{-j(\theta_k - \theta)} \cdot \frac{d(\vec{\psi}_{RK} \cdot e^{j(\theta_k - \theta)})}{dt};$$

$$\vec{U}_{RK} = \vec{I}_{RK} \cdot R_R + e^{-j(\theta_k - \theta)} \cdot e^{j(\theta_k - \theta)} \cdot \frac{d\vec{\psi}_{RK}}{dt} + j \cdot \left(\frac{\theta_k}{dt} - \frac{\theta}{dt} \right) \cdot \vec{\psi}_{RK} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)} \cdot e^{j(\theta_k - \theta)};$$

$$\vec{U}_{RK} = \vec{I}_{RK} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RK}}{dt} + j \cdot (\Omega_k - \Omega) \cdot \vec{\psi}_{RK}.$$

Уравнение (26) умножим на $e^{-j\theta_k}$, тогда

$$\vec{\psi}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k} = L_S \cdot (\vec{I}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k}) + L_m \cdot e^{j\theta} \cdot \vec{I}_{RR} \cdot e^{-j\theta_k}, \text{ т.к. } \vec{I}_{RR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)} = \vec{I}_{RK}, \text{ то}$$

$$\vec{\psi}_{SK} = L_S \cdot \vec{I}_{SK} + L_m \cdot \vec{I}_{RK}.$$

Уравнение(27) умножим на $e^{-j(\theta_k - \theta)}$, тогда

$$\vec{\psi}_{RR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)} = L_R \cdot (\vec{I}_{RR} \cdot e^{-j(\theta_k - \theta)}) + L_m \cdot e^{-j\theta} \cdot (\vec{I}_{SS} \cdot e^{-j\theta_k}) \cdot e^{j\theta};$$

$$\vec{\psi}_{RK} = L_R \cdot \vec{I}_{RK} + L_m \cdot \vec{I}_{SK}.$$

Для системы координат вращающейся с произвольной скоростью ω_k система уравнений:

$$\begin{cases} \vec{U}_{SK} = \vec{I}_{SK} \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_{SK}}{dt} + j\Omega_k \cdot \vec{\psi}_{SK}; \\ \vec{U}_{RK} = \vec{I}_{RK} \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RK}}{dt} + j \cdot (\Omega_k - \Omega) \cdot \vec{\psi}_{RK}; \\ \vec{\psi}_{SK} = L_S \cdot \vec{I}_{SK} + L_m \cdot \vec{I}_{RK}; \\ \vec{\psi}_{RK} = L_R \cdot \vec{I}_{RK} + L_m \cdot \vec{I}_{SK}. \end{cases}$$

Опуская индекс «произвольная система координат», получим:

$$\begin{cases} \vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\psi}_S}{dt} + j\Omega_k \cdot \vec{\psi}_S; \\ \vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_R + \frac{d\vec{\psi}_{RK}}{dt} + j \cdot (\Omega_k - \Omega) \cdot \vec{\psi}_R; \\ \vec{\psi}_S = L_S \cdot \vec{I}_S + L_m \cdot \vec{I}_R; \\ \vec{\psi}_{RK} = L_R \cdot \vec{I}_R + L_m \cdot \vec{I}_S. \end{cases} \quad (35)$$

В работах [2, с. 196], [3, с. 457] Т-образная схема замещения для одной фазы имеет следующий вид:

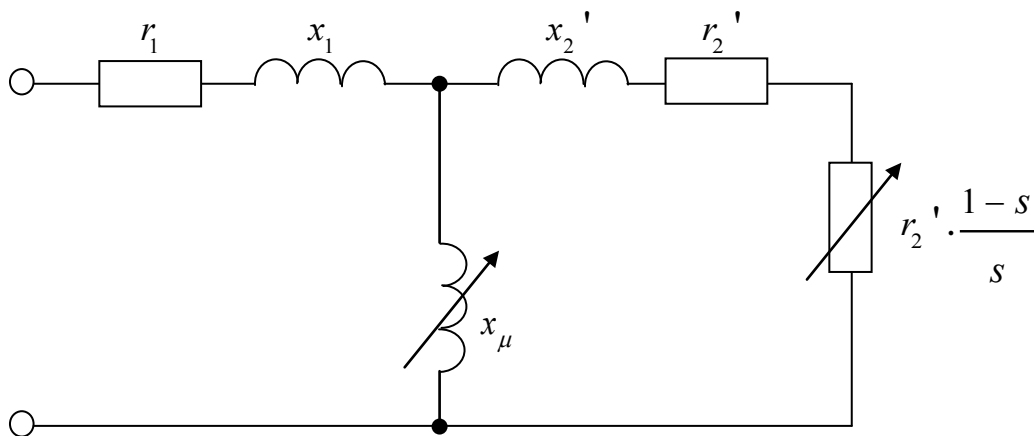


Рис. 5. Т-образная схема замещения фазы АД

r_1 и r_2' — активные сопротивления обмоток статора и ротора;

x_1 и x_2' — индуктивные сопротивления рассеяния обмоток статора и ротора;

x_μ — индуктивное сопротивление намагничивающего контура [3, с. 457].

s — относительная разность скоростей вращения поля (n_1) и ротора (n).

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}.$$

Связь между скоростью вращения в об/мин с циклической частотой в рад/с следующая:

$$\Omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} \text{ — циклическая частота вращения поля, рад/с;}$$

$$\Omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \text{ — циклическая частота вращения ротора, рад/с.}$$

Скольжение s выражено через циклические частоты:

$$s = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}, \text{ тогда } \frac{1-s}{s} = \frac{\Omega}{\Omega_1 - \Omega}.$$

Для анализа режимов частотного управления асинхронными двигателями целесообразно представить индуктивные сопротивления через индуктивности.

Сделаем привязку параметров, принятых в данной статье, с параметрами в схеме замещения на рис. 5 (обозначения приняты для системы в абсолютных единицах):

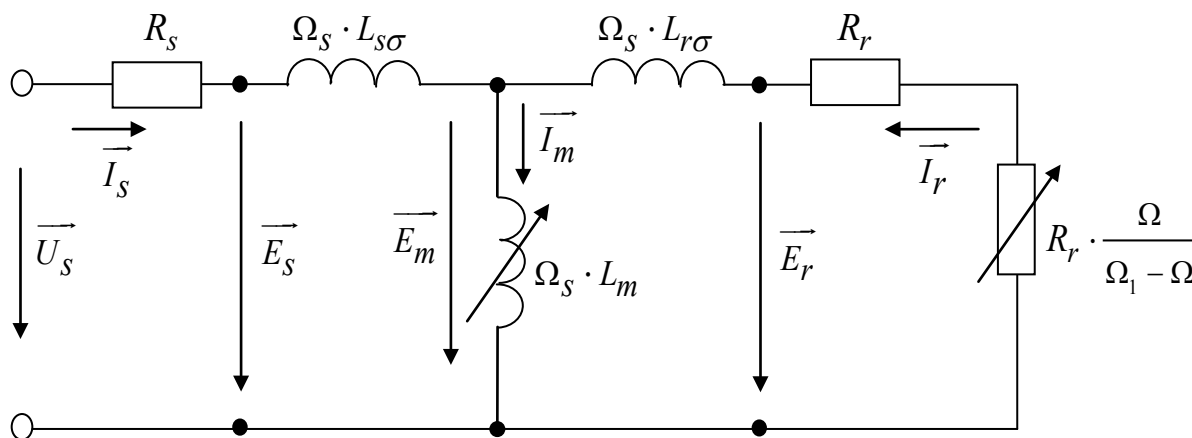


Рис. 6. Т-образная схема замещения для частотного управления в а.е.

$R_s = r_1$ — активное сопротивление статорной обмотки, Ом;

$R_r = r_2'$ — активное сопротивление роторной обмотки, приведенного к статорной обмотке, Ом;

$L_{s\sigma} = \frac{x_{s\sigma}}{2\pi \cdot f} = \frac{x_1}{2\pi \cdot f}$ — индуктивность рассеяния статорной обмотки, Гн;

$L_{r\sigma} = \frac{x_{r\sigma}}{2\pi \cdot f} = \frac{x_2'}{2\pi \cdot f}$ — индуктивность рассеяния роторной обмотки, Гн;

$L_m = \frac{x_m}{2\pi \cdot f} = \frac{x_\mu}{2\pi \cdot f}$ — индуктивность от главного потока, Гн;

$\Omega_s = 2\pi \cdot f$ — циклическая частота напряжения сети, рад/с.

В обозначениях, приведенных в уравнении (21) и (24):

$$L_m = \frac{3}{2} \cdot l_{mrs} = \frac{3}{2} \cdot l_{msr};$$

$$L_s = l_s - l_{ms} = L_m + L_{s\sigma}, \text{ отсюда } L_{s\sigma} = L_s - L_m;$$

$$L_r = l_r - l_{mr} = L_m + L_{r\sigma}, \text{ отсюда } L_{r\sigma} = L_r - L_m.$$

В работе [3, с. 457] аналогичные выражения связей параметров в привязке к параметрам схемы замещения на рис. 5 даны в следующем виде:

$$x_{\mu} = \frac{3}{2} \cdot M_{12} \cdot \omega_0 \text{ — сопротивление взаимной индуктивности;}$$

$$M_{12} = l_{mrs} = l_{msr};$$

$$\frac{3}{2} \cdot M_{12} = \frac{3}{2} \cdot l_{mrs} = \frac{3}{2} \cdot l_{msr} = L_m;$$

$$x_s = \omega_0 \cdot (L_1 - M_1) = x_{\mu} + x_1;$$

$$x_r = \omega_0 \cdot (L_2 - M_2) = x_{\mu} + x_2',$$

где $\omega_0 = \Omega_S = 2\pi \cdot f$ — частота напряжения сети;

$L_1 = l_s$ — индуктивность собственной статорной обмотки;

$L_2 = l_r$ — индуктивность собственной роторной обмотки;

$M_1 = l_{ms}$ — взаимоиндуктивность фаз статорных обмоток;

$M_2 = l_{mr}$ — взаимоиндуктивность фаз роторных обмоток;

$x_{\mu*}, x_{1*}, x_{2*}', r_{1*}, r_{2*}'$ — относительные значения параметров приводятся в справочниках, например [4].

$$x_{\mu} = x_{\mu*} \cdot \frac{U_{1H}}{I_{1H}}; \quad x_1 = x_{1*} \cdot \frac{U_{1H}}{I_{1H}}; \quad x_2' = x_{2*}' \cdot \frac{U_{1H}}{I_{1H}}; \quad r_1 = r_{1*} \cdot \frac{U_{1H}}{I_{1H}}; \quad r_2' = r_{2*}' \cdot \frac{U_{1H}}{I_{1H}}.$$

Для перехода к системе относительных единиц введем базовые величины [5, с. 117]:

$$U_{\bar{\sigma}} = \sqrt{2} \cdot U_{SN} \text{ — амплитуда номинального фазного напряжения;}$$

$$I_{\bar{\sigma}} = \sqrt{2} \cdot I_{SN} \text{ — амплитуда номинального фазного тока;}$$

$$\Omega_{\bar{\sigma}} = \Omega_{SN} = 2\pi \cdot f_N \text{ — номинальная угловая частота напряжения статора;}$$

$\Omega_{\bar{\sigma}r} = \Omega_{\bar{\sigma}} / Z_p$ — угловая скорость ротора в режиме идеального холостого хода при номинальной частоте напряжения статора;

$$\theta_{\bar{\sigma}} = 1 \text{ эл. рад. — единица измерения углов;}$$

$$T_{\bar{\sigma}} = \theta_{\bar{\sigma}} / \Omega_{\bar{\sigma}} \text{ — время;}$$

$$\psi_{\bar{\sigma}} = U_{\bar{\sigma}} \cdot T_{\bar{\sigma}} \text{ — потокосцепление;}$$

$$L_{\bar{\sigma}} = \psi_{\bar{\sigma}} / I_{\bar{\sigma}} \text{ — индуктивность;}$$

$$Z_{\bar{\sigma}} = U_{\bar{\sigma}} / I_{\bar{\sigma}} \text{ — сопротивление;}$$

$$P_{\bar{\sigma}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{U_{\bar{\sigma}} \cdot I_{\bar{\sigma}}}{\xi_N} \text{ — мощность, равная номинальной электромагнитной мощности двигателя;}$$

$$M_{\bar{\sigma}} = \frac{P_{\bar{\sigma}} \cdot Z_p}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \text{ — момент, равный номинальному электромагнитному моменту двигателя;}$$

$$\xi_N = \frac{S_{SN}}{P_{ЭМ.N}} \text{ — коэффициент, равный отношению полной мощности на зажимах обмотки статора к электромаг-$$

нитной мощности в номинальном режиме.

Относительные значения амплитуд напряжения на зажимах обмотки статора и электродвижущих сил (полной ЭДС обмотки статора; ЭДС, наводимой в обмотках машин главным магнитным потоком; полной ЭДС обмотки ротора):

$$\bar{u}_s = \frac{\vec{U}_s}{U_\delta}; \quad \bar{e}_s = \frac{\vec{E}_s}{U_\delta}; \quad \bar{e}_m = \frac{\vec{E}_m}{U_\delta}; \quad \bar{e}_r = \frac{\vec{E}_r}{U_\delta}.$$

Относительные значения амплитуд тока статора, тока намагничивания и тока ротора:

$$\bar{i}_s = \frac{\vec{I}_s}{I_\delta}; \quad \bar{i}_m = \frac{\vec{I}_m}{I_\delta}; \quad \bar{i}_r = \frac{\vec{I}_r}{I_\delta}.$$

Относительные значения амплитуд потокоцепления статора, главного потокоцепления и потокоцепления ротора:

$$\bar{\psi}_s = \frac{\vec{\Psi}_s}{\Psi_\delta}; \quad \bar{\psi}_m = \frac{\vec{\Psi}_m}{\Psi_\delta}; \quad \bar{\psi}_r = \frac{\vec{\Psi}_r}{\Psi_\delta}.$$

Относительный электромагнитный момент двигателя и момент статического сопротивления механизма:

$$m = \frac{M}{M_\delta}; \quad m_c = \frac{M_c}{M_\delta}.$$

Относительные угловая частота напряжения статора и скорость вращения ротора с учетом числа пар полюсов Z_p :

$$\omega_s = \frac{\Omega_s}{\Omega_\delta}; \quad \omega = \frac{\Omega}{\Omega_{\delta r}}.$$

По значениям относительной частоты напряжения статора и скорости вращения ротора может быть следующим образом определено абсолютное скольжение ротора двигателя:

$$\beta = \omega_s - \omega.$$

Относительные значения активных сопротивлений в Т-образной схеме замещения (рис. 7) определяются выражениями:

$$r_s = R_s / Z_\delta \text{ — относительное активное сопротивление обмотки статора;}$$

$$r_r = R_r / Z_\delta \text{ — относительное активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к цепи статора.}$$

Индуктивные сопротивления в данных каталога даются при номинальной частоте [5]. Для анализа режимов частотного управления более удобно перейти от индуктивных сопротивлений к индуктивностям, которые в общем случае определяются формулой:

$$L = X / 2\pi \cdot f,$$

где f — частота, при которой определено значение индуктивного сопротивления.

Индуктивности и индуктивные сопротивления реактивных элементов схемы замещения связаны соотношениями:

$$L_m = X_m / 2\pi \cdot f_N; \quad L_{s\sigma} = X_{s\sigma} / 2\pi \cdot f_N; \quad L_{r\sigma} = X_{r\sigma} / 2\pi \cdot f_N.$$

В системе относительных единиц они представляются следующим образом:

$$l_m = L_m / L_\delta \text{ — относительная индуктивность от главного магнитного потока;}$$

$$l_{s\sigma} = L_{s\sigma} / L_\delta \text{ — относительная индуктивность рассеяния обмотки статора;}$$

$$l_{r\sigma} = L_{r\sigma} / L_\delta \text{ — относительная индуктивность рассеяния обмотки ротора, приведенная к цепи статора.}$$

Схема замещения асинхронного двигателя при переменной частоте [5, с. 120]:

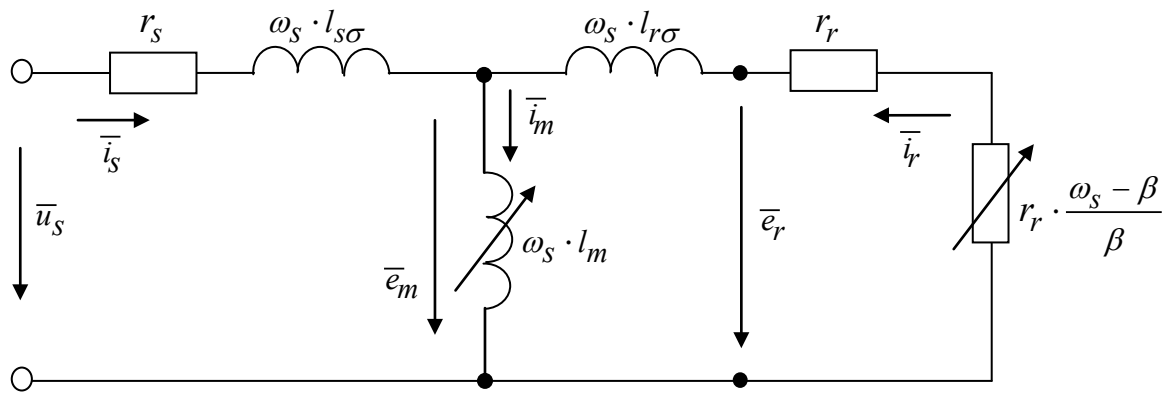


Рис. 7. Схема замещения асинхронного двигателя при переменной частоте

Примечание: при переходе от Т-образной схемы (рис. 6) в абсолютных единицах к схеме замещения на рис. 7 сделаны следующие преобразования:

$$1. \frac{\omega_s - \beta}{\beta} = \frac{\frac{\Omega_s}{\Omega_{\delta}} - \frac{\Omega_s}{\Omega_{\delta}} + \frac{\Omega}{\Omega_{\delta.p}}}{\frac{\Omega_s}{\Omega_{\delta}} - \frac{\Omega}{\Omega_{\delta.p}}} = \frac{\frac{\Omega}{\Omega_{\delta.p}}}{\frac{\Omega_s \cdot \Omega_{\delta.p} - \Omega_{\delta} \cdot \Omega}{\Omega_{\delta} \cdot \Omega_{\delta.p}}} = \frac{\Omega}{\Omega_s \cdot \left(\frac{\Omega_{\delta.p}}{\Omega_{\delta}} \right) - \Omega} = \frac{\Omega}{\frac{\Omega_s}{\Omega_1} - \Omega} = \frac{\Omega}{\Omega_1 - \Omega},$$

где $\Omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{\Omega_s}{Z_p}$ — циклическая (угловая) частота вращения поля.

$$2. \frac{\Omega_s \cdot L_{s\sigma}}{Z_{\delta}} = \left[\frac{\Omega_s}{\Omega_{\delta}} \right] \cdot \left[\frac{L_{s\sigma}}{L_{\delta}} \right] \cdot \frac{\Omega_{\delta} \cdot L_{\delta}}{Z_{\delta}} = \omega_s \cdot l_{s\sigma},$$

где $\frac{\Omega_{\delta} \cdot L_{\delta}}{Z_{\delta}} = \frac{\Omega_{\delta}}{Z_{\delta}} \cdot \left[\frac{\psi_{\delta}}{I_{\delta}} \right] = \frac{\Omega_{\delta}}{Z_{\delta}} \cdot \left[\frac{U_{\delta}}{\Omega_{\delta} \cdot I_{\delta}} \right] = \frac{\Omega_{\delta}}{Z_{\delta}} \cdot \left[\frac{Z_{\delta}}{\Omega_{\delta}} \right] = 1.$

$$3. \frac{\Omega_s \cdot L_{r\sigma}}{Z_{\delta}} = \omega_s \cdot l_{r\sigma}.$$

$$4. \frac{\Omega_s \cdot L_m}{Z_{\delta}} = \omega_s \cdot l_m.$$

Для неподвижной системы координат были получены следующие уравнения:

$$\begin{cases} \vec{U}_S = \vec{I}_S \cdot R_S + \frac{d\vec{\Psi}_S}{dt}; \end{cases} \quad (36)$$

$$\begin{cases} \vec{U}_R = \vec{I}_R \cdot R_R + \frac{d\vec{\Psi}_R}{dt} - j\Omega \cdot \vec{\Psi}_R; \end{cases} \quad (37)$$

$$\begin{cases} \vec{\Psi}_S = L_S \cdot \vec{I}_S + L_m \cdot \vec{I}_R; \end{cases} \quad (38)$$

$$\begin{cases} \vec{\Psi}_R = L_R \cdot \vec{I}_R + L_m \cdot \vec{I}_S. \end{cases} \quad (39)$$

Переведем эти уравнения в систему относительных единиц. Обе части уравнения (36) разделим на $U_{\bar{\sigma}}$:

$$\begin{bmatrix} \overline{U_S} \\ \overline{U_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_S \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_S} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} + \frac{d \left[\frac{\overline{\Psi_S} \cdot \Omega_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}} \right]}{\Omega_{\bar{\sigma}} \cdot dt},$$

где $\psi_{\bar{\sigma}} = \frac{U_{\bar{\sigma}}}{\Omega_{\bar{\sigma}}}$;

$$\Omega_{\bar{\sigma}} = 2\pi \cdot f_N.$$

$$\overline{u_S} = r_S \cdot \overline{i_S} + \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot \frac{d\overline{\psi_S}}{dt}.$$

Аналогичные уравнения произведем для второго уравнения:

$$\begin{bmatrix} \overline{U_R} \\ \overline{U_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_R \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_R} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} + \frac{d \left[\frac{\overline{\Psi_R} \cdot \Omega_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}} \right]}{\Omega_{\bar{\sigma}} \cdot dt} - j \frac{\Omega}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot \begin{bmatrix} \overline{\Psi_R} \cdot \Omega_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix};$$

$$\overline{u_R} = r_R \cdot \overline{i_R} + \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot \frac{d\overline{\psi_R}}{dt} - j\omega \cdot \overline{\psi_R}.$$

В уравнении (38) обе части умножим на $\frac{\Omega_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}}$:

$$\begin{bmatrix} \overline{\Psi_S} \cdot \Omega_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Omega_{\bar{\sigma}} \cdot L_S \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_S} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_m \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_R} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix},$$

где $\frac{U_{\bar{\sigma}}}{\Omega_{\bar{\sigma}}} = \psi_{\bar{\sigma}}$; $L_{\bar{\sigma}} = \frac{\psi_{\bar{\sigma}}}{I_{\bar{\sigma}}}$; $\frac{L_S}{L_{\bar{\sigma}}} = l_S$; $\frac{L_m}{L_{\bar{\sigma}}} = l_m$.

$$\overline{\psi_S} = l_S \cdot \overline{i_S} + l_m \cdot \overline{i_R}.$$

Аналогично в уравнении (39) умножим обе части на $\frac{\Omega_{\bar{\sigma}}}{U_{\bar{\sigma}}}$:

$$\begin{bmatrix} \overline{\Psi_R} \cdot \Omega_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Omega_{\bar{\sigma}} \cdot L_R \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_R} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Omega_{\bar{\sigma}} \cdot L_m \cdot I_{\bar{\sigma}} \\ U_{\bar{\sigma}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \overline{I_S} \\ \overline{I_{\bar{\sigma}}} \end{bmatrix};$$

$$\overline{\psi_R} = l_R \cdot \overline{i_R} + l_m \cdot \overline{i_S}.$$

Окончательно, система уравнений в относительных единицах примет вид:

$$\begin{cases} \overline{u_S} = r_S \cdot \overline{i_S} + \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot \frac{d\overline{\psi_S}}{dt}; & (40) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{u_R} = r_R \cdot \overline{i_R} + \frac{1}{\Omega_{\bar{\sigma}}} \cdot \frac{d\overline{\psi_R}}{dt} - j\omega \cdot \overline{\psi_R}; & (41) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{\psi_S} = l_S \cdot \overline{i_S} + l_m \cdot \overline{i_R}; & (42) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{\psi_R} = l_R \cdot \overline{i_R} + l_m \cdot \overline{i_S}. & (43) \end{cases}$$

Литература:

1. Ковач, К.П., Рац И. Переходные процессы в машинах переменного тока/Пер. с нем. — М. Л.: Госэнергоиздат, 1963. — 735 с.: ил.
2. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов/И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др. — М.: Энергия, 1980. — 496 с.
3. Чиликин, М.Г. Основы автоматизированного электропривода: Учеб. пособие для вузов/М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В.М. Терехов, А.В. Шинянский. — М.: Энергия, 1974. — 568 с.
4. Кравчик, А.И. Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник: Энергоиздат, 1982. — 502 с.
5. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие/Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин; под. Ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

ИНФОРМАТИКА

Технология ADO и средства доступа к реляционным базам данных

Абилдаева Гулнур Балтабаевна, старший преподаватель;
Жанкоразова Нуиза Нурланкызы, студент;
Жанадил Мереке Оразалыкызы, студент
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Коротко на вопрос «Что такое ADO?» можно ответить так: это основная технология доступа к данным, не только реляционные базы данных для платформы .NET. Более конкретно — это набор объектов, при помощи которых программист может осуществить подключение к серверу баз данных, выборку данных и/или их модификацию.

Многие программисты, работающие с базами данных на платформах Microsoft, могли оценить простоту и удобство технологии ADO — ActiveX Data Objects. Интуитивно-понятный интерфейс и логичный набор объектов вместе с простотой программирования заслуженно получили признание программистов. Несмотря на это, вместе с новой платформой .NET Microsoft представляет и новое поколение средств доступа к базам данных — ADO.NET. Стремительное развитие веб приложений вызвало необходимость пересмотреть методы работы с источниками данных, лучше адаптировать их к специфике приложений. Непредсказуемый рост числа клиентов интернет сайтов заставляет разработчиков переходить от клиентсерверной к three-tier архитектуре, что часто порождает непреодолимые проблемы. Базы данных не способны поддерживать неограниченное число активных соединений, ограничивая доступность сайта и принося убытки. Брандмауэры могут препятствовать передаче двоичных данных между узлами. ADO.NET призвано решить эти и другие проблемы и вместе с тем сохранить удобство и простоту программирования.

ADO была разработана для архитектуры клиент-сервер. Эта архитектура в течение ряда лет была достаточно прогрессивной, если учесть, что пришла она на смену архитектуре файл-сервер. Потом все нарастающая сложность систем обработки данных потребовала качественного изменения архитектуры: кроме двух уровней клиент и сервер баз данных появляются дополнительные уровни серверы, реализующие бизнес-логику приложений. До сих пор, правда, ни одна из разработанных для этой цели архитектур (в частности, DCOM и CORBA) не добились впе-

чатляющих успехов в этом направлении, и на сегодняшний момент мне известно, пожалуй, больше вирусов, использующих их слабости, чем реально работающих продуктов на их основе. .NET в целом и ADO.NET в частности очередная попытка навести порядок в сегменте многоуровневых приложений и сделать их разработку относительно простым и приятным занятием. Что из этого выйдет, судить пока рано, но, на мой взгляд, перспективы неплохи [1].

Поскольку ADO.NET ориентирована на разработку многоуровневых приложений корпоративного масштаба, это отложило неизбежный отпечаток на способы взаимодействия клиента с сервером. Если основной сценарий работы клиента в ADO начинается с создания соединения, которое потом удерживается открытым весь сеанс, то ADO.NET гораздо самостоятельнее в этом отношении. Вполне допустимым является сценарий, когда клиент устанавливает соединение, получает необходимые данные, закрывает соединение, длительное время обрабатывает данные, после чего вновь устанавливает соединение для передачи измененных данных обратно на сервер.

Искушенные в ADO программисты могут возразить, что, мол, мы уже давно имели такую возможность в виде отсоединенных наборов записей. Да, частично они правы. Однако отсоединенные наборы записей стоят несколько особняком в объектной модели ADO, и их функциональность оставляет желать лучшего.

MSDN божится, что при разработке ADO.NET преследовалась цель сделать новую платформу как можно более совместимой с прежней, так что разработчики особой разницы не заметят.

Преимущества и нововведения в ADO.NET. Использование разъединенной модели доступа к данным. В клиент-серверных приложениях традиционно используется технология доступа к источнику данных при которой соединение с базой поддерживается постоянно. Однако после широкого распространения приложений, ориентированных на Интернет, выявились некоторые недостатки такого подхода. Попробуем выявить некоторые из них. Со-

единения с базой данных требуют выделения системных ресурсов, что может быть критично при большой нагрузке сервера. Хотя постоянное соединение позволяет несколько ускорить работу приложения, общий убыток от растраты системных ресурсов сводит преимущество на нет.

Специфика веб приложений не позволяет серверу в каждый момент времени знать, что необходимо пользователю. То есть до следующего запроса сервер не имеет представления, нужно ли еще поддерживать соединение.

Опыт разработчиков показал, что приложения с постоянным соединением с источником данных чрезвычайно трудно поддаются масштабированию.

Хотя существуют и другие недостатки, приведенные, на мой взгляд, наиболее существенны и вероятнее всего встречались читателю. Все эти проблемы порождаются постоянным соединением с базой данных и решаются в ADO. NET, где используется другая модель доступа. Теперь соединение устанавливается лишь на то короткое время, когда необходимо проводить операции над базой данных.

Следует признать, что новая технология иногда все же проигрывает традиционной. Для этих случаев рекомендовано (не только мною, но и Microsoft) использовать ADO.

Хранение данных в объектах DataSet. При работе с базой данных нам чаще всего приходится работать не с одной, а несколькими записями. Более того, данные эти могут собираться из различных таблиц. В разъединенной модели доступа к базе данных не имеет смысла соединяться с источником данных при каждом обращении. Исходя из этого, представляется логичным хранить несколько строк и обращаться к ним при необходимости. Для этих целей и используется DataSet [2].

DataSet представляет собой, по сути, упрощенную реляционную базу данных и может выполнять наиболее типичные для таких баз данных операции. Теперь, в отличие от Recordset мы можем хранить в одном DataSet сразу несколько таблиц, связи между ними, выполнять операции выборки, удаления и обновления данных. Безусловно, разъединенная модель не позволяет постоянно отслеживать изменения в базе данных, производимые другими пользователями. Это может привести к ошибкам в таких приложениях, где информация должна обновляться каждый момент — заказ билетов или продажа ценных бумаг. Однако в любую секунду может быть получена свежая информация из базы данных через вызов метода FillDataSet. Таким образом, DataSet остается чрезвычайно удобным для самого широкого класса приложений: когда необходимо получить данные из базы и как-либо обработать их.

ADO. NET поддерживает два типа источников данных — SQL Managed Provider и ADO Managed Provider. SQL Managed Provider применяется для работы с Microsoft SQL Server 7.0 и выше, ADO Managed Provider — для всех остальных баз данных.

SQL Managed Provider — работает по специальному протоколу, называемому TabularData Stream (TDS)

и не использует ни ADO, ни ODBC, ни какую-либо еще технологию. Ориентированный специально на MS SQL Server, протокол позволяет увеличить скорость передачи данных и тем самым повысить общую производительность приложения.

ADO Managed Provider — предназначен для работы с произвольной базой данных. Однако за счет универсальности есть проигрыш по сравнению с SQL Server Provider, так что при работе с SQL Server рекомендовано использовать специализированные классы. В данном обзоре мы коснемся ADO Managed Provider лишь мельком, указав только существующие незначительные различия, так как наиболее употребимой базой данных представляется SQL Server 7.0 или 2000, а разница заключается, в основном, в именовании.

Объекты DataSet ADO. NET. Объект DataSet является центральным элементом поддержки разъединенных распределенных сценариев данных в ADO. NET. Объект DataSet является находящимся в оперативной памяти представлением данных, обеспечивающим согласованную реляционную программную модель, независимо от источника данных. Он может использоваться с несколькими различными источниками данных, XML-данными или для управления данными, локальными по отношению к приложению. Объект DataSet представляет полный набор данных, включая связанные таблицы, ограничения и связи между таблицами. На следующей иллюстрации показана модель объектов DataSet.

ADO. NET DataSet — расположенное в оперативной памяти представление данных, обеспечивающее согласованную реляционную программную модель независимо от источника данных. DataSet представляет полный набор данных, включая таблицы, содержащие, упорядочивающие и ограничивающие данные, а также связи между таблицами.

Существует несколько способов работы с DataSet, которые могут применяться отдельно или в сочетании. Можно выполнить следующие действия:

- Программно создать DataTable, DataRelation и Constraint внутри DataSet и заполнить таблицы данными.

- Заполнить DataSet таблицами данных из существующего реляционного источника данных с помощью DataAdapter.

- Загрузить и сохранить содержимое DataSet с помощью XML-кода.

Строго типизированный DataSet также можно передавать с помощью веб-службы с поддержкой XML-кода. Конструкция DataSet делает его идеальным для передачи данных с помощью веб-служб с поддержкой XML-кода.

Объектная модель DataSet. Методы и объекты DataSet согласованы с методами и объектами модели реляционной базы данных.

Объект DataSet также может сохранять и повторно загружать свое содержимое в виде XML, а свою схему — в виде схемы XSD.

Класс `DataTableCollection`. Объект ADO. NET `DataSet` содержит коллекцию, содержащую ноль или более таблиц, представленных объектами `DataTable`. Коллекция `DataTableCollection` содержит все объекты `DataTable` в объекте `DataSet`.

Объект `DataTable` определяется в пространстве имен `System. Data` и представляет собой одну таблицу, находящуюся в оперативной памяти. Он содержит коллекцию столбцов, представленных объектом `DataColumnCollection`, и ограничений, представленных объектом `ConstraintCollection`, которые вместе определяют схему таблицы. Объект `DataTable` также содержит коллекцию строк, представленных объектом `DataRowCollection`, содержащим данные в таблице. Вместе со своим текущим состоянием объект `DataRow` сохраняет обе свои версии (текущую и исходную), чтобы определить изменения значений, хранимых в строке.

Класс `DataRowView`. `DataRowView` позволяет создавать различные представления данных, которые хранятся в `DataTable`. Эта возможность часто используется в приложениях связывания данных. С помощью объекта `DataRowView` можно представлять данные в таблице с различными порядками сортировки, а также фильтровать данные по состоянию строки или на основе критерия фильтра.

Класс `DataRelationCollection`. Объект `DataSet` содержит связи в своем объекте `DataRelationCollection`. Связь, представленная объектом `DataRelation`, связывает строки в одном объекте `DataTable` со строками в другом объекте `DataTable`. Связь аналогична пути соединения, который может существовать между столбцами первичного и внешнего ключей реляционной базы данных. Объект `DataRelation` определяет совпадающие столбцы в двух таблицах объекта `DataSet`.

Связи позволяют перемещаться в объекте `DataSet` от одной таблицы к другой. Важными элементами объекта `DataRelation` являются имя связи, имена связанных таблиц и связанные столбцы в каждой таблице. Связи могут быть построены с более чем одним столбцом для каждой таблицы путем указания массива объектов `DataColumn` в качестве ключевых столбцов. При добавлении связи к объекту `DataRelationCollection` дополнительно можно добавить `UniqueKeyConstraint` и `ForeignKeyConstraint`, чтобы обеспечить ограничения целостности в случае изменений значений связанных столбцов.

Подведем итог. ADO. NET представляет новую структуру объектов и новую модель доступа к данным, позволяющую улучшить производительность наиболее часто встречающихся приложений. Это дает нам основания пророчить ADO. NET как основную технологию доступа данным в веб приложениях.

Литература:

1. Сеппа, Д. Microsoft ADO. NET./Пер. с англ. — М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2003- — 640 стр.
2. Альманах программиста, том I: Microsoft ADO. NET, Microsoft SQL Server, доступ к данным из приложений./Сост. Ю. Е. Купцевич. — М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2003. — 400 с.

Поисковой маркетинг как инструмент продвижения

Айтбаев Нуржан Канатович, магистрант

Международный университет информационных технологий (г. Алматы, Казахстан)

В последние несколько лет рынок Интернет-рекламы уверенно превращается в одну из наиболее значимых отраслей маркетинга, открывая компаниям новые инструменты ведения бизнеса, коммуникации с конечными пользователями и конкуренции на рынке. Вслед за ростом рынка интернет рекламы последовало «взросление» инструментов маркетинга, были созданы средства для оценки эффективности рекламы, механизмы по сбору статистики действий пользователей, аналитические инструменты и многое другое. Появились новые подходы к рекламе, новые подходы к маркетингу и созданию бренда, без понимания, которых невозможно эффективное управление рекламной кампанией предприятия.

Ключевые слова: поисковой маркетинг, интернет-маркетинг, интернет-реклама.

Поисковый маркетинг это вид маркетинга в сети Интернет, включающий в себя продвижение сайтов, в результате, улучшая видимость Интернет-ресурса на странице результатов поисковых запросов (поисковая выдача) через оптимизацию и поисковую рекламу [1].

Поисковый маркетинг может использовать поисковую оптимизацию, направленную на достижения более высокого рейтинга в поисковой выдаче страниц путем улучшения, корректировки и переписывания содержимого веб-сайта, или использовать модель платы за клик для записей [2].

Рынок

Для полной оценки актуальности и потенциальной эффективности поискового маркетинга необходимо оценить рынок данного направления. В 2006 году, динамика роста поискового маркетинга намного выше традиционной рекламы, включая другие каналы интернет-маркетинга [3]. В 2012 году в Северной Америке рекламный бюджет поискового маркетинга составил 19,51 миллиардов долларов США.

Крупнейшими игроками на рынке поискового маркетинга являются Google AdWords, Bing Ads, и сервис из Китая — Baidu [4].

Методы и показатели

Для получения максимального эффекта от оптимизации веб-сайтов с использованием поискового маркетинга выделяют следующие категории методов и показателей [5]:

1. Исследование и анализ ключевых слов, который включает в себя три этапа:

а. на первом шаге необходимо убедиться, что сайт может быть проиндексирован роботами поисковых систем;

б. далее следует найти самые актуальные и популярные ключевые слова для ресурса и его страниц;

с. и с помощью данных ключевых слов необходимо генерировать и конвертировать трафик на сайте.

Эффект анализа и исследования ключевых слов в дальнейшем влияет на поисковое восприятие [6]. Влияние поискового восприятия, в свою очередь, описывает обнаруженную модель воздействия результатов поиска определенного бренда на потребителей, и учитывает заголовков и мета-теги запрашиваемой страницы, индексацию сайта, и фокус ключевых слов. Так как поиск в Интернете зачастую является первым шагом для потенциальных клиентов, влияние поискового восприятия формирует впечатление бренда на этапе первого касания.

2. Такие факторы как наполненность сайта и его популярность, или то, как представлен веб-сайт в поисковых системах, могут быть проанализированы с помощью количества страниц сайта, которые индексируются в поисковых системах (насыщение) и какое количество внешних ссылок ведут на данный сайт (популярность). Для достижения данного эффекта, необходимо удостовериться в том, что страницы содержат ключевые слова, по которым их могут искать потенциальные клиенты и убедиться в том, что они достаточно популярны в поисковых запросах.

3. Инструменты веб-аналитики могут предоставлять данные о веб-сайте и его посетителях и позволяют измерить показатели веб-сайта. Они представлены как простыми счетчиками трафика, так и инструментами, которые работают с файлами журналов (логов) и более сложными инструментами, основанных на тегировании стра-

ницы (встраивание скриптов на странице, которые отслеживают действия пользователя). Данные инструменты так же могут предоставить весьма полезную информацию о конверсии.

4. Сайт, удобный для мобильных пользователей — тест от Google, который предполагает определение дружественных к смартфонам веб-страниц [7], и наделение их приоритетом при ранжировании в результатах мобильной выдачи [8].

Платное включение

Платное включение включает в себя взимания платы со стороны компании поисковой системы за включение сайта на страницах результатов поиска — также известно как показ платных объявлений. Данный вид услуги предоставляется большинством компаний и может отображаться на странице результатов в главной области, либо же в отдельно выделенной рекламной области.

Взимание платы сразу решает две задачи — фильтр против чрезмерных подач рекламных объявлений, а также генератор дохода. Как правило, плата покрывает годовую подписку на одну веб-страницу, которая будет автоматически включена в каталог на регулярной основе. Тем не менее, некоторые компании экспериментируют на основе с неподписной оплатой, где приобретенные места показов отображаются постоянно. Также может применяться плата за клик. Естественно, что каждая поисковая система отличается. На некоторых сайтах позволено оплачивать только включение, хотя это менее успешно. Чаще, многие поисковые системы, такие как Yahoo! [9], объединяют платное включение (на странице и плату за клик) с результатами поиска. Другие же, как например Google (и с 2006 года, Ask.com [10] [11]), запрещают платное включение в результаты поиска (объявления же показаны отдельно и помечены как таковые).

Некоторые недоброжелатели платного включения утверждают, что это является причиной результатов поиска, основанных больше на финансовых возможностей веб-сайта, нежели на релевантность этого сайта запросам конечных пользователей.

Часто грань между оплатой рекламы за клик и платного включения является спорным. Некоторые выступали за любые платные включения, которые будут помечены как реклама, в свою очередь защитники настаивают, что они не являются на самом деле объявлениями, так как веб-мастера не контролируют их содержимое, рейтинг, или даже тот факт, что были ли они показаны каким-либо пользователями.

Платное включение является не только методом поискового маркетинга само по себе, но также и инструментом поисковой оптимизации, так как эксперты и фирмы могут проверить различные подходы к улучшению ранжирования их сайтов и увидеть результаты часто в течение нескольких дней, взамен ожиданий многих недель или месяцев. Знания, полученные таким путем, могут

быть использованы для оптимизации других веб-страниц, не прибегая к оплате поисковым системам.

Сравнение с поисковой оптимизацией

Поисковый маркетинг является широкой дисциплиной, которая включает в себя также поисковую оптимизацию. Поисковый маркетинг включает в себя как платные результаты поиска (с помощью таких инструментов, как Google Adwords или Bing Ads, ранее известный как Microsoft AdCenter), так и органических результаты поиска (поисковая оптимизация). Поисковый маркетинг и поисковая оптимизация должны часто отслеживаться и обновляться, чтобы всегда приносить лучший результат.

В некоторых случаях термин «Поисковый маркетинг» используется исключительно для обозначения оплаты за клик [2], особенно в коммерческой рекламной области и в маркетинговых сообществах, которые имеют заинтересованность в этом узком определении. Данное использование исключает широкое сообщество поискового маркетинга, которое занято другими формами поискового

маркетинга, такими как поисковая оптимизация и поисковой ретаргетинг.

Этические вопросы

Проплаченная поисковая реклама не обошлась без споров, и вопрос о том, как должна отображаться реклама на страницах результатов поисковых систем был целью серии исследований и докладов [12] [13] [14].

Еще одним моментом в этических спорах был аспект, связанный с поисковым маркетингом — вопрос о нарушении торговой марки. Дебаты о том, что имеют ли право третьи стороны использовать бренды своих конкурентов идут уже в течение многих лет. В 2009 году Google изменил свою политику, которая ранее запрещала данный подход, и теперь позволяет использование третьими сторонами фирменных торговых марок ровно до тех пор, пока их целевая страница действительно содержит информацию о данной торговой марке [15]. Хотя политика давно изменена, она продолжает быть темой жарких дебатов [16].

Литература:

1. «The State of Search Engine Marketing 2006». Search Engine Land. February 8, 2007. 2007–06–07.
2. «Does SEM = SEO + CPC Still Add Up?». searchengineland.com. 2010–03–05.
3. Elliott, Stuart (March 14, 2006). «More Agencies Investing in Marketing With a Click». New York Times. 2007–06–07.
4. «Yahoo! Microsoft Alliance». Microsoft. Feb 18, 2012. 2010–02–18.
5. Otis, Rebecca (November 2013). «Use These Tools for Smart Digital Marketing». Digital Third Coast. 2014–01–20.
6. «Search Perception Impact». 27 March 2014.
7. <https://www.google.com/webmasters/tools/mobile-friendly/>
8. <http://googlewebmastercentral.blogspot.ru/2015/04/rolling-out-mobile-friendly-update.html>
9. Zawodny, Jeremy (2004–03–01). «Defending Paid Inclusions».
10. Ulbrich, Chris (2004–07–06). «Paid Inclusion Losing Charm?». Wired News.
11. «FAQ #18: How do I register my site/URL with Ask so that it will be indexed?». Ask.com. 2008–12–19.
12. «False Oracles: Consumer Reaction to Learning the Truth About How Search Engines Work (Abstract)». consumerwebwatch.org. June 30, 2003. 2007–06–09.
13. «Searching for Disclosure: How Search Engines Alert Consumers to the Presence of Advertising in Search Results». consumerwebwatch.org. November 8, 2004. 2007–06–09.
14. «Still in Search of Disclosure: Re-evaluating How Search Engines Explain the Presence of Advertising in Search Results». consumerwebwatch.org. June 9, 2005. 2007–06–09.
15. «Update to U. S. ad text trademark policy». adwords.blogspot.com. May 14, 2009. 2010–07–15.
16. Rosso, Mark; Jansen, Bernard (Jim) (August 2010), «Brand Names as Keywords in Sponsored Search Advertising», Communications of the Association for Information Systems 27 (1): 81–98

Li-Fi — прорыв в науке или бесполезная игрушка? Преимущества и недостатки Li-Fi перед Wi-Fi

Алексеев Дмитрий Александрович, студент
Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина

Известна особенность людей: до того как будет сделано какое-либо замечательное открытие, они удивляются, как это оно может быть сделано, а после того — как это оно не было открыто раньше?
Я. А. Коменский

Инфракрасный порт, Bluetooth, сейчас идет эра Wi-Fi — так проходило развитие устройств для беспроводной передачи информации.

Wi-Fi (аббревиатура от «Wireless Fidelity» — беспроводная высокая точность) — современная технология беспроводного соединения, позволяющая объединять компьютеры в локальную сеть или обеспечивать доступ в Интернет. Иными словами, это устройство, позволяющее получать доступ к Интернет-ресурсам прямо «из воздуха». Казалось бы, что ничего нового и более скоростного изобрести невозможно.

Но в 2011 году профессор Эдинбургского университета Харальд Хаас представил новейший проект (Li-Fi), который может перевернуть представление о технологиях передачи данных беспроводным путем, а также понятии света и освещения как такового, поскольку, забегая вперед, в качестве источника передачи данных используется видимая световая волна. В своей статье я хочу сравнить эти две технологии.

Для начала обратимся к истории возникновения данных проектов и выясним их предназначение.

Wi-Fi был создан в 1991 году компанией NCR Corporation/AT&T (впоследствии — Lucent Technologies и Agere Systems) в Ньивегейн, Нидерланды. Создателем является Вик Хейз. Продукт обеспечивал скорость передачи данных от 1 до 2 Мбит/с. Для работы Wi-Fi было внедрено несколько специальных стандартов шифрования, на данный момент используется лишь один, это метод шифрования — WPA. С развитием технологии скорость смогли увеличить вплоть до 600 Мбит/с (по стандарту IEEE 802.11n). То же можно сказать и о диапазоне работы. Сначала Wi-Fi ограничивался расстоянием в несколько метров, но со временем расстояние увеличилось до сотен и тысяч метров.

В основе принципа работы беспроводной сети лежат радиоволны, которые применяются, например, в сотовой связи, телевидении, радиоприемниках. Обмен данными по беспроводной сети похож на переговоры с использованием радиосвязи. Далее происходит следующее:

- Wi-Fi-адаптер превращает данные в радиосигнал и передает их в эфир с применением антенны;
- беспроводной маршрутизатор принимает и декодирует этот сигнал;
- таким же образом происходит и обратная связь, маршрутизатор получает информацию из Интернета, пре-

образует ее в радиосигнал и передает на адаптер беспроводной связи компьютера.

Применяемые для работы Wi-Fi приемники и передатчики очень похожи на устройства, применяемые в сотовых телефонах и радиоприемниках. Они могут передавать и принимать радиоволны, а также преобразовывать единицы и нули цифрового сигнала в радиоволны и наоборот. Также есть и различие, которое состоит в частотах радиоволн. Wi-Fi-адаптер работает на частотах от 2,4 ГГц до 5 ГГц. Данные диапазоны во много раз превосходят те, что используются в радиоприемниках или сотовой связи. На более высокой частоте можно передавать больше данных, в принципе все логично.

В Wi-Fi используются сетевые стандарты 802.11 в нескольких разновидностях

1. По стандарту 802.11a. В данном случае данные передаются на частотах 5 ГГц со скоростью до 54 Мбит/с, предусматривающую разделение исходного сигнала на передающей стороне на несколько подсигналов. Такой подход позволяет уменьшить воздействие помех.

2. Стандарт 802.11b является самым медленным и самым недорогим стандартом на сегодняшний день. За счет своей стоимости этот стандарт был широко распространен. Данные передаются на частотах 2,4 ГГц со скоростью до 11 Мбит/с.

3. Стандарт 802.11g схож с 802.11b. Данные передаются на частотах 2,4 ГГц, но с довольно высокой скоростью до 54 Мбит/с, за счет кодирования OFDM, как и в 802.11a.

4. Стандарт 802.11n. Является, пожалуй, самым новым и самым быстрым стандартом на сегодняшний день. Теоретически, 802.11g может обеспечивать скорость 54 Мбит/с, но на практике она составляет около 24 Мбит/с по причине перебоев в сети. А 802.11n обеспечивает скорость 140 Мбит/с. Он был утверждён 11 сентября 2009 года Институтом инженеров по электротехнике и электронике (IEEE).

Wi-Fi передатчики способны работать в одном из трех частотных диапазонах. И могут перескакивать между ними для уменьшения влияния помех. Помимо того, это позволяет многим устройствам использовать возможности беспроводной связи.

Эту технологию по праву можно назвать гениальной. Но в ней есть свои недостатки.

1. Невысокая скорость.

Конечно, если сравнивать текущие виды связи, такие как 3G/4G и Wi-Fi, по скорости, бесспорно, выигрывает последний претендент. Но мы используем эту технологию достаточно долгое время, и порой даже этого становится мало. Скорость передачи данным способом не превышает 45–50 Мбит/с. В сравнении с локальной сетью, (где скорость в среднем около 100 Мбит/с) бешеным темпом жизни и развитием технологии, для XXI века этого, на мой взгляд, маловато. Пора бы придумать что-нибудь новенькое.

2. Неустойчивость к преградам.

Если вы живете в двухэтажном доме с большим количеством мебели, техники и комнат, хочу вас огорчить, все это может стать препятствием для сигнала Wi-Fi и значительно снизить скорость передачи данных. В данном случае придется затрачиваться на несколько точек доступа для комфортного пользования интернетом.

3. Ограниченный радиус действия.

Радиус действия обычного Wi-Fi маршрутизатора использующего стандарт 802.11b или 802.11g, составляет 45 м в помещении и 450 м снаружи. Однако, если будет происходить наложение сигналов соседних точек, это отрицательно скажется на скорости. Эта проблема может возникнуть при большой плотности точек доступа, например, в больших многоквартирных домах, где многие жильцы ставят свои точки доступа Wi-Fi.

Думаю, теперь стало понятно, что такое Wi-Fi и как работает. Теперь можем переходить к технологии, которая в будущем может перевернуть представление о доступе в сеть. Речь пойдет о Li-Fi. Итак, обо всем по порядку.

Light Fidelity, или сокращенно Li-Fi (аббревиатура в названии составлена, по аналогии с Hi-fi и Wi-fi, из английских слов «light» — «свет» и «fidelity» — «точность»), представляет собой *оптическую* технологию беспроводной передачи данных. Впервые эта технология была продемонстрирована в 2011 году, на конференции TED Talk ученым и создателем Харальдом Хаас (Harald Haas).

Идея использовать свет в качестве передачи данных на самом деле не так уж и нова. Так, канадец шотландского происхождения, ученый Александр Белл, в 1880 году отправил сообщение при помощи фотофона (подробно о фотофоне можно прочитать в Википедии).

В последнее время также стал активизироваться интерес к связи в видимом свете. Ученые стали понимать, что распространение светодиодов, которые поддаются более тонкой настройке, чем обычные лампы накаливания, наверняка сделает технологию экономичнее и удобнее в использовании. Есть еще один важный фактор — быстро растущую популярность беспроводных коммуникационных устройств во всем мире.

Еще одна причина, вследствие которой ученые стали искать альтернативу.

У существующей беспроводной Интернет-сети есть проблема: чем доступнее она становится, тем медленнее работает.

В условиях плотных городских застроек диапазон, в котором передаются сигналы Wi-Fi, все чаще переполнен помехами в основном от других аналогичных устройств. Более того, физика электромагнитных волн устанавливает верхний предел пропускной способности традиционных Wi-Fi. Короче говоря, на заданной частоте можно передавать лишь определенное количество данных. Чем ниже частота волны, тем меньше данных она может передать.

Но что, если бы можно было передавать информацию, используя волны гораздо более высокой частоты? Свет, как и радио, представляет собой электромагнитную волну, но она имеет примерно в 100000 раз большую частоту, чем Wi-Fi сигнал. А лицензия на лампочку не нужна, нужно только, чтобы она очень быстро и точно мерцала для передачи сигнала.

Вряд ли кому понравится идея работать при мерцающем свете. Но Li-Fi стандарт, предложенный всего два года назад, стремительно преобразился с технологической точки зрения.

Во-первых, данные передаются на светодиодные лампочки — это может быть лампа, освещающая помещение, в котором вы находитесь. Она мигает со скоростью до миллиардов раз в секунду. Это мерцание настолько быстро, что человеческий глаз не может его воспринять. (Для сравнения, средняя энергосберегающая компактная люминесцентная лампа мерцает от 10000 до 40000 раз в секунду). Приемник на компьютере или мобильном устройстве, на который попадает видимый свет, декодирует это мерцание в данные. Светодиодные лампы передают сигналы в 10 раз быстрее, чем самая высокоскоростная Wi-Fi сеть.

С **Li-Fi технологией** экспериментировали инженеры компании Oledcomm. Команда университета Фудань представила экспериментальную Li-Fi сеть, в которой четыре компьютера были подключены к одной и той же лампочке. Другие исследователи работают над передачей данных через светодиоды различных цветов.

Изобретение **Li-Fi** было названо журналом Time одним из самых значимых в 2011 году. А Интернет-издание Huffington Post внесло новую технологию в десятку самых любопытных новаторских идей, за которыми стоило следить в 2012 году. Li-Fi может кардинально изменить способ передачи информации и обеспечить скорость обмена данными до 600 Мбит/с. «При использовании нашей технологии плотность передаваемых данных повышается в тысячу раз, — рассказывает научно-популярному журналу «Фокус» автор изобретения, профессор института Эдинбурга Харальд Хаас. — С помощью светового спектра мы можем передавать данные не одним потоком, как при использовании радиоволн, а тысячами таких потоков одновременно и параллельно на более высоких скоростях».

Электромагнитный спектр, частью которого являются используемые в Wi-Fi и сотовой связи радиоволны, также включает спектр видимого света. Хаас обнаружил, что разная скорость мерцания света позволяет передавать данные: когда лампа включена, передаётся цифровая

единица, когда отключена — ноль. Технология Li-Fi работает, модулируя двоичным кодом поток света от специального светодиодного источника. Модуляция осуществляется на высокой частоте, гораздо быстрее, чем это может уловить человеческий глаз. А само приемно-передающее устройство по внешнему виду ничем не отличается от светодиодной лампочки для бытового освещения.

Сейчас в мире используется более 14 млрд. ламп. Для Хааса это готовая инфраструктура, которую нужно оборудовать специальными чипами, стоимость которых будет варьироваться от \$1 до \$5. Этого достаточно, чтобы превратить обычную лампу в прибор, способный передавать данные.

Учёный считает, что его изобретение не приведёт к полному отказу от использования радиочастот, но уверен, что Li-Fi может заменить привычный диапазон там, где сотовая связь и интернет дают сбой или их использование невозможно. Хаас также называет такой способ передачи данных максимально защищённым от перехвата, ведь зона распространения света, в отличие от радиоволн, ограничена естественными преградами и работает только в условиях прямой видимости. «Эта технология применима везде, где есть освещение, — поясняет Хаас. — Для нас приоритетным направлением является использование Li-Fi в зданиях. И уже на следующем этапе мы будем разрабатывать возможности применения этой технологии вне помещений».

Приемные датчики, подключенные к компьютерам или другим цифровым электронным устройствам, позволяют получать информацию тогда, когда на них падает прямой свет от источника Li-Fi.

Ещё совсем недавно Li-Fi считалась планом на далёкое будущее, однако новая компания Oledcomm представила Android-смартфон, оснащённый Li-Fi приёмником, который находится на месте фронтальной камеры. Данный смартфон показывает нам, что у технологии Li-Fi есть большое будущее.

Также компания Oledcomm представила внешний Li-Fi приемник, который подключается к смартфону с помощью разъёма 3,5 мм. Такое устройство даёт возможность принимать Li-Fi сигнал тем устройствам, которые изначально не оснащены нужным модулем.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование видимых световых лучей в качестве передачи данных имеет следующие преимущества перед радиоволнами:

1. Выгода электропотребления (КПД радиомодемов не превышает 5%, почти вся их энергия уходит в тепло).

2. Светом возможно передавать данные на гораздо большей скорости, чем по радио, но за счет меньшего расстояния.

3. Светодиодные лампочки возможно использовать в очень населенных городах, и точки доступа не будут забиты и «конфликтовать» друг с другом, как на примере с Wi-Fi. Датчики приема и передачи Li-Fi можно установить абсолютно в любых местах: на уличных фонарях, деревьях, зданиях и т. д. Также вполне возможна замена традиционной сотовой связи на гибридную, с использованием технологии Li-Fi в городских условиях.

Новая технология может оказаться в ближайшем будущем самым экологичным и экономичным способом передачи информации. Разработчики технологии во главе с Х. Хаасом готовят несколько пилотных проектов, которые позволят сделать связь Li-Fi такой же привычной, как сотовая и Wi-Fi.

Преимуществом Li-Fi является и безопасность передачи данных. Для того чтобы перехватить информацию, передаваемую через Li-Fi, злоумышленнику потребуется разместить свое шпионское оборудование буквально у вас «на коленях».

Помимо вышесказанного, технология оптической беспроводной связи Li-Fi может без ограничений использоваться в местах, где запрещено использование оборудования, излучающего посторонние радиоволны, которые могут нарушить нормальную работу критичного оборудования. К таким местам, безусловно, относятся реанимационные палаты медицинских учреждений, салоны самолетов и некоторые другие места.

Li-Fi имеет один большой недостаток по сравнению с Wi-Fi: вы, вернее ваше устройство, должно быть в пределах видимости лампочки. При этом нет потребности в специальных лампах, в принципе, к Интернету может быть подключена обычная лампа у вас на работе или дома. Но это будет означать, что, в отличие от Wi-Fi, вы не можете пойти в соседнюю комнату, если в ней нет лампочки с установленным подключением.

Итак, что же такое технология Li-Fi.. Прорыв в науке? Или бесполезная игрушка?

Ученые говорят, что в будущем Li-Fi вполне может стать дешевым и энергоэффективным методом передачи данных по сравнению с существующими сейчас беспроводными радиосистемами.

Я думаю, время покажет.

Литература:

1. Сайт свободной энциклопедии Википедия [Электронный ресурс]: WI-FI: <http://ru.wikipedia.org/wiki/WiFi>, свободный.
2. Пролетарский, А. В. Беспроводные сети Wi-Fi/Пролетарский А. В., Баскаков И. В., Чирков Д. Н. — М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ; Лаборатория знаний, 2007—216 с.
3. Сайт www.needpc.ru [Электронный ресурс]: Wi-Fi беспроводные сети: <http://www.needpc.ru/articles/wi-fi/>, свободный.
4. Сайт http://leeet.net/technology_wi-fi.php [Электронный ресурс]:

Эффективности использования метода моделирования в среде Excel на практических занятиях по информатике

Аминов Истам Барноевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
Ходжаева Дамира Фарходовна, ассистент,
Самаркандский государственный университет (Узбекистан)

В статье рассматриваются основные вопросы, возможности и эффективности использования метода моделирования в практических занятиях по информатике в вузе. Особое внимание уделяется организации и планированию практические занятия с использованием моделирования.

Ключевые слов: моделирование, компьютерное моделирование, организация, планирование и эффективность использования метода моделирования в среде Excel.

Современное развитие информационных технологий и уровень распространения информационных технологий в высшем образовании позволяют преподавателю сегодня использовать компьютер как повседневное средство обучения. Возможности использования компьютера с его периферийными устройствами на практических занятиях огромные.

Одним из эффективных направлений использования компьютера на практических занятиях по информатике является компьютерное моделирование. Математическое моделирование и компьютерное моделирование может служить мощным средством решения различных учебных задач в практических занятиях, причём, не только познавательных, но и эвристических.

Одним из наиболее перспективных направлений использования информационных технологий в высшем образовании является компьютерное моделирование физических процессов и явлений. Рост компьютеризации вуза дает возможность каждому преподавателю использовать на своих занятиях информационные технологии, что с одной стороны, активизирует внимание студентов и усиливает их интерес к занятию, а с другой — облегчает работу студентов и преподавателя.

Компьютерные модели легко вписываются в традиционных практических занятиях, позволяя преподавателю продемонстрировать на экране компьютера многие эффекты, а также позволяют организовать новые нетрадиционные виды учебной деятельности.

Под моделью мы понимаем систему, неотличимую от моделируемого объекта в отношении некоторых свойств, которые полагают существенными, и отличимую по всем остальным свойствам, которые полагаются несущественными; при этом отсутствие в модели несущественных элементов не менее важно, чем присутствие в ней существенных.

Исходный объект и его модель понимаются как системы. Понятие системы в свою очередь предполагает: наличие элементов, ее составляющих, наличие связей между ними; целостность системы, наличие свойств и у модели и у ее объекта, которые проявляются как через отношения

между элементами модели, так и через отношения с внешними объектами.

В практических занятиях по информатике модели нужны для того, чтобы:

- a) понять сущность изучаемого объекта: какова его структура, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром;
- b) научиться управлять объектом или процессом и определить наилучшие способы управления при заданных целях и категориях;
- c) прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект;
- d) решать прикладные задачи.

Моделирование — процесс создания и исследования модели.

Моделирование может быть связано с моделированием для других дисциплин. При этом реализуются между предметные связи, происходит обогащение информатики содержательными задачами, а конкретных наук — мощными средствами решения задач, интеграции образования в целом. Студенты видят пользу от информатики, громадную область приложения полученных при ее изучении знаний. Следовательно, повышается интерес к обучению в целом.

Моделирование играет подчиненную роль: оживить изучаемый материал. Несмотря на недостаточное владение студентам математическим аппаратом, активная опора на информационные технологии позволяет успешно применять математические знания, например, при решении математических задач. Здесь можно применять известные программные средства, такие как электронная таблица MS Excel, математические пакеты MathCAD, MathLab, Maple и др.

Информатика — предмет, в котором много внимания уделяется практическим навыкам работы в различных программных средах. Одной из таких программ является электронная таблица Excel. Она предназначена для работы с числовой информацией: представлению ее в различных форматах, вычислениями по формулам и функциям, построению разнообразных графиков и диаграмм.

Именно поэтому электронные таблицы являются идеальной средой для моделирования.

В них можно построить как простые наглядно-образные модели, основанные на возможности форматирования ячеек, так и сложные вычислительные модели, основанные на умении использовать формулы и функции.

Применение электронных таблиц на занятиях по информатике может сократить время при проведении однотипных расчетов, например при выполнении практических и лабораторных работ, где требуется рассчитывать одни и те же математические величины для нескольких опытов.

Использование электронных таблиц Excel на практических занятиях по информатике обусловлено следующими причинами:

а) функциональные возможности программы Excel заведомо перекрывают все потребности по автоматизации обработки данных эксперимента, построению и исследованию моделей;

б) универсальная программа Excel обладает стандартным интерфейсом;

в) изучение Excel предусматривается программами общего образования по информатике, следовательно, возможно эффективное использование Excel в условиях осуществления межпредметных связей с информатикой и другими учебными дисциплинами, например, с математикой;

г) данная программа отличается доступностью в изучении и простотой в управлении, что принципиально важно как для ученика, так и для учителя;

д) результаты деятельности на рабочем листе Excel (тексты, таблицы, графики, формулы) «открыты» пользователю.

Программные средства Excel обладает едва ли не самым богатым инструментарием для работы с графиками. Excel позволяет с использованием приемов автозаполнения представлять данные в табличной форме, оперативно их преобразовывать с использованием огромной библиотеки функций, строить графики редактировать их практически по всем элементам, увеличивать изображение какого-либо фрагмента графика, выбирать функциональные масштабы по осям, экстраполировать графики и т. д.

Цель практического занятия с использованием метода моделирования в информатике является, показать применение программного средства для решения задач, совершенствовать навыки составления математических моделей, проверить умение студентов выделять свойства объекта, существенные для решения задачи.

Моделирование начинается со знакомства с новым материалом, с новыми понятиями. Затем описывается процедура проведения занятия. План практического занятия с использованием метода моделирования по информатике состоит из следующих этапов:

1. Повторение основных этапов решения задачи на компьютере.

2. Решение задачи на моделирование в среде Excel с подробным разбором.

3. Решение задачи.

4. Обучающая практическая работа на закрепление навыков составления модели.

5. Подведение итогов занятия.

В начале практического занятия вводится понятие моделирование, место моделирования в деятельности человека, основные этапы моделирования, понятие компьютерного эксперимента.

При организации учебной деятельности студентам сочетаются различные методы. При выборе и сочетании методов обучения преподавателю информатики необходимо руководствоваться соответствием методов целям и задачам обучения и каждого конкретного занятия.

Процесс разработки моделей и их исследования на компьютере можно разделить на несколько основных этапов:

- постановка задачи;
- оценка имеющейся информации и выбор плана создания модели;
- создание модели;
- проверка адекватности модели;
- получение решения задачи с помощью модели.



Рис. 1.

Особенности построения моделей для электронной таблицы, построение математических моделей. Построение модели рассматривается по схеме (рис. 1.).

Занятия построены таким образом, что начальные задания содержат подробный алгоритм выполнения, и студенты шаг за шагом проходят все этапы компьютерного моделирования от постановки задачи до анализа полученных результатов. Затем студенты выполняют индивидуальные задания, закрепляя теоретический материал. Приобретенные студентами знания и практические навыки компьютерного моделирования позволяют им в дальнейшем профессионально совершенствоваться в среде новых компьютерных технологий.

Моделирование может быть также связано с моделированием собственных, внутренних объектов информатики: редакторов, исполнителей. При этом происходит логическое завершение курса информатики. Это ведет к уверенности в собственных силах, закреплению интереса к информатике, прочности знаний. Таким образом, достигаются общеобразовательные цели, формируется компьютерная образованность.

Проведение интегрированных занятий и использование метода моделирование на практических занятиях

по информатики предоставляет большие возможности для формирования навыков математического моделирования, позволяющего рассматривать различные варианты развития исследуемого процесса и выбрать альтернативную стратегию поведения, что обеспечит в будущей профессиональной деятельности нахождение согласованного решения в сложной, противоречивой ситуации.

Хорошо подготовленная и организованная занятия раскрывает связь между разными идеями, отражает альтернативные точки зрения, рассматривает все объяснения фактов, сомнения в достоверности выводов, а также занятия мотивирует дальнейшее обучение. Студенты самостоятельно формулируют, обосновывают и выражают идеи и представления, самостоятельно постигает ведущие понятия и идеи, при помощи анализа, синтеза, обобщения материала вырабатывает ценностные суждения о методах, решениях, идеях.

Таким образом, использования метода моделирование в среде Excel на практических занятиях по информатики в сочетании с принципом деятельности повышает интерес к знаниям, позволяет облегчить процесс их усвоения, способствует развитию познавательного интереса и активизации учебно-познавательной деятельности студентов.

Литература:

1. Королев, А. Л. Компьютерное моделирование. — М.: Бином, 2010.
2. О. К. Мясникова. Моделирование и формализация в курсе информатики. // Информатика и образование, № 11—2003.
3. Мартышко, В. И. Компьютерное моделирование экономических задач на занятиях информатики. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей Междунар. научно-техн. конф. — Пенза: ПДЗ, 2010. — С. 165—167.

Построение трёхмерной модели лица человека путём совмещения множеств трёхмерных точек

Андреев Дмитрий Юрьевич, научный сотрудник
ОАО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт»

Захаров Олег Сергеевич, генеральный директор
ООО «ЛУТ» (г. Москва)

Куликов Сергей Владимирович, инженер
ОАО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт»

Возможности биометрической аутентификации по лицу человека при использовании обычной камеры ограничены точностью алгоритмов реконструкции трёхмерной геометрии по освещению лица. Такие алгоритмы постоянно совершенствуются, однако качество данных, получаемых с помощью специализированных сенсоров, остаётся на порядок выше. В данной статье рассматриваются алгоритмы первичной обработки лица человека и построения трёхмерной модели, которая может быть использована для биометрической аутентификации.

Ключевые слова: сенсор движения, карта глубины, множество трёхмерных точек, активная модель, закрашивание, ключевые точки, дескрипторы, поиск соответствий, бинарный поиск, сигнулярное разложение, трёхмерная модель лица.

Существует два основных принципа, которые используются специальными сенсорами движения для определения расстояния до объектов. Сенсоры типа time-of-flight, TOF определяют дальность, используя скорость света, измеряя время пролёта светового сигнала, испускаемого камерой, и отражённого каждой точкой получаемого изображения. Камера обеспечивает точность измерения глубины порядка 1 сантиметра. Такой принцип, к пример, использовался в Microsoft Xbox One Kinect. Второй принцип — структурированная подсветка (structured light). Сенсоры такого типа помимо обычной RGB камеры оснащены также инфракрасной камерой и инфракрасной подсветкой. На объекты в поле зрения RGB камеры проецируется инфракрасная сетка и по положению точек на изображении, полученном с помощью инфракрасного сенсора,

определяется расстояние до соответствующих пикселей на обычном изображении. Таким образом, на выходе сенсор формирует 2 кадра — обычный RGB кадр и карту глубины объектов (рисунок 1). Анонсирован выход сенсора Intel RealSense, предназначенного именно для сканирования лица, позволяющего получать изображение высокого качества (рисунок 2).

Однако всем этим сенсорам присущи одни и те же ограничения — точки, до которых не может добраться луч света, или от которых луч света отражается зеркально (глянцевые участки), дают «провалы» на карте глубины.

Кроме того, изображения, получаемые непосредственно с помощью драйвера сенсора не выровнены между собой (рисунок 3), и необходима дополнительная процедура нахождения соответствия между точками изображений.

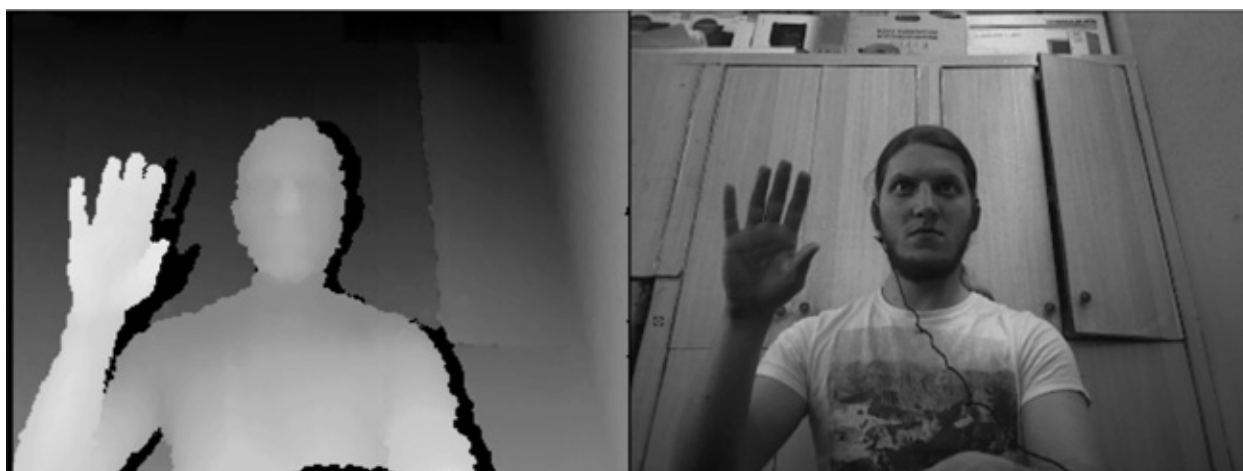


Рис. 1. Пара кадров, получаемых с помощью сенсора движения Asus Xtion Pro

Для совмещения данных RGB кадров и кадров с картой глубины необходимо знать матрицу преобразования между этими пространствами. Библиотека Point Cloud Library [1] обладает необходимыми данными в том числе и для применяемого в данной работе сенсора Asus Xtion

Pro, и была использована для получения множеств трёхмерных цветных точек (рисунок 4).

Для сокращения области поиска лица и уменьшения вероятности ложного обнаружения лица, исключаются точки, расстояние до которых больше некоторого за-



Рис. 2. Карта глубины лица, получаемая с помощью сенсора Intel RealSense



Рис. 3. Наложенная на обычное изображение карта глубины

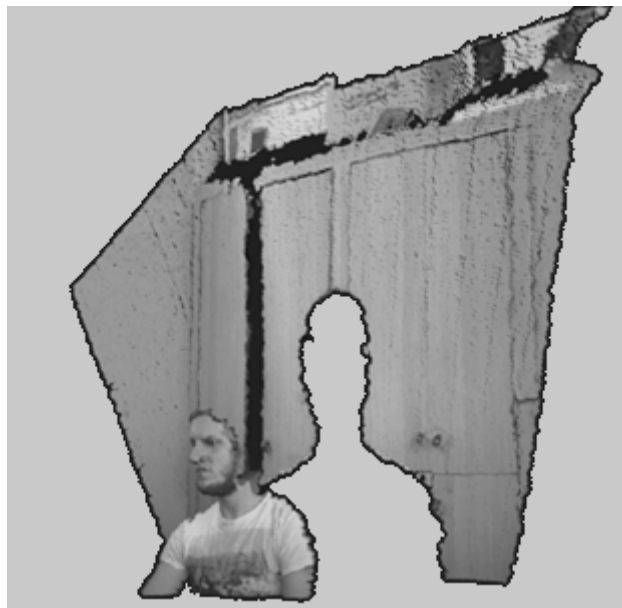


Рис. 4. Множество трёхмерных цветных точек, полученных с сенсора Asus Xtion Pro

данного значения. Значение выбирается в соответствии с ожидаемым расстоянием нахождения пользователя. В данном случае был выбран порог в 1 метр. Выполняется проекция оставшегося облака точек в пространство RGB.

Для поиска ключевых точек на изображении лица, к которым, например, относятся центры глаз, кончик носа, углы рта, используются активные модели [2]. Активная

модель представляет собой статистическую модель расположения ключевых точек на лице человека, сформированную с использованием большой базы лиц с вручную определёнными координатами ключевых точек. При применении активной модели для определения ключевых точек на конкретном изображении статистическая модель «накладывается» на реальное лицо и деформируется для наибольшего совпадения с ним (рисунок 5).

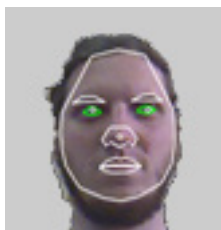


Рис. 5. Поиск ключевых точек с использованием адаптивной модели внешнего вида

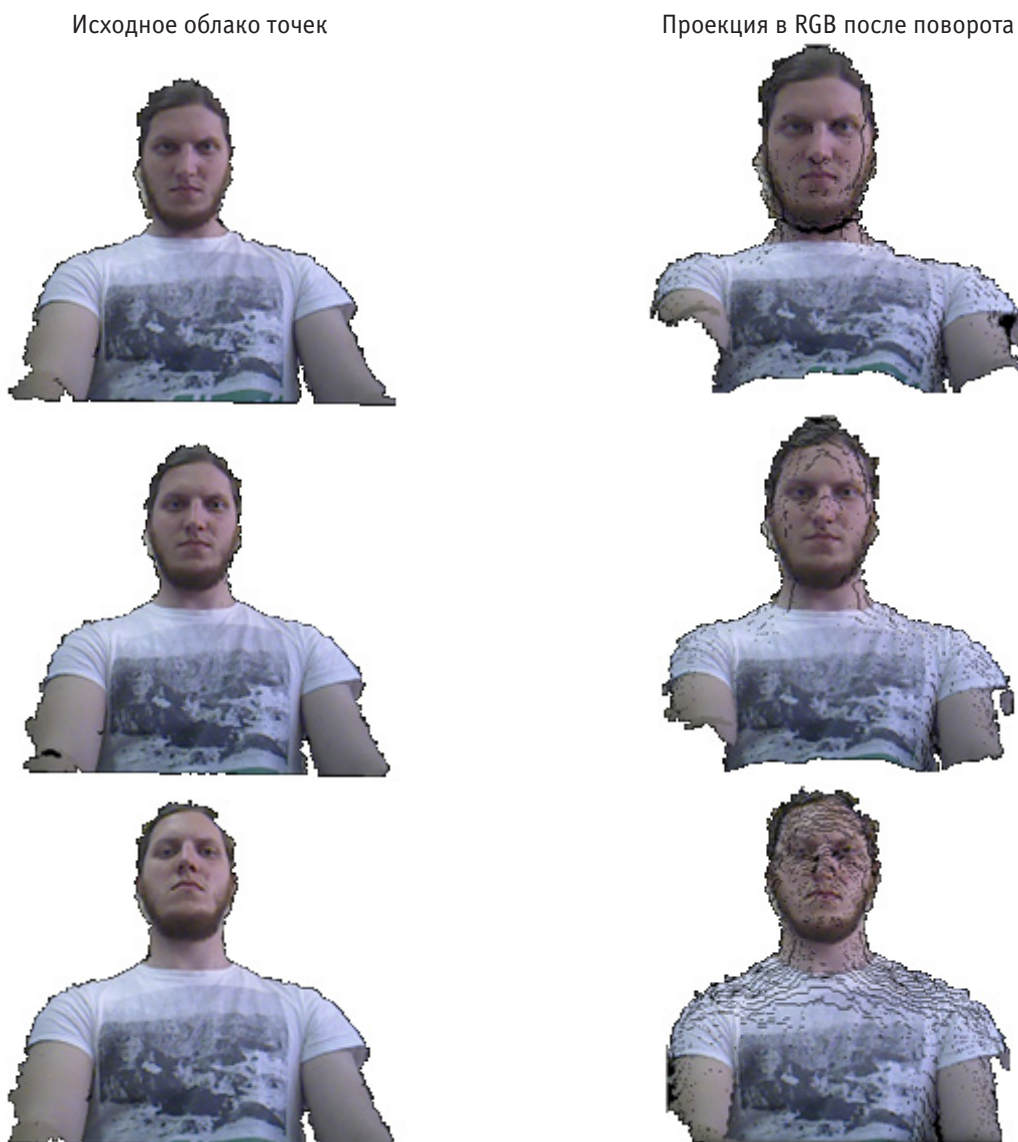


Рис. 6. Выравнивание плоскости лица



Рис. 7. Восстановленное изображение лица



Рис. 8. Ключевые точки SIFT

После того, как с помощью активной модели множество трёхмерных точек, принадлежащих лицу, установлено, задача регрессии для нахождения плоскости лица (рисунок 5) решается с помощью метода главных компонент. Для множества точек лица находятся 2 главных компонента, коэффициенты которых представляют собой координаты векторов, образующих плоскость.

Находится матрица преобразования, описывающая поворот плоскости xOy к плоскости, параллельной плоскости лица. Выполняется проекция множества точек на найденную плоскость. В результате проекции множества точек на плоскость, параллельную лицу, изображение лица остаётся фронтальным несмотря на повороты лица (рисунок 6).

Поворот множества точек приводит к появлению «провалов» при проекции в RGB пространство. В пространстве RGB изображение может быть восстановлено с помощью метода закрашивания Александру Телеа (Alexandru Telea [3]). Восстановленные с помощью закрашивания изображения лица, для кадров, приведённых выше, показаны на рисунке 7.

Другой, более предпочтительный вариант — совмещение нескольких множеств цветных трёхмерных точек, полученных с разных кадров. Трёхмерная модель лица, полученная с помощью одного кадра (для сенсора Asus Xtion Pro) является достаточно грубой.

Для уточнения модели необходимо объединять множества трёхмерных точек, полученных с разных кадров, для этого для каждой пары последовательных кадров i , $i+1$ выполняется следующий алгоритм:

1. Выполняется поиск ключевых точек SIFT [4].

2. Для найденных ключевых точек вычислить дескрипторы FPFH [5].

3. Найти соответствия между найденными дескрипторами с помощью алгоритма kd-tree nearest neighbor search.

4. Исключить «плохие» соответствия используя метод RANSAC [6].

5. На основе оставшихся соответствий между парами дескрипторов найти преобразование одного множества точек в другое как решение уравнения в матричной форме $Ax=B$, где A и B — множества точек, x — искомое преобразование.

Инвариантное к масштабированию преобразование, позволяющее извлекать особенности, основывается на построении пирамиды гауссианов (Gaussian) и разности гауссианов (Difference of Gaussian, DoG). Инвариантность относительно масштаба достигается за счет нахождения ключевых точек для исходного изображения, приведённого к разным размерам. Строится пирамида гауссианов: все масштабируемое пространство разбивается на некоторые участки — октавы, причем часть масштабируемого пространства, занимаемого следующей октавой, в два раза больше части, занимаемой предыдущей. При переходе от одной октавы к другой делается ресэмплинг изображения, его размеры уменьшаются вдвое. За ключевые точки, принимаются пиксели, которым в пирамиде DoG соответствует экстремум как внутри уровня, так и между соседними уровнями (точнее говоря, эти точки проходят две дополнительные проверки и только после этого могут считаться ключевыми). Пример найденных ключевых точек SIFT показан на рисунке 8.

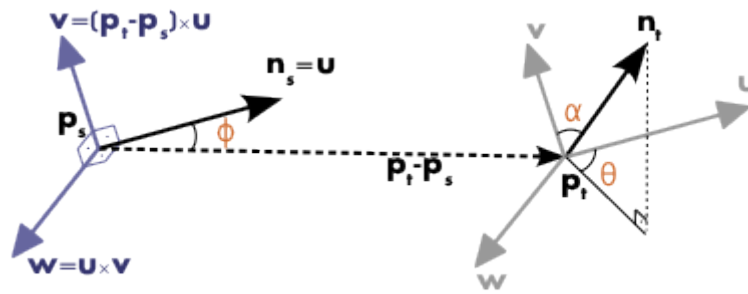


Рис. 9. Параметры дескриптора SPFH

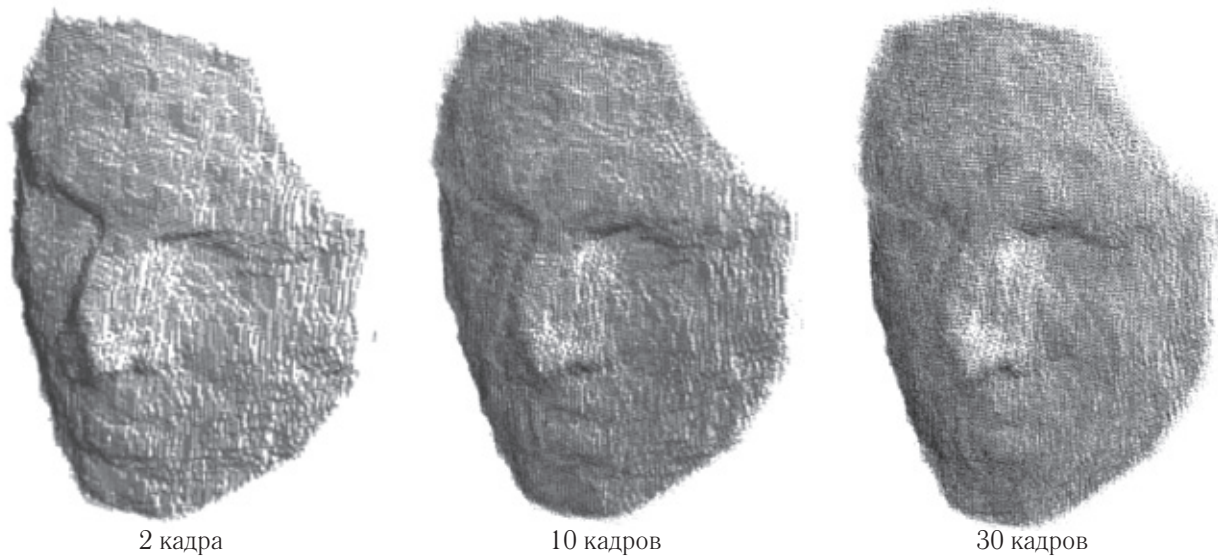


Рис. 10. Трёхмерная модель лица, полученная совмещением множеств трёхмерных точек

Дескрипторы FPFH (Fast Point Feature Histograms) основаны на дескрипторах SPFH (Simplified Point Feature Histograms), которые для каждой пары точек p_s и p_t вместо исходных 12 параметров (2 трёхмерных координат и 2 нормалей к поверхностям) позволяют получить 4 параметра $\langle \alpha, \phi, \theta, d \rangle$, где первые 3 значения — углы, показанные на рисунке 9, а d — расстояние Евклида между точками p_s и p_t .

Значение дескриптора FPFH точки p_q рассчитывается через значения дескрипторов SPFH k соседних точек $SPSH(p_k)$.

$$FPFH(p_q) = SPFH(p_q) + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{1}{\omega_k} \cdot SPFH(p_k) \quad (1)$$

где ω_k — весовая функция, вычисляемая через обратную величину расстояния между точками p_q и p_k .

Поиск соответствий «каждый с каждым» слишком ресурсоёмкий, поэтому выполняется поиск соответствий с помощью вычисленных дескрипторов FPFH между парами ближайших в пространстве точек из разных множества. Поиск пар ближайших точек осуществляется с помощью метода kd-tree nearest neighbor search. С помощью метода Random Sample Consensus найденные соответствия разделяются на «хорошие» (inliers) и «ложные» (outlier). Для найденных «хороших» соответствий в матричной форме решается уравнение $Ax=B$, где в строчках матриц A и B представлены все найденные «хорошие» соответствия и с помощью сигнулярного разложения находится матрица преобразования x .

Полученное последовательное совмещение нескольких множеств точек, полученных с разных кадров (двух, десяти, тридцати) показано на рисунке 10.

Литература:

1. URL: <http://pointclouds.org/>

2. Timothy, F. Cootes, Gareth J. Edwards, and Christopher J. Taylor, Active Appearance Models // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 23, no. 6, June, 2001 г.
3. Alexandru Telea, An Image Inpainting Technique Based on the Fast Marching Method. // Journal of Graphics, GPU, and Game Tools 91, 2004 г., стр. 23–34
4. David, G. Lowe, Distinctive image features from scale-invariant keypoints // International Journal of Computer Vision, 60, 2, 2004 г., стр. 91–110
5. URL: http://pointclouds.org/documentation/tutorials/pointcloud_estimation.php
6. Ruwen Schnabel Roland Wahl Reinhard Klein, Efficient RANSAC for Point-Cloud Shape Detection // The Eurographics Association and Blackwell Publishing, vol. 0, no. 0, 2007 г.

Реинжиниринг геоинформационной системы компании ООО «Владлинк»

Бессонов Илья Игоревич, студент

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

В статье описывается задача реинжиниринга геоинформационной системы компании ООО «Владлинк». Геоинформационная система применяется в компании для проектирования сетевой инфраструктуры и просмотра данных об оборудовании на определённом участке сети. Приведены особенности архитектуры приложения и возможные подходы для выполнения реинжиниринга.

Ключевые слова: реинжиниринг, подходы реинжиниринга, геоинформационная система, функции ГИС, создание новой информационной системы, модификация существующей информационной системы, адаптация готовой информационной системы.

Основная деятельность компании ООО «Владлинк» заключается в предоставлении услуг Интернета и телевидения абонентам. В ходе осуществления своей деятельности, компания выполняет задачи по модернизации, ремонту и территориальному расширению сетевой инфраструктуры. Такие же задачи стоят и перед всеми остальными интернет-провайдерами, предоставляющими телекоммуникационные услуги. Особенностью этих задач является необходимость использования географических данных для планирования и управления сетями. Применение геоинформационных систем (ГИС) позволяет провайдерам оценивать состояние сетевой инфраструктуры, улучшать качество предоставляемых услуг и планировать мероприятия по модернизации оборудования и расширению зоны покрытия.

В компании ООО «Владлинк» отделом информационных технологий, была разработана собственная ГИС. В результате разработки была получена интерактивная визуальная модель инфраструктуры сети. К функциям ГИС можно отнести следующие: проектирование сетевой инфраструктуры компании; просмотр данных об оборудовании на конкретных участках сети, количестве абонентов в домах и состоянии подключаемых домов к общей сети, а также выполняемых в них работах на текущий момент.

Несмотря на широкие функциональные возможности системы, в ходе её эксплуатации были выявлены следующие недостатки:

— необходимость постоянного ручного обновления данных проектировщиком при изменениях на каких-либо участках сети;

— отсутствие данных о выполненных действиях пользователями.

Для устранения указанных недостатков было принято решение о выполнении реинжиниринга системы состоящего в добавлении нового функционала.

При осуществлении реинжиниринга может применяться один из следующих подходов [1]:

— создание новой информационной системы (ИС) взамен существующей;

— модификация существующей ИС;

— адаптация готовой ИС стороннего разработчика.

Положительные и отрицательные стороны использования перечисленных подходов представлены в таблице 1.

Для выполнения реинжиниринга ГИС наиболее оптимальным является подход модификации существующей информационной системы, так как он удовлетворяет следующим критериям:

— ограниченность срока на выполнение реинжиниринга;

— отсутствие необходимости остановки существующей системы, в период осуществления реинжиниринга.

Помимо этого, добавляемый функционал будет являться расширением функционала существующей системы, то есть большая часть компонентов может быть заимствована из действующей системы.

В результате выполнения проектирования информационной системы с учётом добавляемых функциональных возможностей системы была составлена модель прецедентов. Проектирование осуществлялось с применением объектно-ориентированного подхода по методике ICONIX [2, 3].

Таблица 1. Положительные и отрицательные стороны подходов реинжиниринга

Название подхода	Плюсы	Минусы
Создание новой ИС	<ul style="list-style-type: none"> — достаточная изученность процесса разработки; — более точная прогнозируемость по времени, стоимости и другим ресурсам; — возможность отказаться от устаревших технологий и применить новые технологии 	<ul style="list-style-type: none"> — высокая ресурсоёмкость; — необходимость наличия резерва времени; — высокая вероятность повторного решения задач, выполненных на приемлемом уровне
Модификация существующей ИС	<ul style="list-style-type: none"> — небольшая ресурсоёмкость; — малые затраты на переобучение пользователей; — возможность 	<ul style="list-style-type: none"> — сложность прогнозирования процесса, оценки необходимых ресурсов; — сложность
	<ul style="list-style-type: none"> — широкого использования компонентов существующей информационной системы; — отсутствие необходимости полной остановки системы 	<ul style="list-style-type: none"> — структурной модели, описывающей реинжиниринг ИС; — высокая вероятность «волны изменений»
Адаптация готовой ИС	— аналогично подходу модификации существующей ИС	— необходимо наличие аналогичной ИС

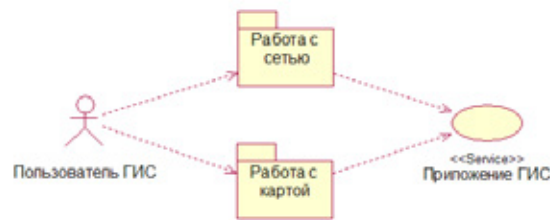


Рис. 1. Диаграмма пакетов с прецедентами

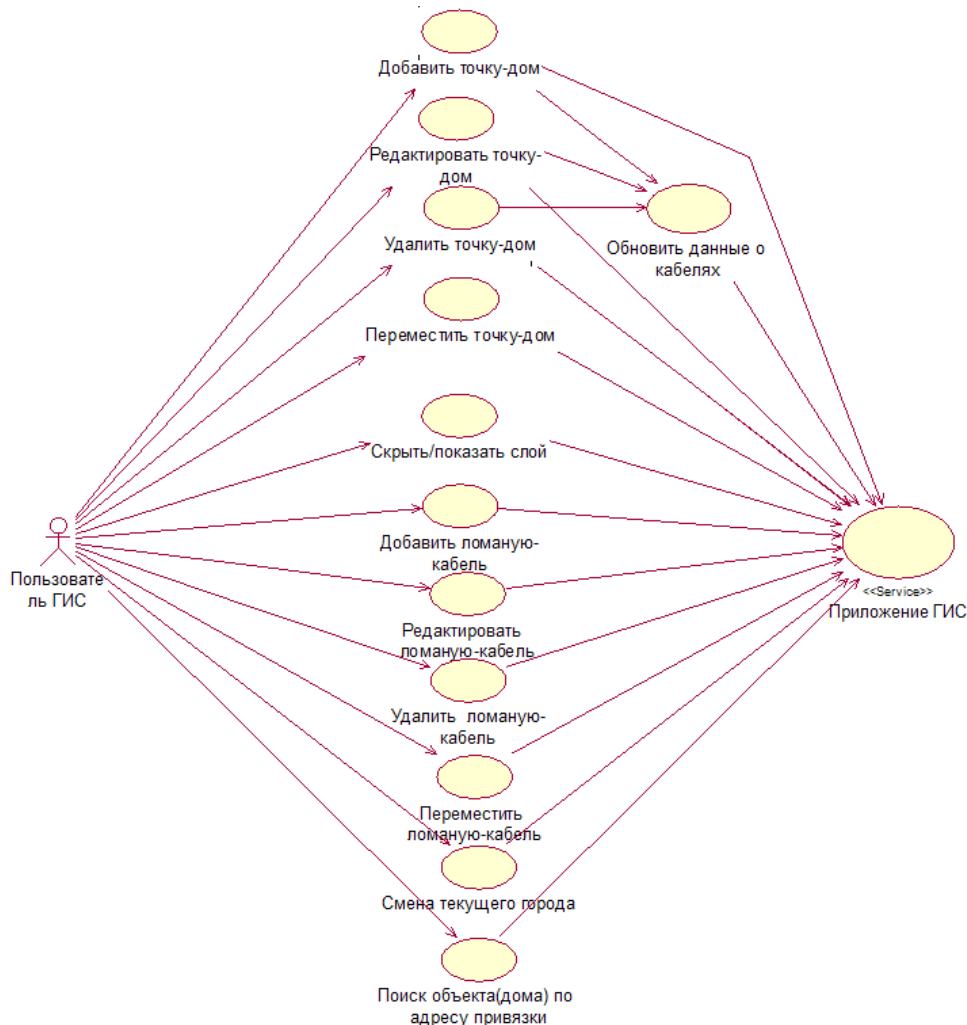


Рис. 2. Диаграмма прецедентов пакета «Работа с картой»

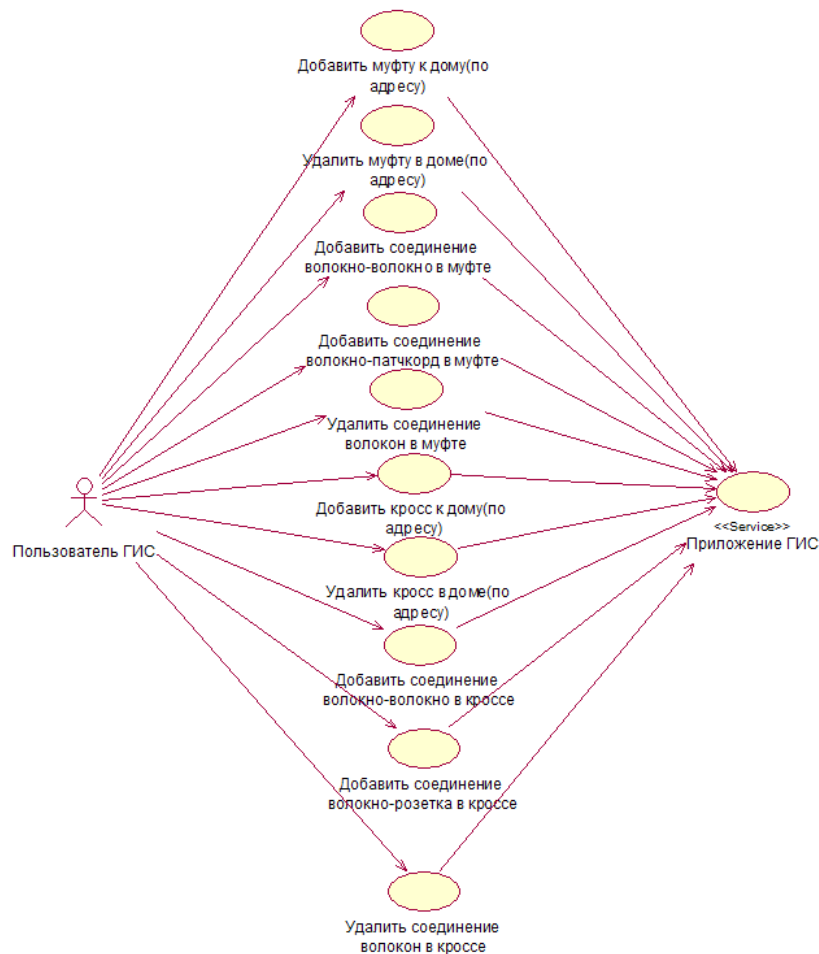


Рис. 3. Диаграмма прецедентов пакета «Работа с сетью»

Все прецеденты были сгруппированы в 2 пакета, представленные на рисунке 1. В пакет «Работа с картой», представленный на рисунке 2, были включены прецеденты, в которых пользователь выполняет действия непосредственно на слоях карты. Пакет «Работа с сетью», представленный на рисунке 3, содержит прецеденты добавления, удаления муфт или кроссов и соединений волокон в них.

В ходе реинжиниринга недостатки системы были устранены путём добавления нового прецедента «Обновить данные о кабелях» (пакет «Работа с картой») и операции создания записей о выполненных действиях.

Прецедент «Обновить данные о кабелях» вызывается, как автономно — с определённым интервалом времени, так и после выполнения прецедентов «Добавить точку-дом», «Редактировать точку-дом», «Удалить точку-дом». Назначение этого прецедента заключается в импорте данных из корпоративной информационной системы в ГИС. Непосредственно в корпоративной информационной системе происходит создание нарядов на монтаж и демонтаж оборудования. Таким образом, в базе данных корпоративной информационной системы содержится актуальная информация о текущем состоянии сетевой инфраструктуры компании. Алгоритм обновления данных

о кабелях, реализованный в одноимённом прецеденте, представлен на рисунке 4.

Операция создания записей о выполненных действиях была добавлена в прецеденты, вносящие изменения в модель сетевой инфраструктуры. Рассмотрим наиболее часто используемый прецедент «Добавить точку-дом», представленный диаграммой пригодности на рисунке 5. В этот прецедент была добавлена новая сущность «История действий пользователей» и вызов прецедента «Обновить данные о кабелях».

Используя модели, полученные в результате проектирования, была выполнена программная модификация ГИС.

ГИС представляет собой клиент-серверное приложение. Функционал клиентской части выполняют html-страницы и js-скрипты, полученные после ретрансляции GWT-компилятором. Функционал серверной части является объединением трех различных подсистем реализованных на Java, Perl, Python языках.

Подсистема «Вывод детализированной информации», написанная на языке Python, создана на основе веб-фреймворка Django. Она отвечает за вывод всплывающих окон с детализированной информацией об объектах, при наведении курсора мыши на них.

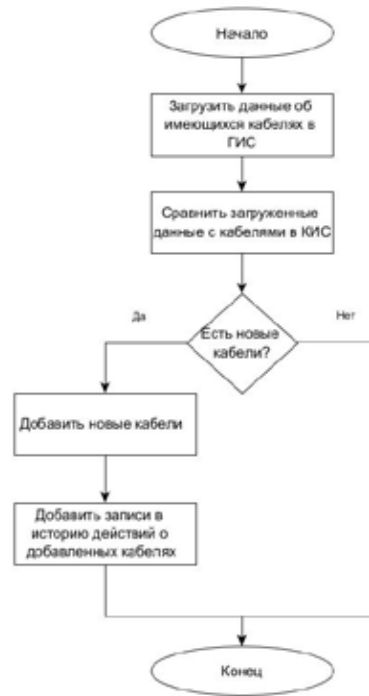


Рис. 4. Алгоритм обновления данных о кабелях

Подсистема «Операции с объектами на карте», написанная на языке Perl, реализует серверный функционал, связанный с выборкой, созданием, редактированием и удалением объектов на карте.

Подсистема «Основные функции ГИС», написанная на языке Java, отвечает за следующий функционал:

- выборка адресов улиц и номеров домов;
- загрузка требуемых областей карты;
- создание и удаление слоёв с объектами;
- создание, редактирование, удаление муфт, кроссов и соединений волокон в них;
- поиск объектов по адресу привязки.

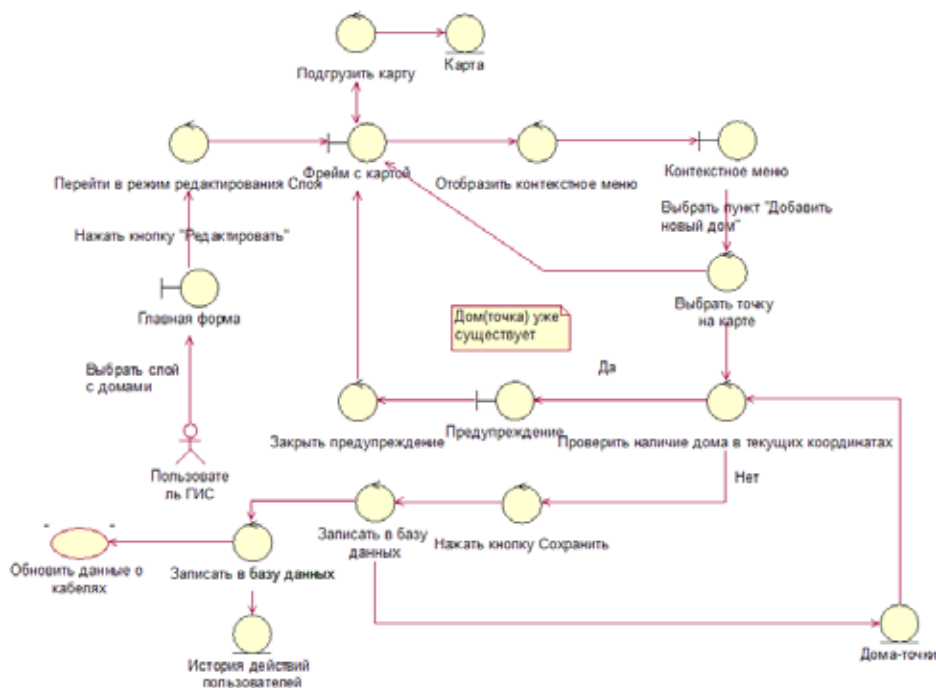


Рис. 5. Диаграмма пригодности прецедента «Добавить точку-дом»

Добавление новых функций к ГИС системе является сложным процессом, если эти функции связаны с несколькими серверными подсистемами одновременно. В случае внесения изменений в подсистему, написанную на Java, потребуется перекомпиляция GWT-проекта целиком.

Помимо этого, необходимо поддерживать актуальность версий используемых технологических решений, на что в данном случае затрачивается много времени, так как серверные подсистемы созданы на основе различных технологий.

Таким образом, перед добавлением нового функционала, необходимо реализовать переход серверных подсистем к единой технологии. В качестве целевой технологии был выбран веб-фреймворк Mojolicious. Его использование позволяет выполнить перенос серверного функционала ГИС системы за достаточно короткое время, и не требует глубокого изучения самого фреймворка перед началом непосредственного написания кода приложения.

Перенос каждой из подсистем имеет свои технологические особенности. В случае с подсистемой «Вывод детализированной информации», разработанной на платформе Django, все обрабатываемые запросы и используемые модели могут быть получены из «Менеджера URL» [4]. После выполнения анализа запросов и моделей, осуществляется перенос подсистемы на платформу Mojolicious.

Подсистема «Операции с объектами на карте» реализована на основе технологии CGI (Common Gateway Interface) с использованием библиотеки «CGI::Simple». Данная подсистема обрабатывает четыре типа запросов — get, post, put, delete, и для каждого типа вызывается различная функция из пакета «WFS». Для каждого типа запросов также выполняется анализ исходного кода используемых функций с последующей переработкой под платформу Mojolicious.

Подсистема «Основные функции ГИС» имеет модульную структуру и разработана с использованием GWT-технологии. Для выполнения переноса этой подсистемы кроме анализа исходного кода серверных модулей необходимо проанализировать код клиентских модулей.

Взаимодействие клиентских и серверных модулей реализовано посредством библиотеки «AsyncCallback» предоставляемой вместе с фреймворком GWT [5].

Библиотека «AsyncCallback» позволяет разрабатывать код приложения ориентированно на данные, обеспечивая высокий уровень абстракции. Для формирования шаблона строки запроса используется подстрока «грс», определённая в модуле «AppRequestTransport.java». Строка запроса дополняется названием клиентского модуля с названием вызываемого метода и передаваемыми аргументами, затем выполняется запрос.

После выполнения анализа соответствующих клиентских и серверных модулей, функции серверных модулей перерабатываются под платформу Mojolicious.

В полученную серверную подсистему были добавлены: программная реализация прецедента «Обновить данные о кабелях»; функция записи действий пользователей.

Реинжиниринг состоял из следующих этапов: проектирования модели прецедентов с учётом добавляемого функционала; перехода серверной подсистемы к единой технологии; добавления программной реализации требуемого функционала.

При проектировании в состав модели прецедентов был добавлен новый прецедент «Обновить данные о кабелях», автономно вносящий изменения в кабельную инфраструктуру сети без участия проектировщика. Также в прецеденты, вносящие изменения в модель сетевой инфраструктуры, была добавлена операция записи действий пользователей регистрирующая все действия пользователей.

Переход серверной подсистемы к единой технологии был обоснован особенностью её архитектуры. Использование трёх различных технологических решений является неоправданно трудоёмким как при добавлении необходимого функционала, так и в ходе дальнейшей поддержки системы.

Заключительным этапом реинжиниринга стало добавление программной реализации прецедента «Обновить данные о кабелях» и функции записи действий пользователей.

Литература:

1. Ахтырченко, К. В. Методы и технологии реинжиниринга ИС [Электронный ресурс]// Труды Института системного программирования РАН: [сайт]. [2003]. URL: <http://www.citforum.ru/SE/project/isr>. (дата обращения: 20.04.2015).
2. Мейер, Б. Объектно-ориентированное конструирование программных систем. — М.: Русская Редакция, 2004. — 1204 с.
3. Розенберг, Д., Скотт К. Применение объектного моделирования с использованием UML и анализ прецедентов. — М.: ДМК Пресс, 2002. — 160 с.
4. Документация Django [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://djangobook.ru/rel1.4/topics/http/urls.html>.
5. Документация разработчика по технологии Google Web Toolkit [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gwtproject.org/doc/latest/tutorial/buildui.html>.

Применение информационных технологий в социальной сфере

Григорьева Диана Рамилевна, кандидат педагогических наук, доцент;

Попченко Ангелина Сергеевна, студент

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережночелнинский институт (филиал)

В настоящее время одной из проблем современного мира является совершенствование социальной системы. Эта проблема актуальна, поскольку без эффективного функционирования этой системы стабильность и прогресс не имеют места в социальной среде.

Применение информационных технологий в социальной сфере — это наиболее эффективный метод решения этой проблемы. Эти технологии обладают эластичностью, ликвидностью и приспособляемостью к воздействиям внешней среды. В ходе модернизации социальной среды информационные технологии представляют собой основной фундамент общества, так как с их помощью можно улучшить и автоматизировать процессы обработки данных информации, которые в последние годы занимают значимое место в жизненном процессе человеческого общества.

Настало такое время, когда человек без современных технологий уже не может обойтись ни дня и даже просто выйти из дома, так как в повседневной жизни люди получают большое количество информации за один день, которую записывают и носят с собой в телефонах, ноутбуках и т. п.

Информационные технологии представляют перед грядущим поколением множество перспектив, например таких как: широкое применение знаний, различных данных и материалов. Людям приходится адаптироваться в усовершенствованной социальной среде. Её потенциальность и тенденцию саморазвития в основном представляют с помощью двух факторов — это информация и научные знания.

Введению информационных технологий в образование, например в формировании общего образовательного участка, увеличивается нужда людей в коммуникации, и приобретении доступа к общим невещественным резервам, осознании и обработке немалого количества информации, этому способствуют объединенные мировые информационные системы.

Современное общество называют информационным, так как большая часть населения занимается разработкой, сохранением, обработкой, реализацией информации и знаний.

Информационное общество — это высокоразвитое общество, использующее информационные технологии, с улучшенными инфраструктурами, которые способствуют производству информационных ресурсов и обеспечивают доступ к информации.

В XX века (середина 60-х годов) в Японии возник сам термин «информационное общество», на котором была основана работа специализированной группы по научным,

техническим и экономическим анализам. Эта группа создавалась правительством страны «восходящего солнца» для того, чтобы выработать методы совершенствования экономики в Японии. Спецгруппа, сформулировавшая и предложившая это название, истолковала, что оно даёт точное определение социума, в разнообразии которого распространяется информация высшего качества, и имеются все надлежащие средства для её сохранения, перераспределения и реализации. [1] Люди и организации, заинтересованные какой-либо информацией, могут требовать получения для себя сведений. Эти сведения распространяются очень легко, а главное быстро и каждый может получить их в удобной для себя форме. Пользоваться информационными услугами сейчас может каждый, так как их стоимость невысока и доступна.

Информационные технологии в социальной среде на сегодняшний день предоставляют:

1) сбор, накопление событий и статистической информации об общественных связях и развитии, социальном составе населения, возможности социальной инфраструктуры, результативности предоставляемых мер общественной охраны, классах и слоях населения нуждающихся в особом внимании;

2) сохранение данных в таком виде, который представлял бы легкое и быстрое нахождение, своевременное обновление и предъявление данных по мере надобности;

3) сопоставление показателей действительных социальных процессов с показательными образцами общественного воспроизведения населения, учитывая скорость их преобразований;

4) взаимодействие общегосударственных, общепромышленных и областных составов исследований развития деятельности социальной среды; эффективное, своевременное и полное предоставление данных и информации в положенном виде управляющим различных уровней. [2]

Роль элемента и функции информационного общества играют информационные технологии. Функция в основном направлена на хранение, оптимизацию, стабилизацию и совершенствование системы регулирования общества новых сетей. Долгое время с помощью традиций и обычаев, культурных образцов и норм, на основе правил и предписаний передавались из поколения в поколение информация и знания. На данный момент мы предоставляем эту работу технологиям. Они ранжируют большое количество информации на всемирном, областном и местном уровнях, а также имеют огромное значение в формировании техники и её структуры, в увеличении значения прогресса и динамично охватывают

огромные области социальной, политической и культурной жизни, в том числе домашний быт, развлечения и досуг. [3]

В современном мире всю жизнедеятельность человечества невозможно представить без использования компьютерной техники. Эти технологии стали продуктивны во всех жизненных процессах человека. Человеческое общество неизбежно входит в информационную эру. Вес информационной экономики постоянно увеличивается. Особенно к значительным проблемам относится прогресс и введение новейших информационных технологий во все области общественной жизни людей.

Усовершенствование компьютерных технологий позволило человеку подойти к всемирной проблеме информатизации, связанной с интеграционными процессами, которые быстро возрастают и проникают во все сферы жизнедеятельности. [4]

На данный момент информационные технологии группируются по нескольким показателям:

1. По способам построения компьютерной сети:

а) Локальные (несколько компьютеров связаны между собой);

б) Многоуровневые (сети разных уровней подчинены друг другу);

в) Распределенные (сети автоматизированных банков данных, например, банковские, налоговые и др. службы).

2. По виду технологии обработки информации (в программном аспекте):

а) Текстовая обработка;

б) Электронные таблицы;

в) Автоматизированные банки данных;

г) Обработка графической информации;

д) Мультимедийные системы;

е) Другие системы (экспертные, системы программирования, интегрированные пакеты).

3. По типу пользовательского интерфейса (т. е. с точки зрения возможностей доступа пользователя к информационным и вычислительным ресурсам):

а) С командным интерфейсом — пользователь подает команды компьютеру, а тот выполняет их и выдает результат пользователю. Командный интерфейс реализуется в виде пакетной технологии и технологии командной строки.

б) С WIMP-интерфейсом (Window — окно, Image — картинка, Menu — меню, Pointer — указатель) — ведение диалога с пользователем с помощью графических образов — меню, окон, других элементов. Примером информационных технологий с WIMP интерфейсом является операционная система MS Windows.

в) С SILK-интерфейсом (Speech — речь, Image — картинка, Language — язык, Knowledge — знание). Он наиболее приближен к обычной, человеческой форме общения. В рамках этого интерфейса идет «разговор» человека и компьютера. Разновидности SILK — интерфейс на основе речевых (команды подаются голосом путем произнесения специальных зарезервированных слов — ко-

манд) и биометрической технологии (для управления компьютером используется выражение лица человека, направление его взгляда, размер зрачка, рисунок радужной оболочки глаз, отпечатки пальцев и другая уникальная информация). Изображения считываются с цифровой видеокамеры, а затем с помощью специальных программ распознавания образов из этого изображения выделяются команды.

4. По области управления социально-экономическим процессом:

— банковские;

— налоговые;

— финансовые;

— страховые;

— управления торговлей;

— управления производством и т.д. [5]

На сегодняшний день обнаруживается направление к соединению разных видов информационных технологий в целую компьютерно-технологическую совокупность, которой присвоили термин интегрированной системы. Значимую роль в ней играют средства телекоммуникации, которые обеспечивают не только чрезмерно обширный технологический потенциал автоматизирования административной деятельности, но и являются фундаментом основания самых различных общесетевых разновидностей информационных технологий.

Телекоммуникационные технологии обеспечивают электродистанционное предоставление информации на базисных сетях и новейших технических методах коммуникации.

Важную тенденцию в их прогрессе составляют: процессы соединения местных, региональных и всемирных компьютерных сетей. Эти процессы оказывают значительное влияние на объемы экономического развития, деятельность организаций и фирм. Это объединение происходит благодаря распространению технологии сети Интернет как наиболее удобного средства взаимодействия различных информационных систем.

Современный период развития современного общества характеризует процесс информатизации. Информатизация общества — это глобальный социальный процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, продуцирование, обработка, хранение, передача и использование информации, осуществляемые на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также на базе разнообразных средств информационного обмена. [6, с. 190]

Развитие мировой науки показало, что в настоящее время человечество живёт в период так называемого информационного взрыва, когда объём знаний, накапливаемый цивилизацией в ходе своего развития, удваивается каждые 10 лет, а по некоторым оценкам, уже в самое ближайшее время это удвоение будет происходить каждые 5 лет. Это означает, что становится невозможным за от-

носителю короткий период обучения ознакомить обучающегося даже с малой частью информации, необходимой ему в процессе будущей деятельности.

Разумеется, образование в постиндустриальном обществе и не может ставить своей целью только чистую передачу некоторого объема информации. Для решения определенных проблем, испытываемых организацией при переходе к новой информационной системе управ-

ления или введении оной в эксплуатацию, уже разработана методика преодоления, позволяющая сравнительно легко осуществлять внедрение ИТ.

Сейчас общество остро нуждается в специалистах, способных постоянно обновлять свои знания и самостоятельно овладевать новыми навыками, а также умеющих не только искать, но и создавать новые рабочие места в условиях динамичного рынка труда.

Литература:

1. Интернет-ресурс: <http://propositiv.ru/news/informacionnoe-obshhestvo.html>
2. Интернет-ресурс: [http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom %2010/VI/Chechenov.pdf](http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%2010/VI/Chechenov.pdf)
3. Интернет-ресурс: <http://tsput.ru/res/informat/Uchebnik/lk1.htm>
4. Интернет-ресурс: http://wiki.uspi.ru/index.php/Роль_и_место_информационных_технологий_в_современной_социальной_сфере
5. Интернет-ресурс: <http://chaliev.ru/ise/lections-comp-tech-zo.php>
6. Романова, Ю.Д. Информатика и информационные технологии. — М: Эксмо, 2008 г. — 592 с.

Алгоритм обработки транзакций для повышения эффективности систем электронного документооборота на примере СЭДО ЕВФРТ

Додонов Алексей Владимирович, студент
Волгоградский государственный технический университет

Сегодня на рынке программного обеспечения предлагается значительное число систем по обеспечению электронного документооборота. Любая из них обладает тем или иным функционалом, разными технологическими особенностями и структурными построениями. Таким образом, совокупность перечисленных параметров определяет используемость каждой из систем в организациях и на предприятиях. После проведения анализа разных систем документооборота (Directum (Directum), DocsVision (DocsVision), Globus Professional (Проминфосистемы), PayDox (Paybot), 1С: Документооборот (1С), Босс-референт (БОСС — Референт, ГК АйТи), ДЕЛО (ЭОС), ЕВФРАТ (Cognitive Technologies), МОТИВ (Мотив)) был сделан вывод о том, что наиболее используемой можно считать систему ЕВФРАТ [4].

ЕВФРАТ — это система электронного документооборота, которая позволяет строить систему управления документами организации и бизнес-процессами. Она содержит в себе полный инструментарий для полноценной электронной организации документооборота каждой компании, независимо от формы собственности и численности. Система электронного документооборота рассчитана на работу как абсолютно небольшого отдела (канцелярия или локальная организация в целом) так и рассчитана на территориально распределенной организации со запутанной схемой информационных потоков.

Система электронного документооборота ЕВФРАТ дает возможность полностью оптимизировать и воспроизвести процессы обработки задач и документов в организации за счет гибкости механизмов по проектированию маршрутов, она так же поддерживает технологию workflow, которая дает следующие преимущества:

- формирование последовательных и параллельных подпоручений, поручений соисполнителям;
- разработка стандартных маршрутов перемещения документов [5].

Система ЕВФРАТ имеет клиент — серверную архитектуру. Благодаря HTTP-серверу и модулю АРМ «Руководитель» доступ к системе может осуществляться через Интернет. Наличие подсистемы обмена документами позволяет организовать территориально-распределенную работу. В качестве базы данных используется СУБД собственной разработки — НИКА, которая поставляется вместе с продуктом. Особенности архитектуры системы и применяемые механизмы позволяют добиться эффективной работы и оптимальной производительности системы электронного документооборота.

Существует способ по значительному увеличению производительности системы, которое возможно реализовать в рассмотренной АСУД, — это многопоточность. Многопоточность позволяет увеличить количество операций, работы с данными за определенное время. Важно учитывать тот факт, что эффективность зависит от применяемого

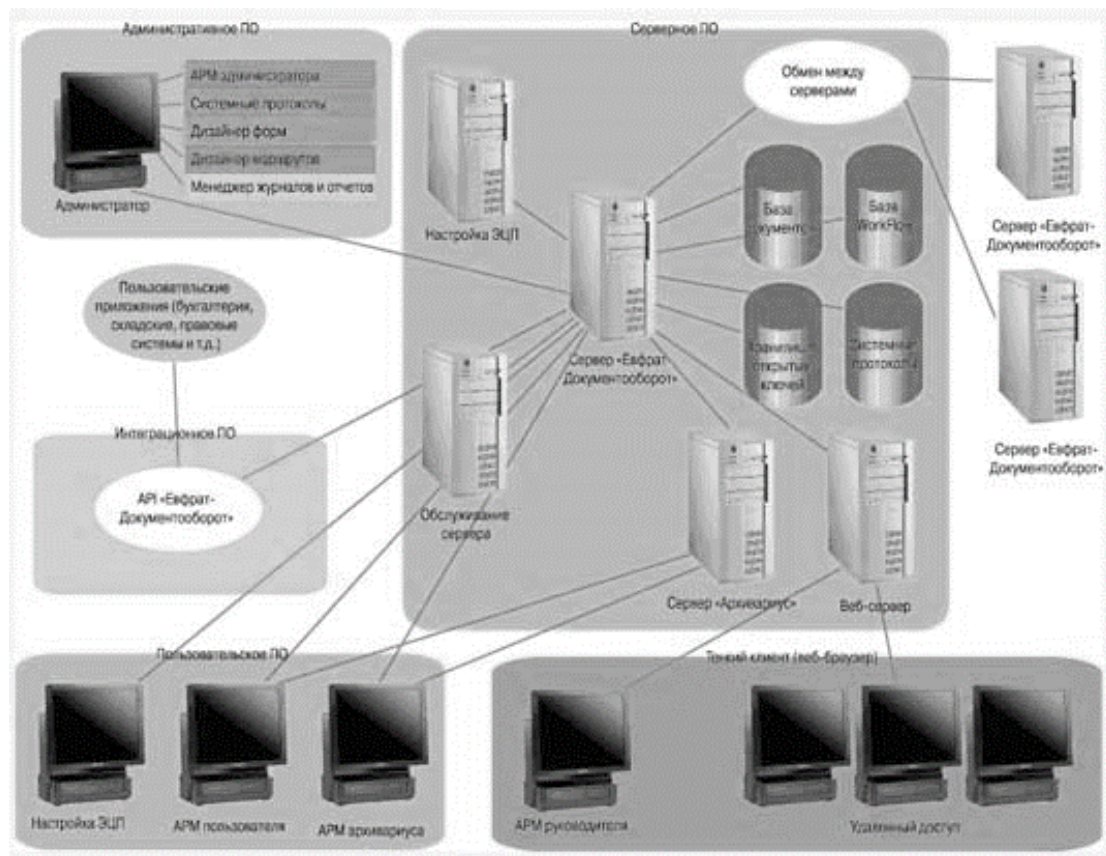


Рис. 1. Архитектура системы ЕВФРАТ

приложения и его работы уже на многоядерном процессоре. Чтобы приложение смогло одновременно использовать несколько ядер процессора, оно обязано распараллеливать выполнение задач, иначе, когда программный код предполагает только лишь последовательное выполнение задач, пользы от многоядерности ЭВМ не будет.

Распределенная система представляет собой совокупность взаимодействующих объектов, имеющих определенное состояние. Главным различием между распределенными (многозвенными) системами и классическими клиент-серверными приложениями представляется то, что в самом начале проводимых транзакций в принципе неизвестно, какое количество объектов, статус которых нужно восстановить по стандартным правилам транзакций или сохранять, принимают в данной, конкретной, транзакции участие. Клиент, высылающий запрос серверному объекту, как правило не имеет представления, какую конкретную цепочку вызовов, и к каким же объектам, породит данный уникальный запрос. О цепочке вызовов, в целом, объекты, участвующие в ней, не имеют ни малейшего представления.

Предлагается механизм организации обработки транзакций в нескольких потоках одновременно на многопроцессорных архитектурах, что позволит улучшить производительность системы, также при этом предлагается удобный механизм реализации серверной части СЭДО «ЕВФРАТ» — с применением специальной для АСУ до-

кументами объектно-ориентированной надстройки xNika [3] над системами по управлению БД. Рассмотрим предлагаемый алгоритм (рис. 2).

Сервер приложений автоматической системы управления данными, базируется на наборе библиотек, которые выполняют роль объектно-ориентированной среды исполнения, которая осуществляет над средой хранения объекты системы документооборота — это, например, файлы, документы, вспомогательная инфраструктура, которая включает подсистемы обработки событий, кэширования и т.д. [2] В данной среде предполагается синтез соединений и блоков управления рабочими потоками, на основании которых реализуется подсистема по управлению транзакциями.

Функциональность части по управлению рабочими потоками состоит в управлении параллельном обрабатывании запросов — элемент работы. Элемент работы — это конструкт, который содержит параметры процесса и реализующий интерфейс с методами, которые вызываются для выполнения задач. Рабочий поток — это объект, который содержит очередность элементов работы и реализующий исполнение их в рамках конкретного потока. Блок осуществляет пул рабочих потоков, в них параллельно и выполняется фактическая вся деятельность. Компоненты работы помещаются, в зависимости от конкретной необходимости, как в определенных рабочий поток, так и в тех потоках, которые выбираются на ос-

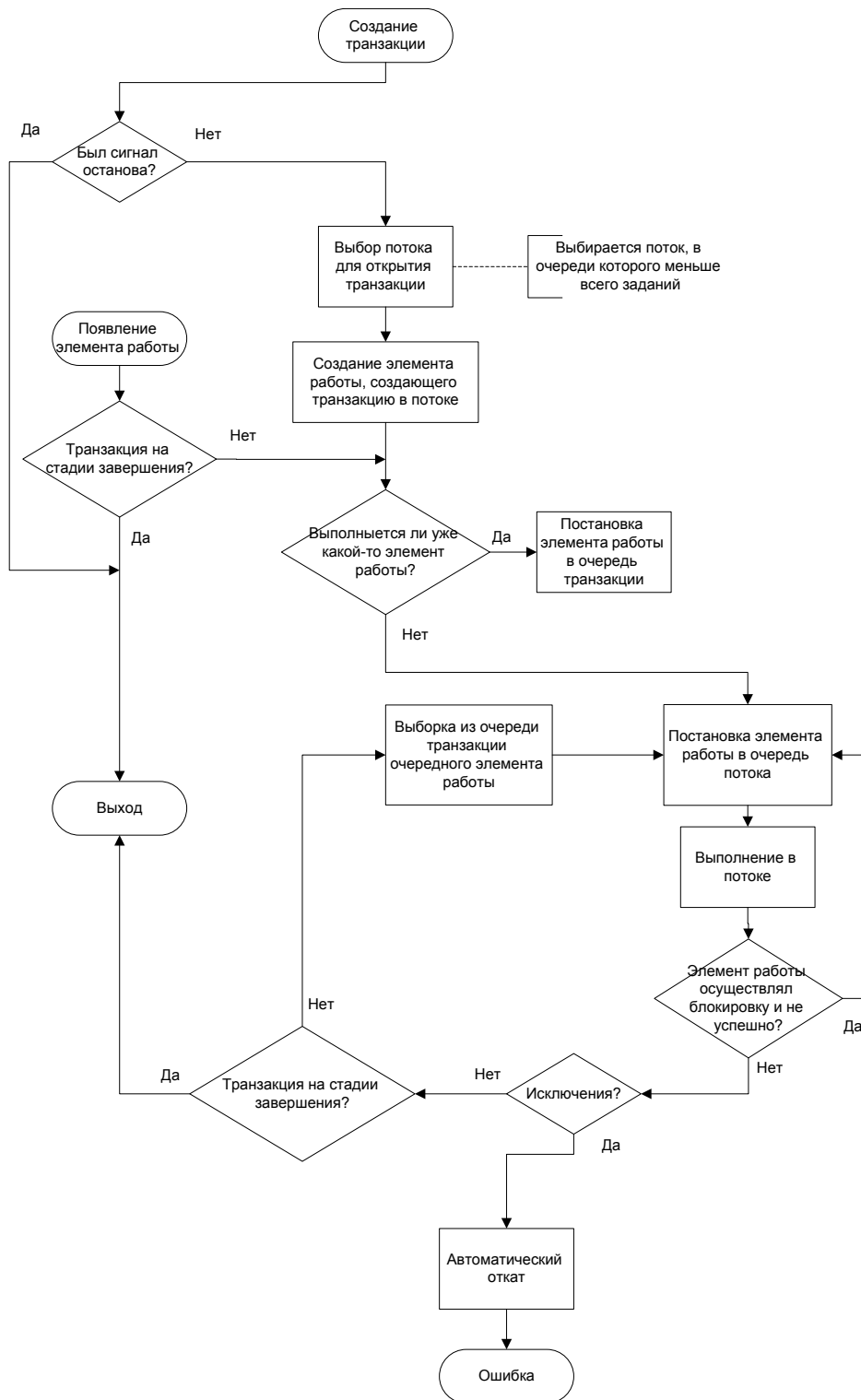


Рис. 2. Схема работы подсистемы

нове его текущего уровня занятости и состояния его очередей — преимущество получают простаивающие потоки или потоки, которые имеют самую короткую очередь [1]. Рабочие потоки постоянно работают над своими очередями, в интервалах, через определенный период, они вызывают процесс обработки событий простоя и о реализации каждого процесса работы делается соответствующее уведомление. Число рабочих потоков, работающих одно-

временно, настраивается во время инициализации пула, отталкиваясь от характеристик ЭВМ. Следует учитывать, что, если установить количество рабочих потоков больше чем число процессоров на ЭВМ, это скорее всего приведет к значительному снижению производительности.

Блок по контролю соединениями, при возникновении необходимости, создает соединения со средой хранения в рабочих потоках. Для каждого конкретного потока суще-

ствуется только свой набор соединений. Они используются в том потоке, в котором они были созданы. Соединение помечается как занятое, когда оно создано и используется, как только оно освобождается — соответственно помечается.

В среде выполнения транзакция — это ничто иное как объект, который занимается управлением ресурсами, которые используются в процессе согласования для изменения данных. Один из таких ресурсов — это рабочий поток, выделяемый для каждой транзакции и затем закрепляемый за ней. Допускается отведение одного рабочего потока для нескольких транзакций, при условии, что все выполняемые действия, в рамках конкретной транзакции, будут выполнены в одном рабочем потоке. Соединение с хранилищем xNika и временные файлы, это другие ресурсы, которые были загружены или запрошены в процессе транзакции. Что бы обеспечить возможность обработки нескольких транзакций одновременно, подсистема для управления транзакциями применяет пул подключений таким образом, что любая открытая транзакция может использовать только свой экземпляр подключения. Это, прежде всего, необходимо с той целью, чтобы кэш хранилища xNika оставался независимым в каждом изменении и транзакции, вносимые в процессе обработки в кэш одной транзакции, не препятствовали работе остальных транзакций. По окончании работы транзакции соответствующего ей соединения вызывается фиксация, затем происходит освобождение КЭШа, соединение получает статус свободного и может быть использовано следующими транзакциями.

Для исключения возможности «зависания» незавершенных и открытых транзакций следует задавать максимально возможный срок простоя транзакций — это

время, в процессе которого разрешается отсутствие какой-либо работы в ее рамках. По истечении отведенного времени транзакция должна быть принудительно завершена: откат.

Можно сделать следующий вывод — предложенная схема позволит любой транзакции обладать своей очередью элементов работы. Транзакции из этой очереди по очереди попадают в пул конкретного потока, который фиксирован за транзакцией. По завершению выполнения очередной транзакции, исключение составляют случаи, когда транзакция неудачно пыталась осуществить блокировку ресурсов, совершается перенос следующего в очереди ее потока элемента работы транзакции для выполнения. В противном случае, в случае неудачной попытки по блокировке, блокирующий элемент будет заново поставлен в очередь рабочего потока. Если во время выполнения задания, возникла ошибка, транзакция принудительно откатывается от выполнения и генерируется исключение. Также происходит автоматический откат при превышении лимита работы транзакцией в 1 час. Все операции, которые производила транзакция, в том числе фиксацию, освобождение ресурсов и откат, происходят в выделенном ей рабочем пуле.

Таким образом, в статье рассмотрены основные компоненты системы электронного документооборота ЕВФРАТ. Предложен механизм организации обработки транзакций в нескольких потоках одновременно на многопроцессорных архитектурах, что позволит улучшить производительность системы, при этом предлагается использование механизма программирования серверной части СЭДО «ЕВФРАТ» — с применением специальной для АСУ документами объектно-ориентированной надстройки xNika над системами по управлению БД.

Литература:

1. Богданов, А. С., Емельянов Н. Е., Ерохин В. И., Скорняков В. А., Романов Б. Л. НИКА-технология построения информационных систем — Организационное управление и искусственный интеллект // Сб. трудов ИСА РАН. Под ред. члена-корр. РАН Арлазарова В. Л. и д. т. н. проф. Емельянова Н. Е. — М.: Едиториал УРСС, 2003. С. 56–57
2. Даниленко, А. Ю., Подрабинович А. А., Сургучев В. А., Хлюстов К. В. Электронный документооборот по технологии клиент-сервер // Издательство Юрифт; ИД Юрайт. 2004. С. 201
3. Емельянов, Н. Е., Ерохин В. И. Особенности систем, создаваемых на основе НИКА // Технологии. 2013. С. 215
4. Обзор систем электронного документооборота. <http://www.ixbt.com/soft/sed.shtml>
5. Возможности СЭД ЕВФРАТ. <http://www.evfrat.ru/about/opportunities/>

Программа «АРМ заведующего кафедрой»

Допира Рита Ивановна, старший преподаватель;
 Кельдибекова Алия Болатовна, старший преподаватель
 Карагандинский государственный университет имени академика Е. А. Букетова

В статье описывается работа программы «АРМ заведующего кафедрой». Программа позволяет на основе данных автоматизировать распределение нагрузки среди преподавателей и получать различные отчеты по кафедре. Разработанная программа используется на кафедре «Прикладная математика и информатика» в КарГУ им. Е. А. Букетова.

Ключевые слова: АРМ, распределение нагрузки среди преподавателей, Visual Basic for Application.

Одна из основных задач заведующего кафедрой — это формирование учебной нагрузки преподавателей кафедры с учетом контингента студентов, рабочих учебных планов специальностей, затем равномерное распределение среди преподавателей кафедры. Автоматизировать распределение нагрузки можно, создав программу на каком-то языке программирования базы данных, где информация выходит в специально созданные формы. Программа «АРМ заведующего кафедрой» позволила упростить работу по распределению и составлению графика учебных занятий. В качестве среды разработки была выбрана Visual Basic for Application для MS Excel. Программа содержится в файле «Нагрузка_бакалавриат.xls». Пользователю необходимы элементарные знания для работы в среде Excel, основные процессы составления отчетов автоматизированы. Кроме того, используя среду MS Excel, пользователь может формировать дополнительные отчеты по своему усмотрению, подводить результаты обработки данных.

При создании «АРМ заведующего кафедрой» мы пытались решить проблему расчета учебной нагрузки кафедры, равномерного распределения между преподавателями кафедры и создание различных выходных форм. Используя средства MS Excel- закрепление областей, скрытие столбцов или строк, разметка страниц, фильтр и другие можно информацию о расчете нагрузки показать в любом виде. При загрузке файла на экране появляется несколько листов, содержащих таблицы и вспомогательные данные.

Лист «Группа» содержит информацию о группах, в которых кафедра ведет занятия. Эти данные используются

при расчете часов по предмету: название группы, курс, основа (бюджет, коммерческая), отделение, форма обучения, количество студентов, подгрупп, количество недель по семестрам. При расчете нагрузки пользователь выбирает только название группы, все остальные данные считываются автоматически.

На листе имеются следующие кнопки:

«Создать» для ввода данных по группе. «Редактировать» для изменения данных по группе. При нажатии появляется форма для ввода или редактирования группы, списки для выбора курса, основы, отделения, формы обучения, количества студентов, количества подгрупп, недель по блокам. «Удалить» для удаления данных по выбранной группе.

Лист «Вспом. данные» формируется автоматически при заполнении листа «База» и содержит информацию о дисциплинах кафедры, семестре, количестве занятий и видах контроля. Информация с этого листа используется для отчетов кафедры.

Лист «База» содержит основные данные о нагрузке кафедры за год, информацию о распределении часов между преподавателями, итоги по бюджетной, внебюджетной, годовой нагрузке. На листе имеются следующие кнопки:

«Создание предмета» для формирования аудиторной нагрузки. При нажатии на кнопку на экране появляется форма для заполнения нагрузки по предмету для группы согласно рабочему учебному плану. На форме выбирается название предмета и группы. Название предметов кафедры заранее вводятся на листе «Вспом. данные1», а данные о группе соответственно введены

Создать		Удалить		Информация о группах						
Редактировать										
№	название	курс	основа	отд	еле	форма обуч.	кол-во		неделя	
							сту	под	к/о	п/о
г	г	г	г	г	г	г	г	г	г	г
0										
1	5B011100 Инф-405	Четвертый	комм	к/о	очная форма	5	1	15	1	
2	5B060200 Инф-407	Четвертый	комм	к/о	очная форма	4	1	15	1	
3	5B060200 Инф-408	Четвертый	бюдж	р/о	очная форма	3	1	15	1	
4	5B070300 ИС-409	Четвертый	комм	к/о	очная форма	11	1	15	1	
5	5B070300 ИС-410	Четвертый	бюдж	р/о	очная форма	4	1	15	1	
6	5B070500 МКМ-411	Четвертый	комм	к/о	очная форма	8	1	15	1	
7	5B011100 УИнф-305	Третий	бюдж	к/о	сокр.форма	1	1	15	1	
8	5B011100 УИнф-306	Третий	бюдж	р/о	сокр.форма	1	1	15	1	

Рис. 1. Лист «Группа»

Рис. 2. Форма для ввода группы

№	Название предмета	часов	группа	семестр	лек				лаб		пра		СРСП							
					1-ый блок	2-ой блок	1-ый блок	2-ой блок	1-ый блок	2-ой блок	контр. работ	рейтинг	экзамен	зачет	аттестация	часовые	курс. проект	1-ый блок	2-ой блок	
1	Операционные системы	36,75	5B011100 Инф-405	осенний	1	1					1	1								
2	Технология элестра	36,75	5B011100 Инф-405	осенний	1		1													
3	Мультиязычная технология	36	5B011100 Инф-405	осенний	1		1													
4	Электронный оут крадларам жебаду	36,75	5B011100 Инф-405	осенний	1		1													
5	Вам бирдені акпаратқа және қолданушыға	33	5B011100 Инф-405	осенний	1		2													
6	Компьютерлік желілер	51,75	5B011100 Инф-405	осенний	2		1													
7	Ақпаратты көрсету	36,75	5B011100 Инф-405	осенний	1		1													
8	Компьютерлік технология	51,75	5B011100 Инф-405	осенний	1		2													
9	Шығу техникасы	19	5B011100 Инф-405	весенний	10															
10	Проектирование (педагогическая) практика	37,5	5B011100 Инф-405	весенний																
11	Педагогическая практика	15	5B011100 Инф-405	весенний																

Рис. 3. Лист «Вспом. данные»

на листе «Группа». Вводится количество часов в неделю по лекционным, лабораторным, практическим занятиям, СРСП. Определяются формы контроля. При нажатии кнопки «Сохранить» автоматически заполняются ячейки на листе «База». Используя данные по группе (название предмета, группа, основа, отделение, количество студентов) рассчитываются количество часов в семестре по лекционным, лабораторным, практическим занятиям, СРСП, экзамену, контрольным работам, курсовым работам, рейтингу, а так же подсчитывается количество часов по предмету в семестре. Одновременно создаются записи для осеннего и (или) весеннего семестра.

«**Редактирование**» используется для внесения изменения в расчет часов по предмету. «**Удалить**» для удаления данных по предмету.

«**Ввод дополнительной нагрузки**» используется для ввода внеаудиторной нагрузки. При нажатии кнопки выходит форма с радио кнопками для выбора дополнительной нагрузки, затем соответствующая форма для ввода часов. После нажатия кнопки «Сохранить» автоматически заполняются ячейки базы данных по нагрузке кафедры (лист «База») и формируется лист «Распределение дополнит» для распределения дополнительной нагрузки преподавателей кафедры.

Рис. 4. Форма для редактирования предмета

Рис. 7. Лист «Распределение допол»

Фамилия	Основной семестр						Весенний семестр						Всего за год	ВСЕГО за год	Общая сумма часов	Разница	Степень		
	Вводжит			Выбоджит			Вводжит			Выбоджит									
	основ	доп	Всего	основ	доп	Всего	основ	доп	Всего	основ	доп	Всего							
1 Алибиев Д.Б.	81,4	0	81,4	246,8	50	296,8	378,2	152,25	12	164,25	61,1	169	230,1	394,35	772,55	772,55	323,95	1,5	доц
2 Валиева Д.Г.	341,3	0	341,3	258,75	0	258,75	600	266,5	0	266,5	108,25	0	108,25	374,75	974,75	974,75	29,75	1,5	преп
3 Муратхан Р.	283,2	0	283,2	184,05	0	184,05	467,25	222,55	0	222,55	262	137	399	621,55	1088,8	1088,8	7,70	1,5	стпр
4 Базикова К.М.	304,2	0	304,2	309,2	7	315,87	620,07	139,55	0	139,55	242,45	88,5	330,95	470,5	1090,57	1090,57	5,93	1,5	стпр
5 Букиев М.М.	30	0	30	56,55	0	56,55	86,55	91,75	40	131,75	53,65	56	109,65	241,4	327,95	327,95	403,05	1	доц
6 Горбунова Н.А.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	доц
7 Домира Р.И.	343,6	0	343,6	237,7	0	237,7	581,3	356	87	443	23,4	29,5	52,9	495,9	1077,2	1077,2	19,30	1,5	стпр
8 Есемжаулетова Ж.Т.	172,2	0	172,2	282,2	0	282,2	454,4	287,7	7	294,7	193,9	139	332,9	627,6	1082	1082	14,50	1,5	стпр
9 Жетимекова Г.Ж.	228	0	227,95	210,25	0	210,25	438,2	362,7	10	372,7	101,6	196	297,6	670,3	1108,5	1108,5	-12,00	1,5	стпр
10 Жумагулова С.К.	239,6	0	239,55	372	0	372	611,55	241,8	26	267,8	77,75	129	206,75	474,55	1086,1	1086,1	10,40	1,5	стпр
11 Хасенова А.А.	255,3	0	255,25	369,05	0	369,05	624,3	211,5	0	211,5	143	0	143	354,5	978,8	978,8	25,70	1,5	преп
12 Казикова С.Ш.	0	0	0	45	0	45	45	90	35	125	41,75	158,5	200,25	325,25	370,25	370,25	360,75	1	преп
13 Казикова Ш.К.	375,5	0	375,5	244,75	0	244,75	620,25	187,25	0	187,25	284,5	0	284,5	471,75	1092	1092	4,50	1,5	преп
14 Камыбикова А.Б.	147	0	147	301,5	0	301,5	448,5	399,25	52	451,25	147,4	54,5	201,9	653,15	1101,65	1101,65	-5,15	1,5	стпр
15 Колбатина С.С.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	преп
16 Катина Д.А.	1,75	0	1,75	255,1	0	255,1	256,85	0	12	12	63,3	27	90,3	102,3	359,15	359,15	6,35	0,5	доц
17 Нигамбаева Н.Т.	0	0	0	0	0	0	0	271,25	0	271,25	72	0	72	343,25	343,25	343,25	22,25	0,5	преп

Рис. 8. Лист «Нагрузка преподавателей»

Программа «АРМ заведующего кафедрой» может быть использована при планировании и распределении нагрузки преподавателей по бакалавриату и магистратуре на одной кафедре или нескольких кафедрах факультета.

Литература:

1. Гладкий, А. А., Чиртик А. А. Excel. Трюки и эффекты: научное издание/. — СПб.: Питер, 2006. — 368 с.
2. Гарнаев, А. Самоучитель Visual Studio. — СПб: БХВ-Петербург, 2003. — 666 с.

3D-моделирование

Землянов Глеб Сергеевич, студент;
 Ермолаева Вероника Викторовна, кандидат технических наук, доцент
 Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина

Современный мир находится в постоянном движении и развитии. Изменению подвергается всё, начиная от проектирования дизайна обычных телефонов и заканчивая методами строительства космических станций. И то, и другое требует некоторых навыков, способов и знаний в области построения изображений и чтения чер-

тежей. Старые 2-D методы постепенно уходят в прошлое, на смену им приходят 3-D построения моделей в специальных программах.

Что такое 3D-моделирование?

3D-моделирование состоит в процессе создания трёхмерного графического объекта, с целью его дальнейшего

использования. 3D-модель может стать опорой для создания какого-либо предмета или копирование уже имеющегося. Им может быть промышленный кран, карданный вал, микроволновая печь или что-то более простое, как например модель игрушки детского кораблика.

В ходе выполнения 3D-модели следуют по следующему плану:

- 1) Моделирование (создание математической базы);
- 2) Текстурирование (введение свойств объектов);
- 3) Симуляция динамики (используется лишь в некоторых случаях, например, когда нужно рассмотреть взаимодействие частиц или каких-либо объектов);
- 4) Рендеринг (проекционное построение);
- 5) Компоновка (завершающий этап, на котором полученная модель корректируется).

Где используется 3D-графика?

3D-графика широко используется для киностъёмки, телевидения, книгопечатания, издания еженедельных журналов, проектирования сооружений и конструкций, изготовления каких-либо деталей и сборочных единиц, в системах автоматизации проектных работ (САПР) и т. д.

Какие программы осуществляют 3D-моделирование?

Лидирующими в этой области являются коммерческие продукты: Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, Autodesk Softimage, Blender и многие другие.

Среди открытых продуктов, распространяемых свободно, числится пакет Blender, K-3D и Wings3D.

Наиболее популярными российскими программными продуктами в этой области являются T-FLEX CAD 7.0 фирмы «Топ Системы» и «КОМПАС» (сокращение от «комплекс автоматизированных систем») от компании «Аскон», с возможностями оформления проектной и конструкторской документации.

Несколько примеров работ в «КОМПАСЕ»:

В данном программном обеспечении может осуществляться не только инженерная идея, но и творческая мысль:

Недостатки двумерных методов:

- 1) Труднодоступность элементарного анализа. 2D-изображения дают достаточный объём информации о конструкции и её деталях, но отсутствует представление об трехмерных взаимодействиях и связях с другими объектами, о взаимосвязи собственных компонентов конструкции.
- 2) Трудоемкость проверки.

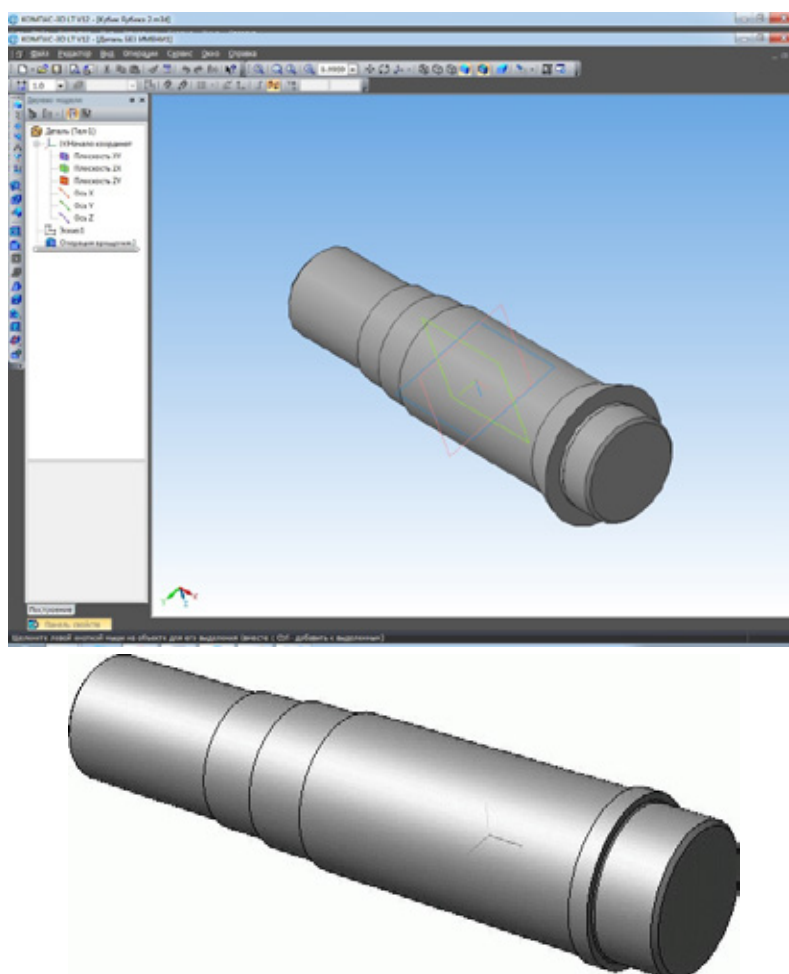


Рис. 1. Ведомый вал

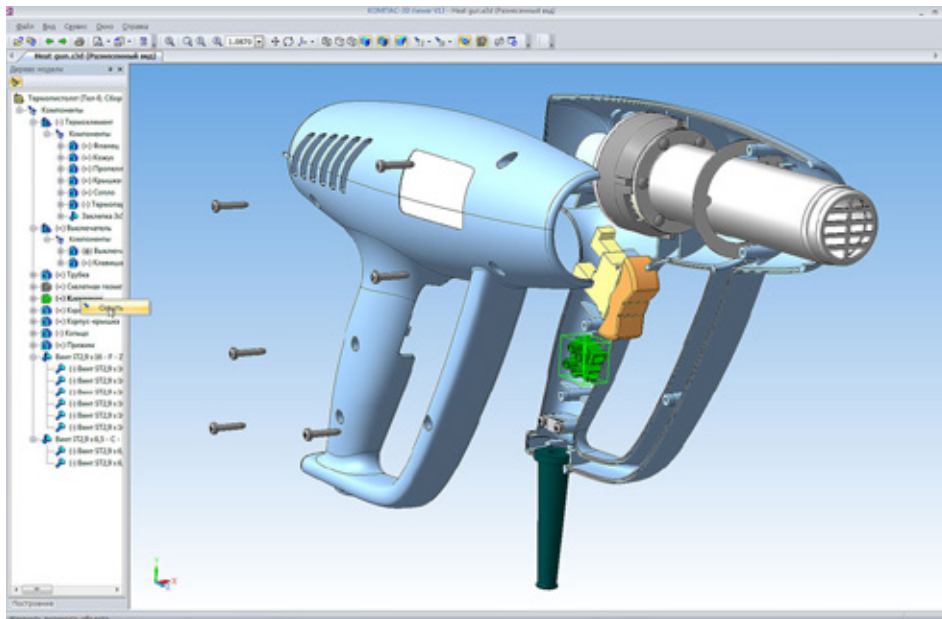


Рис. 2. Трёхмерная модель фена в разобранном состоянии

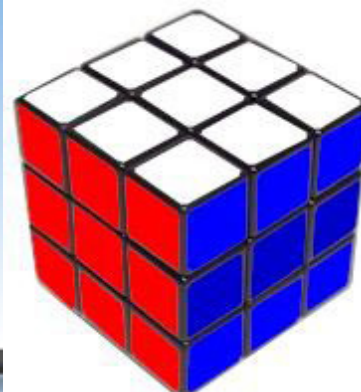
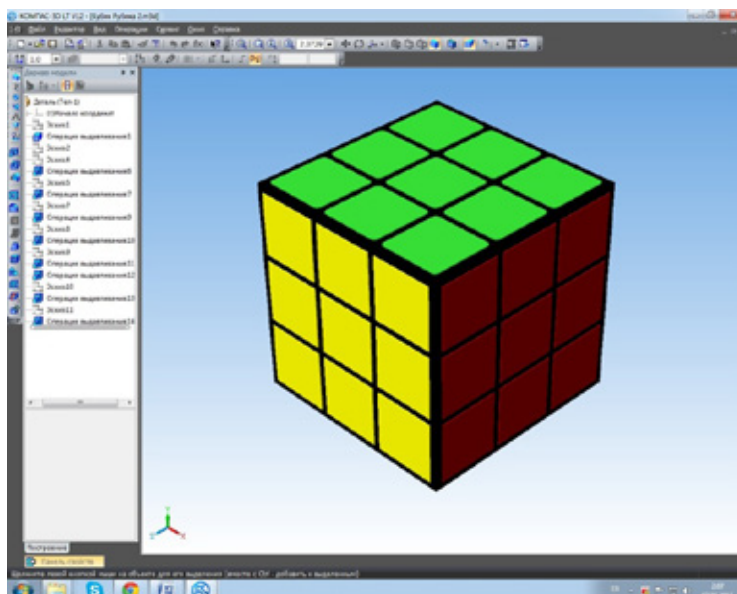


Рис. 3. Кубик Рубика

Вследствие ограничений 2-D изображений проверка чертежа может занять большой промежуток времени. К тому же тонкости оформления делают проверку весьма сложной, что даёт возможность «прохода» ошибки в конечный результат.

3) Физические модели.

Исходя из пункта 1 «Труднодоступность элементарного анализа» вытекает вывод о том, что в некоторых случаях проектировщику приходится создавать физическую модель для понимания полной картины.

4) Трудность построения изометрических видов, когда реальные размеры деталей не соответствуют плоскому представлению на чертеже.

Преимущества 3D-моделирования

- 1) Более наглядное представление изделия, чем при двумерных методах.
- 2) Отсутствие нужды в дополнительной физической модели.
- 3) Относительно быстрое получение чертежей и макетов изделий.

Благодаря трёхмерным методам, можно избавиться от трудоёмких и рутинных занятий. Все построения чертежей происходят автоматически (по желанию пользователя).

4) Функциональность.

Возможность использования 3D-моделей в различных программах и устройствах.

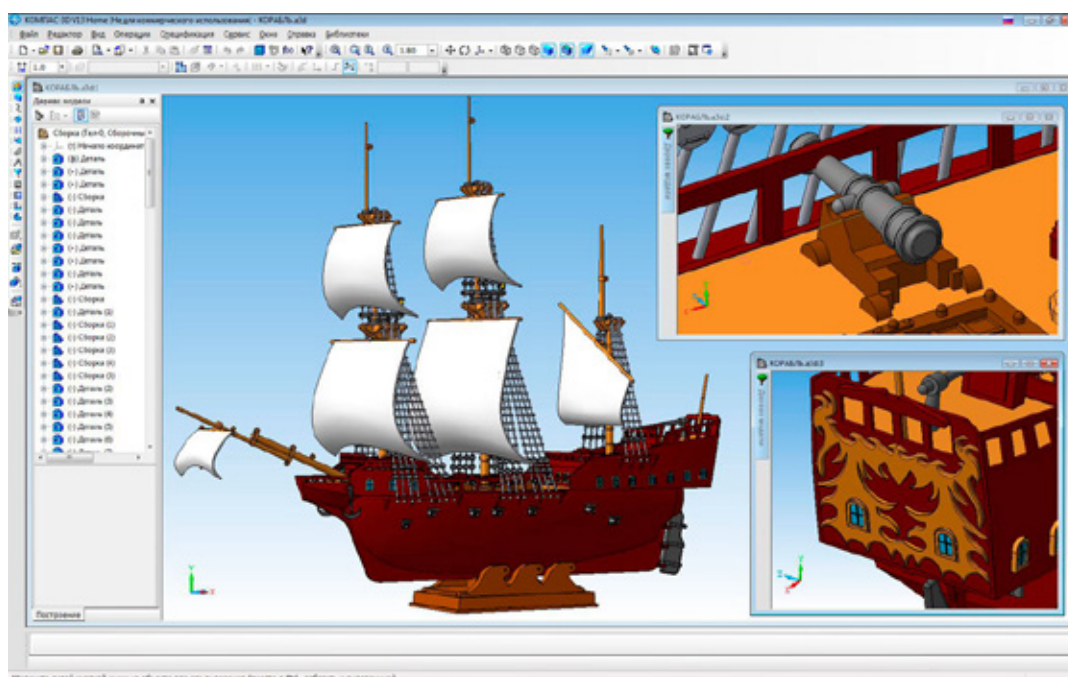


Рис. 4. Трёхмерная модель корабля XVII–XVIII веков

5) Из 4-го пункта «Функциональность» вытекает возможность автоматизированного расчета различных свойств изделия, таких как расчет распределения тепла, масс-инерционные характеристики и т.д. А так же ускорение процесса разработки.

6) Гибкость изменения модели.

Значительно упрощённое корректирование чертежа или модели.

Итоги

Исходя из написанного выше следует очевидное превосходство трёхмерной графики над двумерной. В скором будущем 3D-моделирование полностью вытеснит 2D-методы.

Information system for vectorization of raster images

Клюева Ольга Александровна, студент
Волгоградский государственный университет

Klyueva Olga Alexandrovna, student
Volgograd State University

In this work we discuss software for bitmap digitizing. The result is a vector image based on zig zag lines and polygons. We describe information system design phase and the user interface and give image processing results.

Key words: *image processing, visualization, information system, vector and bitmap images, vectorization.*

Efforts to solve problem of conversion raster images into vector resulted in emergence of a large number of powerful software packages (for example, AutoCAD Raster Design, Easy Trace, Map Edit, Golden Software Digger, Graph Digitizing, Spotlight Pro), including those for use with plotters, digitizers, including the technology of three-dimensional ultrasound and magnetic scan [1, pp. 152–161]. There is a significant number of specialized systems for digitizing, primarily for creating digital elevation models [11, pp. 208–213]. These software systems greatly simplify com-

puter-aided designing (CAD). For example, they allow conversion paper documents to an electronic archive; to use scanned documents with a new design in CAD, as well as to prepare data for any GIS system. Active implementing information technologies in various fields sets a task for digitizing different things like virtual museums construction [Tjahjawan, pp. 40–45], an archaeological research [5, pp. 65–69], creating thematic maps [8, pp. 169–173], solution for various geophysical applications that require cartographic location [6, pp. 9], 3D-models development [4, pp.

120–124], in architecture [9, p. 12], during engineering and working with experimental data [12, p. 166] and different schedules [13, p. 90]. Information system developed is intended in vectorization any graphic images.

Digitizing procedure includes following main steps (Fig. 1):

- 1) loading an image in a bitmap file as a substrate;
- 2) determination coordinate system and its scales;
- 3) sampling lines on the raster image as a set of points;
- 4) forming the data table coordinates lines and their attributes;
- 5) receiving results.

The system interface is consistent with the basic steps of vectorization lines and includes basic services (see Figure 2):

- 1) «File» — work with files.
 - a) «Open» — opening a file in bitmap format.
 - b) «Preview» — Preview.
 - c) «Open coordinates» — opening frame.
 - d) «Save» — saving image to the workspace file.
 - d) «Save as» — saving digitized image file.
 - e) «Save coordinates» — saving coordinates of points into a text file.
 - f) «Close» — closing all that is located in the workspace.
 - h) «Exit» — exit the application.
- 2) «Settings» — work with images.
 - a) «Coordinate Axis» — set parameters axes (color scale on X and Y).

b) «Language» — localization of applications into other languages (Russian, French).

3) «Help» — provides help and information about the program.

a) «Information» — certificate, which specifies how to work with the application.

b) «About» — display information about the program.

4) Button «to determine the color» — the color of the pixel is determined.

5) The button «Axis» — given coordinate system.

6) Button «Point» — possibility to set points in the image.

7) The button «Color Line» — the choice of colors, which will be drawn line.

8) Button «dotted line» — the possibility of delineating a dotted line.

9) The button «Calculate» — automatic digitizing busy schedule.

After downloading necessary file, we have a bitmap image in the working field. Then, the step of setting a coordinate system, comprising the assignment two axes (OX and OY) and scales of them. Using a mouse for digitizing table with the coordinates of the corresponding points in the selected coordinate system is generated. There is a service to specify additional parameters of the lines, such as its color (see the window at the bottom of Figure 2). When vectoring all selected lines of coordinates written to the file.

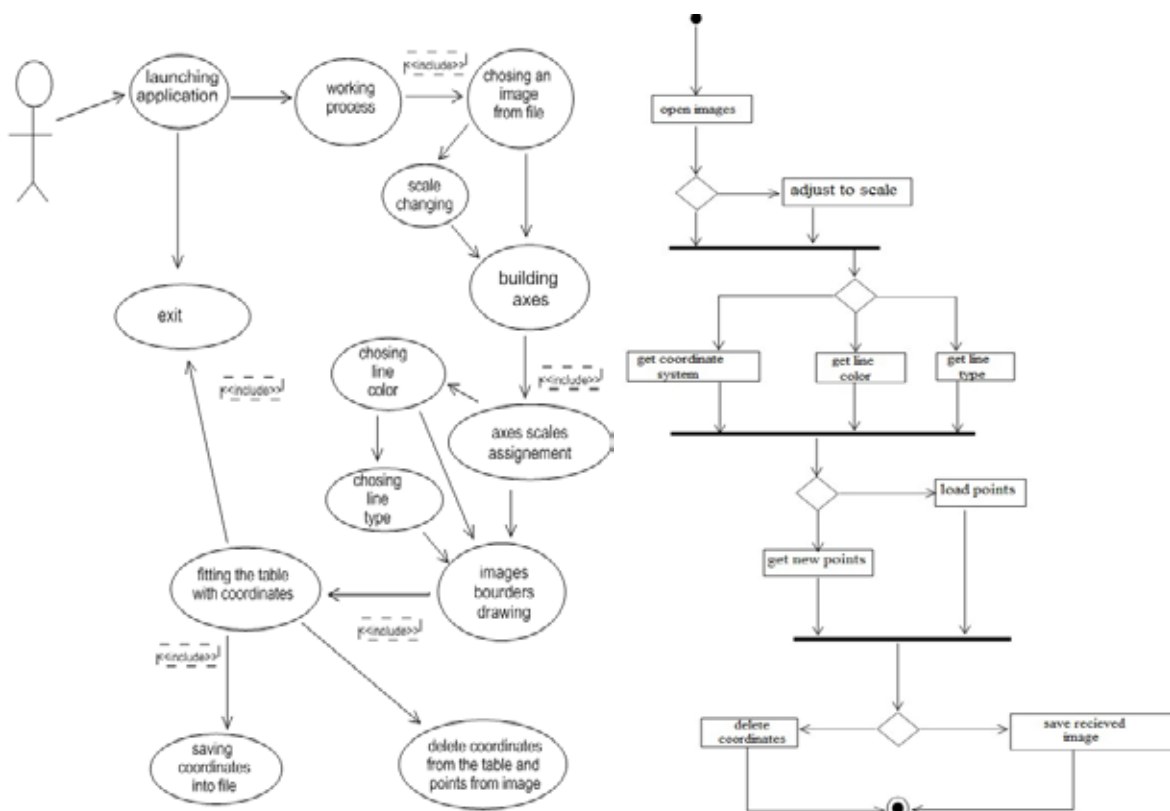


Fig. 1. Use Case Diagram (left) and activity diagram (right)

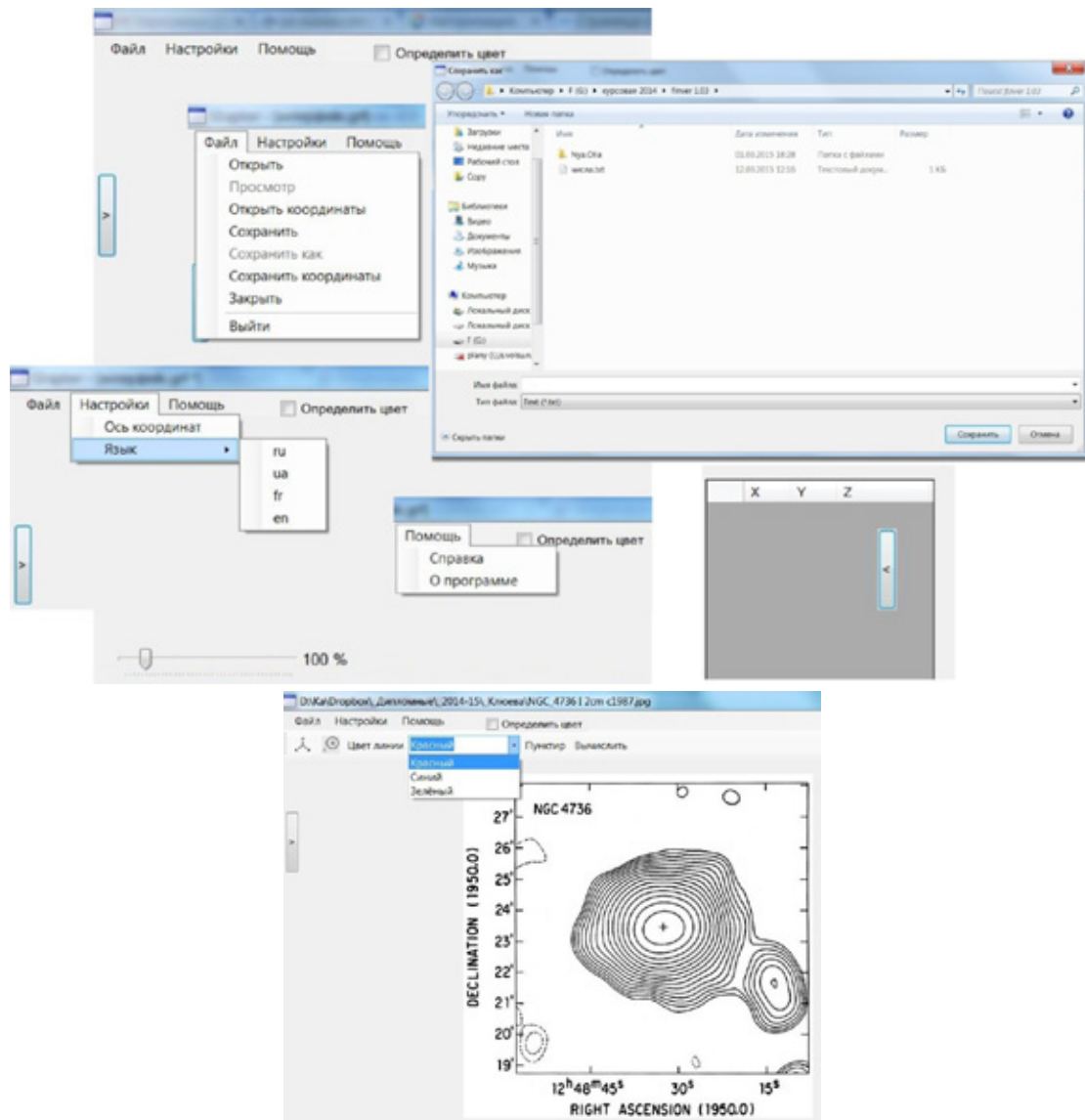


Fig. 2. System of drop-down menu Information System

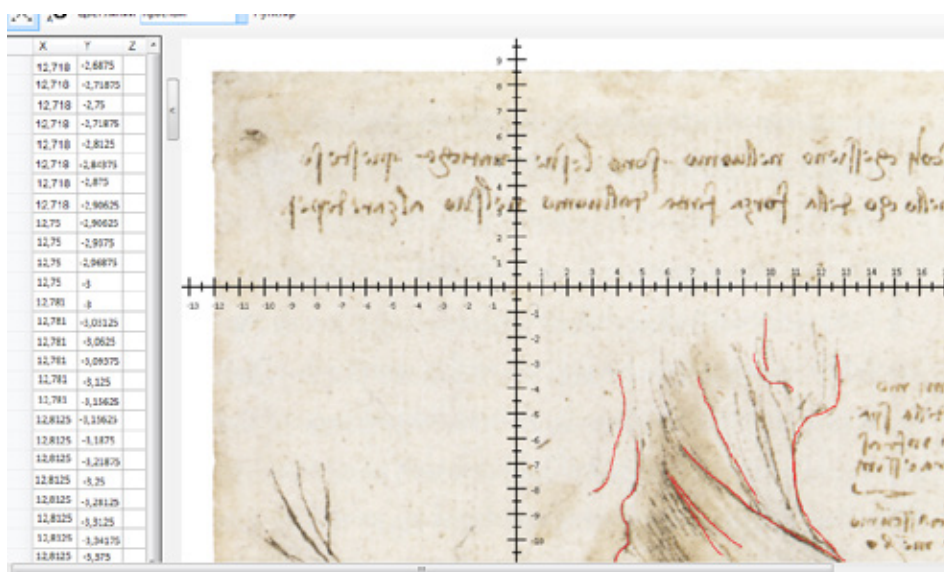


Fig. 3. Process of digitizing the image

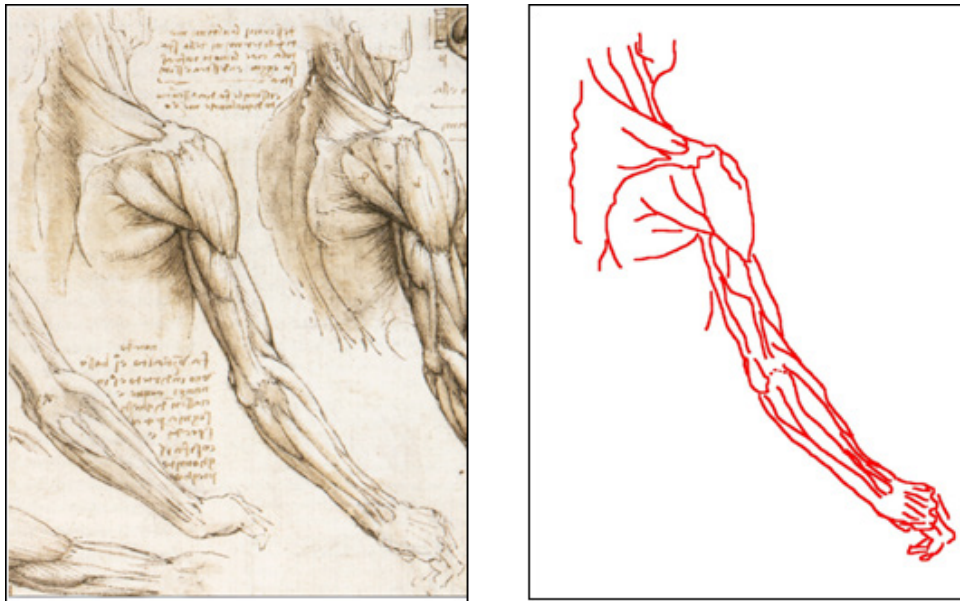


Fig. 4. On the left — the original bitmap anatomical da Vinci drawing, [5, p. 79]; Right — vectorization result

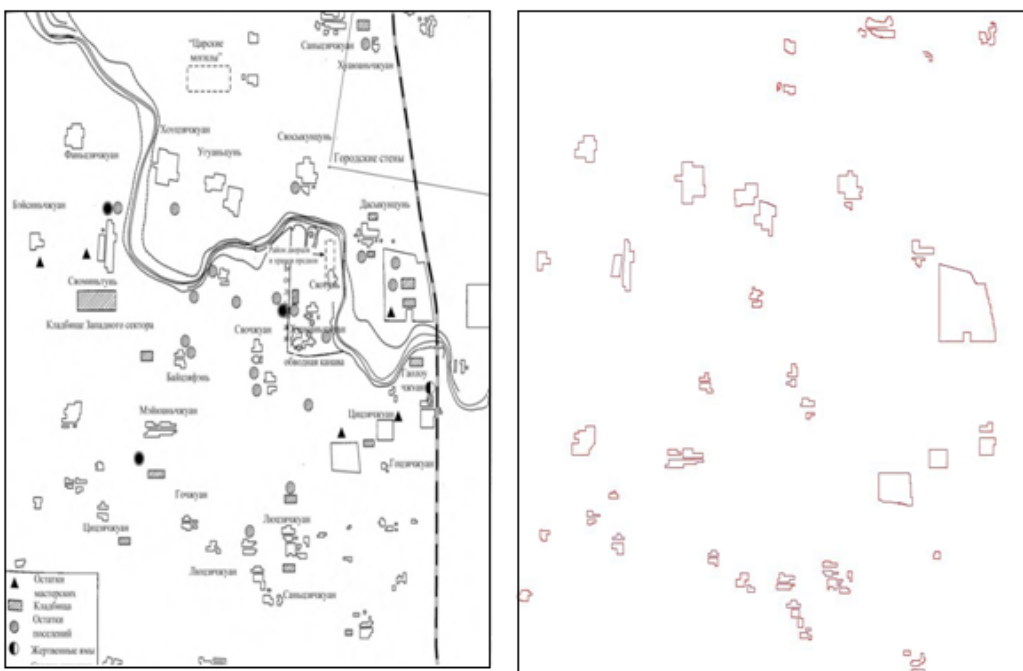


Fig. 5. Digitizing terrain maps Yin Shang Dynasty in China, [10, p. 63]

Figure 3 shows the selected image and the coordinate system is loaded on top of the image. Use the mouse to digitize the desired part of the images. During selection process the table in the left side is filled with the coordinates of the points.

After save the results to a file vectorization, we have vector (Fig. 4). Figure 5 shows an example of digitization plan for the area.

Create a program for digitization of images allows vectorizing bitmaps manually, yielding a set of vector primitives in a convenient form for further processing and to keep the data for later use. Distinctive features of this version from the previous [7, pp. 20] is the ability to zoom, the presence of the attributes that point to more information: color, line type, and others. The work was done under a grant RHF № 13–01–12015v.

References:

1. Combier C., Damiand G., Solnon C. Map Edit Distance vs. Graph Edit Distance for Matching Images // Lecture Notes in Computer Science. 2013. Vol. 7877. P. 161.
2. Tjahjawan I. Panoramic Virtual Museum: Representation or Simulation // International Journal of Innovation and Technology Management. — 2015. — V. 6. — P. 86.
3. Андреева И. И., Грицкевич М. В., Хоперсков А. В., Храпов С. С. Сервис «ГИС внутри раскопа» для археологической геоинформационной системы: 3D-моделирование // Современные информационные технологии. — 2014. — № 20. — 130 с.
4. Андреева И. И., Краснопрошин А. И., Хоперсков А. В. Информационные модели баз данных геопортала для археологов // Южно-Сибирский научный вестник. 2014. № 3 (7). — 101 с.
5. Дживелегов А. К., Эфрос А. М. с — М.:Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2010. Т. 1. — 480 с.
6. Елисеев В. М., Гаврилова О. В. Формирование пространственно-привязанных локальных ГИС для целей картографирования. М.: РУДН, 2008. — 162 с.
7. Ключева О. А. Графический редактор для векторизации растровых данных // Вестник ВолГУ. Сер. 9. Исследования молодых ученых. Вып. 12, 2014. — 114 с.
8. Краснопрошин А. И., Андреева И. И., Бурнос Д. В., Хоперсков А. В. Археологическая геоинформационная система: создание тематических карт // Современные информационные технологии. — 2013. — № 18 (18). — 175 с.
9. Лобанов Е. Ю. Эволюция понимания пространства в архитектуре и дизайне среды // Архитектура и современные информационные технологии. 2012. № 4 (21). — 40 с.
10. Родникова В. Е. Новые материалы и методы археологического исследования: Материалы II международной конференции молодых ученых. — М.: ИА РАН, 2013. — 204 с.
11. Хоперсков А. В., Белослудцев А. А., Наводченко Н. В. Геоинформационная система GeoMapBuilder для создания векторных карт с рельефом местности. Вестник ВолГУ. Сер. 1. Математика. Физика. Вып. 11, 2008. — 161 с.
12. Шарапова, Э. Н. Система оцифровки графических данных/Э. Н. Шарапова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. — 2011. — № 1. — 223 с.
13. Шустиков И., Хитров И. Оцифровка графиков в spotlight пример решения прикладных задач при помощи ACTIVEX // САПР и графика. — 2011. — № 10 (180). — 97 с.

Интернет-угрозы и способы защиты от них

Мазаев Дмитрий Валерьевич, студент;
 Ермолаева Вероника Викторовна, кандидат технических наук, доцент;
 Мурзагалиев Алмаз Гавитович, студент
 Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина

В настоящее время Интернет является важной частью жизни человека. Многие люди регулярно заходят во «Всемирную паутину», что узнать что-нибудь новое из новостных лент. Для программистов и людей, чья профессия связана с работой на компьютере, Интернет является частью их повседневной работы. Для школьников и студентов это источник любой необходимой информации, возможность играть в игры и общаться в социальных сетях. Вследствие, люди, которые регулярно заходят в Интернет, сталкиваются с различными угрозами.

Технические угрозы и Социальная инженерия — два вида Интернет — угроз. Основными техническими угрозами для пользователей являются вредоносные программы, ботнеты и DoS и DDoS-атаки. Вредоносные программы наносят ущерб компьютеру, серверу или компьютерной сети, например, крадут или стирают данные, которые

хранятся на компьютере, что ведет к ухудшению работы устройства или к его Вредоносные программы чаще всего находятся в страницах новостных сайтов или других популярных ресурсах, незаметно проникая на компьютер пользователя, просматривающего этот сайт. Электронная почта и съемные носители информации также могут являться распространителями вредоносных программ, а любые файлы, скачанные с Интернета, стоит всегда проверять Антивирусом.

Вредоносные программы делятся на вирусы, черви и троянские программы.

Компьютерный вирус — вид вредоносного программного обеспечения, способного создавать копии самого себя и внедряться в код других программ, системные области памяти, загрузочные секторы, а также распространять свои копии по разнообразным каналам связи с целью

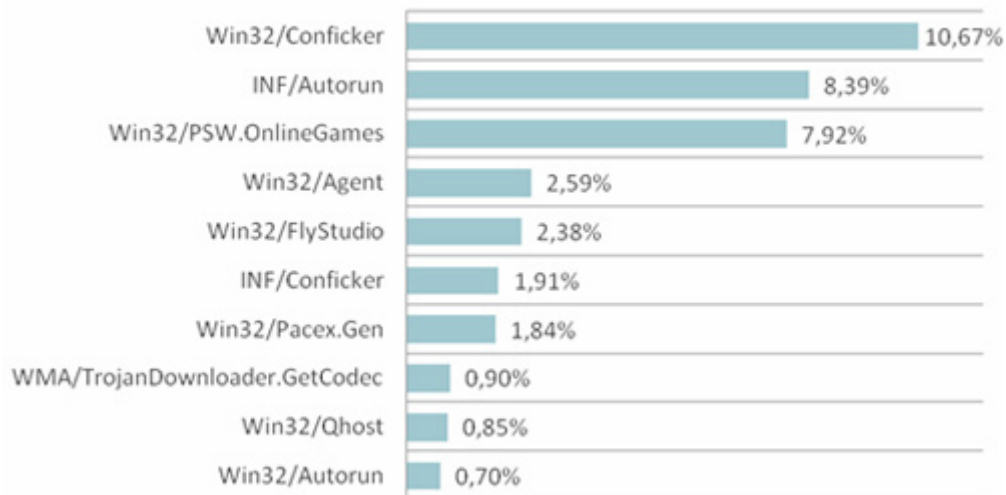


Рис. 1. Диаграмма. Топ-10 самых распространенных Интернет-угроз в мире (июль-2009) (данные компании «ESET»)

нарушения работы программно-аппаратных комплексов, удаления файлов, приведения в негодность структур размещения данных, блокирования работы пользователей или же приведения в негодность аппаратных комплексов компьютера.

Лежащий в виде зараженного файла на диске вирус неопасен до тех пор, пока его не открыть или запустить. Он начинает действовать только тогда, когда пользователь его активирует. Вирусы разработаны, чтобы копировать себя, заражая компьютеры, при этом обычно они уничтожают файлы. Компьютерные вирусы названы вирусами из-за их сходства с биологическими вирусами по признаку способности к саморазмножению.

Одним из вредоносных вирусов является win32 и его модификации. Применение современных антивирусных программ помогает предотвращать заражение компьютера вирусами, в том числе и win32. Этот вирус является «Трояном» и маскируется под одну из выполняемых задач системы.

Сетевой червь — разновидность вредоносной программы (вируса), самостоятельно распространяющейся через локальные и глобальные компьютерные сети. Они полностью оправдывают свое название, поскольку распространяются путем «переползания» из устройства в устройство.

Троянская программа (также — **троян**, **тройянский конь**) — вредоносная программа, распространяемая людьми, в отличие от вирусов и червей, которые распространяются самопроизвольно. «Трояны» — самый простой вид вредоносных программ, сложность которых зависит исключительно от сложности истинной задачи и средств маскировки. Самые примитивные «трояны» (например, стирающие содержимое диска при запуске) могут иметь исходный код в несколько строк. Примеры троянских программ: Back Office, Pinch, TDL-4, Trojan.Winlock.

Достаточно часто злоумышленники заражают компьютер для того, чтобы сделать его частью **ботнета** — сети из зараженных устройств, расположенных по всему миру.

Ботнет (англ. *botnet*, произошло от слов *robot* и *network*) — это компьютерная сеть, состоящая из некоторого количества хостов (серверов), с запущенными ботами — автономным программным обеспечением. Чаще всего бот в составе ботнета является программой, скрытно устанавливаемой на устройство жертвы и позволяющей злоумышленнику выполнять некие действия с использованием ресурсов зараженного компьютера. Обычно используются для нелегальной или неодобряемой деятельности — рассылки спама, перебора паролей на удаленной системе, атак на отказ в обслуживании.

Крупнейшие ботнеты могут включать в себя десятки и сотни тысяч компьютеров, а пользователи даже не догадываются, что их компьютеры заражены вредоносными программами и используются злоумышленниками.

DoS и DDoS атаки

DoS (от англ. *Denial of Service* — отказ в обслуживании) — хакерская атака на вычислительную систему (обычно совершенная хакерами) с целью довести её до отказа, то есть создание таких условий, при которых легальные пользователи системы не могут получить до-

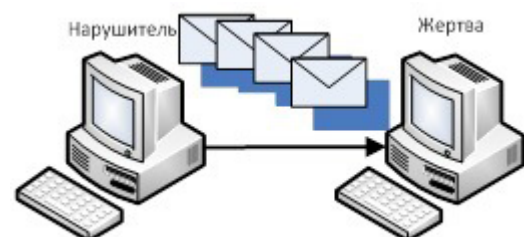


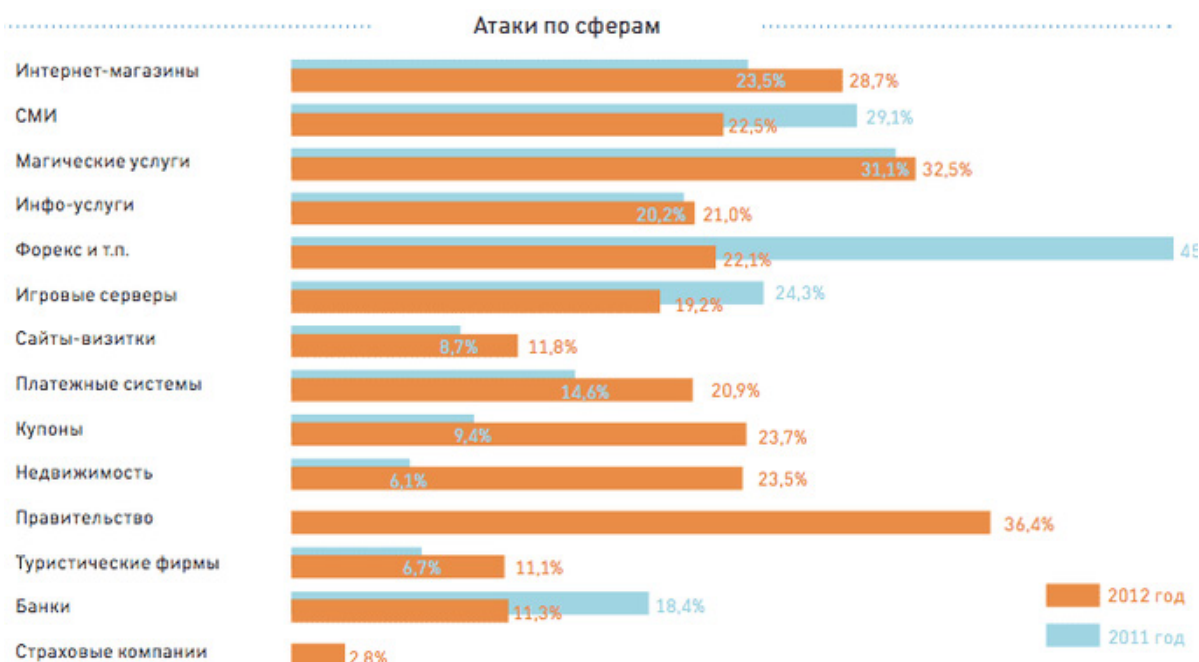
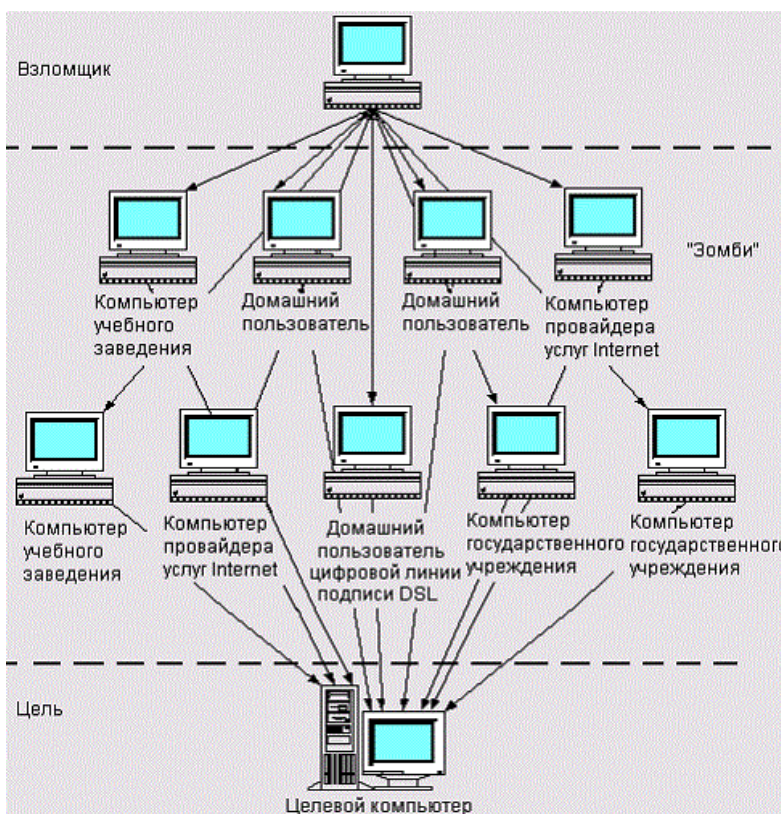
Рис. 2. DoS-атака осуществляется двумя способами

ступ к предоставляемым системным ресурсам (серверам), либо этот доступ затруднён. Отказ «вражеской» системы может быть и шагом к овладению системой (если в нештатной ситуации ПО выдаёт какую-либо критическую информацию — например, версию, часть программного кода и т.д.). Но чаще это мера экономического давления: простой службы, приносящей доход, счета от провайдера и меры по уходу от атаки ощутимо бьют «цель» по карману. В настоящее время DoS и DDoS-атаки наиболее популярны, так как позволяют довести до отказа практически любую систему, не оставляя юридически значимых улик.

Атака, проводящаяся одновременно сразу с большого числа компьютеров, называется DDoS-атака.

При первом способе для атаки используется уязвимость ПО (программного обеспечения), установленного на компьютере «жертвы». С помощью уязвимости вызывается определенная критическая ошибка, ведущая к нарушению работоспособности системы.

При втором способе атака осуществляется при помощи одновременной отсылки большого количества пакетов информации на атакуемый компьютер, что вызывает перегрузку сети.



DDoS-атака (распределенный отказ в обслуживании) — это разновидность DoS-атаки, которая организуется при помощи очень большого числа компьютеров, благодаря чему атаке могут быть подвержены сервера даже с очень большой пропускной способностью Интернет-каналов.

Для организации DDoS-атак злоумышленники используют ботнет — специальную сеть компьютеров, зараженных особым видом вирусов. Каждым таким компьютером злоумышленник может управлять удаленно, без ведома владельца. При помощи вируса или программы, искусно маскирующейся под легальную, на компьютер-жертву устанавливается вредоносный программный код, который не распознается антивирусом и работает в фоновом режиме. В нужный момент по команде владельца ботнета такая программа активизируется и начинает отправлять запросы на атакуемый сервер, в результате чего заполняется канал связи между сервисом, на который проводится атака, и Интернет-провайдером и сервер перестает работать.

Социальная инженерия

Социальная инженерия — метод несанкционированного доступа к информационным ресурсам, основанный на особенностях психологии человека. Основной целью социальных инженеров, как и других хакеров и взломщиков, является получение доступа к защищенным системам с целью кражи информации, паролей, данных о кредитных картах и т.п. Основным отличием от стандартной кибер-атаки является то, что в данном случае в роли объекта атаки выбирается не машина, а ее оператор. Именно поэтому все методы и техники социальных инженеров основываются на использовании слабостей человеческого фактора, что считается крайне разрушительным, так как злоумышленник получает информацию, например, с помощью обычного телефонного разговора или путем проникновения в организацию под видом ее служащего. Для защиты от атак данного вида следует знать о наи-

более распространенных видах мошенничества, понимать, что на самом деле хотят взломщики и своевременно организовывать подходящую политику безопасности.

Фишинг (англ. phishing, от fishing — рыбная ловля, выуживание) — это вид интернет-мошенничества, целью которого является получение доступа к конфиденциальным данным пользователей — логинам и паролям. Пожалуй, это самая популярная схема социальной инженерии на сегодняшний день. Ни одна крупная утечка персональных данных не обходится без волны фишинговых рассылок, предшествующих ей. Целью фишинга является незаконное получение конфиденциальной информации. Наиболее ярким примером фишинговой атаки может служить сообщение, отправленное жертве по электронной почте, и подделанное под официальное письмо — от банка или платёжной системы — требующее проверки определённой информации или совершения определённых действий. Причины могут называться самые различные. Это может быть потеря данных, поломка в системе и прочее. Такие письма обычно содержат ссылку на фальшивую веб-страницу, в точности похожую на официальную, и содержащую форму, требующую ввести конфиденциальную информацию **нг**

Способы защиты от угроз в Интернете

Существует много видов и способов атак, но также есть и достаточное количество способов защиты от них. При работе в Интернете рекомендуется выполнять следующие требования:

- Пользуйтесь паролями
- Работайте на компьютере под учетной записью с ограниченными правами
- Используйте шифрование данных
- Регулярно выполняйте обновления программного обеспечения
- Используйте и регулярно обновляйте антивирусные программы
- Используйте межсетевой экран

Литература:

1. Википедия
2. [http:// safe-surf.ru/ users-of/ article/212/](http://safe-surf.ru/users-of/article/212/)
3. [http:// elhow.ru/ programmnoe-obespechenie/ antivirusnye-programmy/ kak-udalit-win32](http://elhow.ru/programmnoe-obespechenie/antivirusnye-programmy/kak-udalit-win32)
4. <http://biz.liga.net/all/all/novosti/2030737-top-5-osnovnykh-internet-ugroz-itogi-iyulya.htm>

Формирование документов произвольного типа на основе информации из базы данных школьного электронного журнала

Чернышов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент;

Рыжих Николай Николаевич, магистрант

Московский государственный университет леса (г. Мытищи)

В настоящее время школьные электронные журналы получили большое распространение. Появившись впервые в 2001 г. как проект компании «РООС» (г. Самара) «Сетевая школа» или «Net школа», к настоящему моменту технология электронных журналов вошла в эпоху зрелости. Разработки электронных журналов активно проводились в России вплоть до 2010 г., когда стало ясно, что имеется достаточно разработок (более десятка), покрывающих практически все потребности школьного учебного процесса.

С 2009 г. правительство начало поддерживать идею массового внедрения школьных электронных журналов в образовательный процесс. Были выпущены соответствующие распоряжения, законы, письма и планы правительства [1] [2] [3] [4]. Окончательным закреплением использования школьных электронных журналов было введение Единых требований для систем ведения журналов успеваемости учащихся в электронном виде в общеобразовательных учреждениях Российской Федерации [5]. Данные требования вынудили разработчиков изменять свои школьные электронные журналы под эти требования. Все распоряжения и введенные требования подразумевают использование школьных электронных журналов в общеобразовательных школах, лицеях и гимназиях. С учетом введенных требований устанавливаются ограничения на виды формируемых документов.

Однако практически все существующие электронные журналы предполагают, что школа в течение года имеет постоянный или мало изменяющийся контингент учащихся, состав классов и перечень преподаваемых предметов. Эта модель не учитывает особенности учебного процесса в школах круглогодичных детских лагерей, типичным представителем которых является школа МДЦ «Артек». В этой школе состав учеников, перечень классов и учебных предметов изменяется каждую смену (длительность смены 21 день). На учебный процесс накладываются специфические особенности детского лагеря (нахождение детей в той или иной дружине, изучаемый родной и иностранный языки в школе дома, степень продвижения по учебной программе дома и т.п.). Учителям приходится заполнять ряд специфических документов. Одним из наиболее трудоёмких заполняемых документов является «Ведомость учебных достижений учащегося», которую классному руководителю необходимо заполнить на каждого учащегося в конце каждой смены.

Система электронного журнала является подходящей основой для автоматизации процесса заполнения подобных документов. Сформулируем и обоснуем требо-

вания к электронному журналу, который мог бы быть использован для решения задачи формирования нестандартных документов.

Прежде всего, должна быть обеспечена возможность описания шаблонов формируемых документов без необходимости обращения к разработчикам.

Вторым требованием будем считать необходимость реализации журнала на базе свободного программного обеспечения.

Третьим важным требованием является необходимость реализации в виде клиент-серверной архитектуры с пользовательским Web-интерфейсом.

Эти требования объясняется тем, что таких школ, круглогодично работающих лагерей, существует немного и они территориально удалены друг от друга. Как следствие, единых требований к документам типа «Ведомость учебных достижений» не существует и вряд ли они появятся. Следовательно, каждая такая школа уже имеет формы таких документов, созданные на своё усмотрение и отработанные годами. Заказ реализации таких форм разработчикам электронного журнала экономически нецелесообразен, поскольку специфичен для конкретной школы. Реализация же возможности формирования документов по шаблонам, созданным самими пользователями журнала (учителями), позволяет использовать эту технологию любому потребителю (любой школе).

Второе требование исходит из того, что любое проприетарное решение делает потребителя зависимым от «капризов» разработчика приложения. В связи с неизбежным быстрым старением современного парка вычислительной техники периодически возникает необходимость адаптации программного обеспечения под новые вычислительные платформы, что в случае с проприетарным ПО требует покупки очередной его версии. Такие организации как школы, как правило, не имеют достаточных средств для этого. Применение свободного ПО в качестве основы разработки электронного журнала снимают эту проблему.

Третье требование предполагает реализацию базы данных и программы электронного журнала в виде Web-решения, что позволило бы использовать его в гетерогенной локальной сети школы, упростило бы управление базой данных и программой журнала, и потенциально позволило бы родителям, находящимся далеко от своих детей, следить за их успеваемостью через сеть Интернет.

Проанализировав возможности существующих электронных журналов, авторы пришли к выводу,

что на данный момент не существует ни одного электронного журнала, удовлетворяющего всем поставленным требованиям. В связи с чем было принято решение о необходимости разработки метода формирования произвольных документов по шаблонам, заданным пользователем, на основе информации из базы данных и его реализации в виде программы электронного журнала, в которой была бы введена эта возможность. В качестве основы были взяты специфические особенности учебного процесса школы МДЦ «Артек».

Рассмотрев возможные способы задания шаблонов, авторы пришли к выводу, что наиболее удобным для пользователей (учителей школы) будет метод с использованием стандартного офисного текстового редактора. И поскольку одним из критериев решения задачи является использование свободного ПО, выбор пал на текстовый редактор пакета LibreOffice, который имеется в реализациях и для Windows, и для Linux. Важным преимуществом такого подхода является то, что стандартным форматом сохранения документов этого офисного пакета является хорошо документированный и открытый формат odt, который представляет собой обычный архив zip, содержащий файлы формата xml, поддержка работы с которыми имеется во многих современных языках программирования.

В качестве серверной платформы авторы избрали связку Linux, Apache [6], PostgreSQL [7], PHP [8], что автоматически удовлетворяет требованиям и по открытости ПО, и по клиент-серверной технологии с Web-интерфейсом.

Разработка метода формирования документов по шаблонам информации из базы данных предполагает необходимость задания в шаблоне полей, значения которых должны быть выбраны из базы данных, скомпонованы в соответствии с логикой их размещения в БД и размещены в заданных местах шаблона. При этом количество информации, задаваемой пользователем в шаблоне, должно быть минимизировано. Например, если в итоговом документе должна быть сформирована таблица с оценками по различным предметам, то пользователю должно быть достаточно задать только шапку одну строку таблицы, в которой указать признаки выбираемых полей. Полная таблица должна быть сформирована программой электронного журнала автоматически, причём её размер (количество строк) должны определяться на основании информации, извлечённой из БД (в данном случае это перечень предметов, изучавшихся учащимся).

Перед тем как были выделены типы заполняемых полей и присвоены им обозначения, было определено, как информация будет извлекаться из базы данных. В первую очередь, некоторую информацию из базы данных пользователь должен сам выбирать из предлагаемого ему списка (например, фамилию ученика, для которого формируется «Ведомость»). Список информации для выбора пользователем будет выводиться в интерфейс на первом этапе формирования документа — на этапе разбора ша-

блона, — при условии, что в самом шаблоне это будет как-то указано. На основе информации, выбранной пользователем из списка, из БД будет автоматически извлекаться остальная информация в зависимости от типов полей, заданных в шаблоне. Информация, выбираемая на первом этапе, будет **главной**, а само заполняемое поле, которое будет задавать выборку этой информации, назовём **«главное ключевое поле»**. Авторы приняли решение, что начинаться это поле будет с пары символов \% (обратный слеш и процент). Рекомендуемое количество таких полей от одного до пяти.

Другая информация будет извлекаться из БД автоматически и подставляться вместо полей, находящихся в таблице. Такая информация будет двух видов.

Первый вид: единичная информация, которая подставляется вместо поля (например, название изучаемого предмета).

Второй вид: накопленная информация, которая подставляется вместо поля (например, оценки по предмету).

Условиями, по которым определяется, какая информация будет извлекаться для первого вида, является **главная** информация; для второго вида — **главная** информация и информация **первого вида**. Поле для извлечения информации **первого вида** будем называть **«главное табличное ключевое управляющее поле»**. В данной работе описание поля начинается с пары символов \%s (обратный слеш и латинская s). Поле для извлечения информации **второго вида** будем называть **«табличное накопительное управляющее поле»**. В данной работе описание поля начинается с пары символов \%# (обратный слеш и октогорп). Сами поля задаются следующим образом:

(пара символов) имя_таблицы. имя_поля

где: «пара символов» — описана выше; «имя_таблицы» — имя таблицы в БД, из которой должна производиться выборка; «имя_поля» — имя поля в таблице «имя_таблицы», которое должно быть выбрано.

Например:

— \%имя_таблицы. имя_поля — *главное ключевое поле, информация из которого будет предложена пользователю для выбора, на основании которого будет определяться, какие данные будут извлекаться для управляющих полей в таблице;*

— \%sимя_таблицы. имя_поля — *главное табличное ключевое управляющее поле, информация в котором определит количество строк в сформированной таблице;*

— \%#имя_таблицы. имя_поля — *табличное накопительное управляющее поле для извлечения из БД набора данных одного типа в соответствии со значениями предыдущих двух полей.*

Завершающим шагом является разработка алгоритмов формирования запросов к БД на основании заданных в шаблонах полей и заполнения документов по полям шаблона и результатам запросов к БД.

Все алгоритмы имеют похожие действия: ищут управляющие поля, определяют типы управляющих полей,

формируют запросы к базе данных, извлекают информацию из базы данных, заменяют управляющие поля.

Основное различие возникает на этапе формирования запросов. В зависимости от приоритетности, сначала используется алгоритм для главных управляющих полей (с предоставлением пользователю права выбора). Потом по результатам выбора пользователя применяется алгоритм для главных табличных ключевых управляющих полей и по результатам обоих запросов (в случае наличия накапливаемых полей) используется третий алгоритм, отвечающий за формирование запросов для накапливаемых полей в таблице.

Как ранее упоминалось в статье, поля для таблиц необходимо минимизировать. Для этого используется по одному виду полей в строке. Для каждого поля формируется свой собственный запрос, независимо от типа управляющих полей. Таблица будет заполняться до тех пор, пока будет извлекаться информация из базы данных.

Для более наглядного действия алгоритмов приведем в качестве примера формирование списка пройденного материала классом. Типам управляющих полей зададим более короткие обозначения. **главное ключевое поле**, поле с символами `\%`, обозначим как поле типа А, **главное табличное ключевое управляющее поле**, поле с символами `\s`, обозначим как поле типа Б. Накопительное управляющее поле, поле с символами `\#`, обозначим как поле типа В.

Будем использовать БД с таблицами `class` (содержит список классов), `subject` (содержит список изучаемых предметов) и `content` (содержит список изученных тем). Для нашей цели достаточно знать, что собственно названия классов записаны в поле `class` таблицы `class`, собственно названия предметов — в поле `subject` таблицы `subject`, собственно изученные темы в поле `content` таблицы `content`. Таблицы связаны между собой обычным для таких случаев способом — с помощью специально выделенных полей с числовыми идентификаторами.

Шаблон будет состоять из одной страницы. Содержимое страницы представлено далее:

Список пройденного материала по предметам
у `\%class. class` -го класса

№	Предмет	Материалы
<code>\+</code>	<code>\subject.subject</code>	<code>\#content. content</code>

Примечание: поле вида `\+` введено авторами для автоматической нумерации строк в заполненной таблице.

Сначала программе на вход подается шаблон пройденного материала класса. `odt`. Средствами РНР происходит разархивация шаблона, который представляет собой архив, и поиск по архиву файла `content. xml` с последующим извлечением. После того как будет получен файл `content. xml`, его содержимое считывается в оперативную память. Далее с помощью регулярных выражений

в считанном документе ищутся управляющие поля типа А. В нашем примере это одно поле `\%class. class`. Данное поле отвечает за выбор класса пользователем.

Далее происходит формирование запроса к базе данных и предоставление пользователю выбора необходимой информации (в данном случае класса). Процесс формирования запроса для поля типа А представлен на рисунке 1.

После того, как будет произведен запрос к базе данных и будет получен результат, полученный результат выводится на экран в браузер в выпадающем списке. Выбрав нужную информацию, пользователь переводит программу к дальнейшему формированию документа. Выбранная информация будет сохранена в специальную переменную.

На следующем этапе формирования документа будет производиться заполнение таблицы. Программа выделит нужную строку в таблице путем поиска в каждой строке части управляющих полей либо `\s` либо `\#`. Выделив строку, с помощью регулярных выражений ищем поля типа Б и типа В. В нашем случае это по одному полю типа Б и типа В, `\subject.subject` и `\#content. content`, первое поле отвечает за названия предметов, а второе за список пройденного материала по каждому предмету. Далее идет подготовка к формированию запросов к базе данных и формирование запросов, это представлено на рисунке 2.

Из блок-схемы алгоритма составления запросов для управляющих полей находящихся в таблице, рисунок 2, видим, что все действия разделяются на четыре этапа.

На первом этапе, происходит извлечение из базы данных информации для полей типа А и разбор полей типа Б и В на отдельные части, а именно на имена таблиц и имена полей в таблицах.

На втором этапе, анализируются поля таблиц между собой, выявляются, чем они являются друг к другу, первичным или внешним ключом [9], или отсутствуют связи между собой.

На третьем этапе формируется запрос к базе данных для поля типа Б, в цикле для каждой новой строки формируются новые запросы к базе данных для полей типа В. Заполнение строки извлеченной информацией и накопление всех заполненных копий строки.

На заключительном четвертом этапе подменяем в файле `content. xml` строку, содержащую ключевые поля, на поля, полученные на третьем этапе. Так же в нем подменяем поля типа А на ранее извлеченную для них информацию. Заключением формирования документов является помещение файла `content. xml` в архив, являющимся копией шаблона, но с именем необходимого документа.

Разрабатываемая система формирования документов позволит специфическим школам формировать свои собственные ведомости учебных достижений и другие прилагающиеся документы, снизит нагрузку преподавателей. А использование свободного программного обеспечения при разработке и эксплуатации вносит существенную экономию средств.

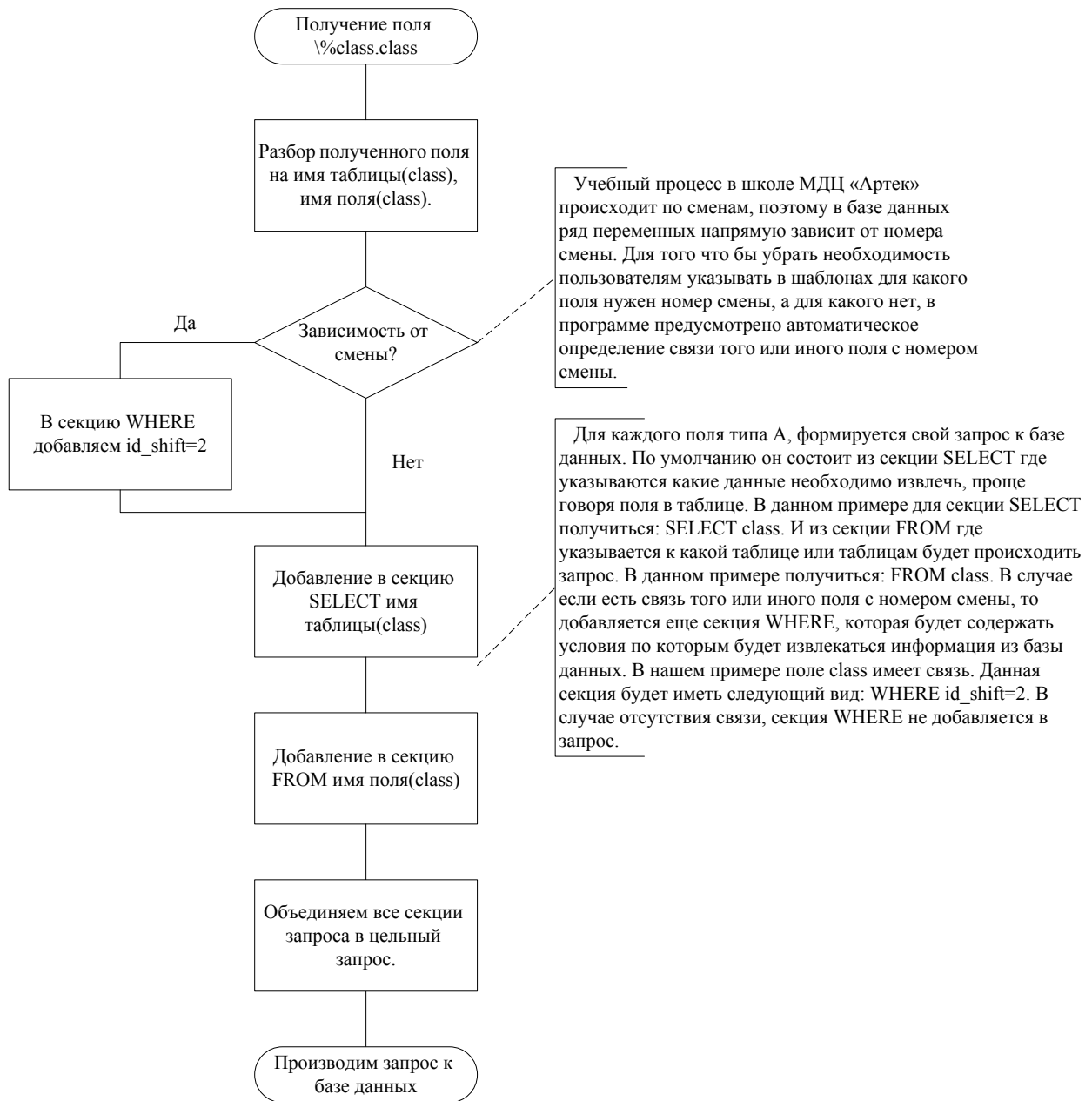


Рис. 1. Алгоритм формирования запросов для поля типа А

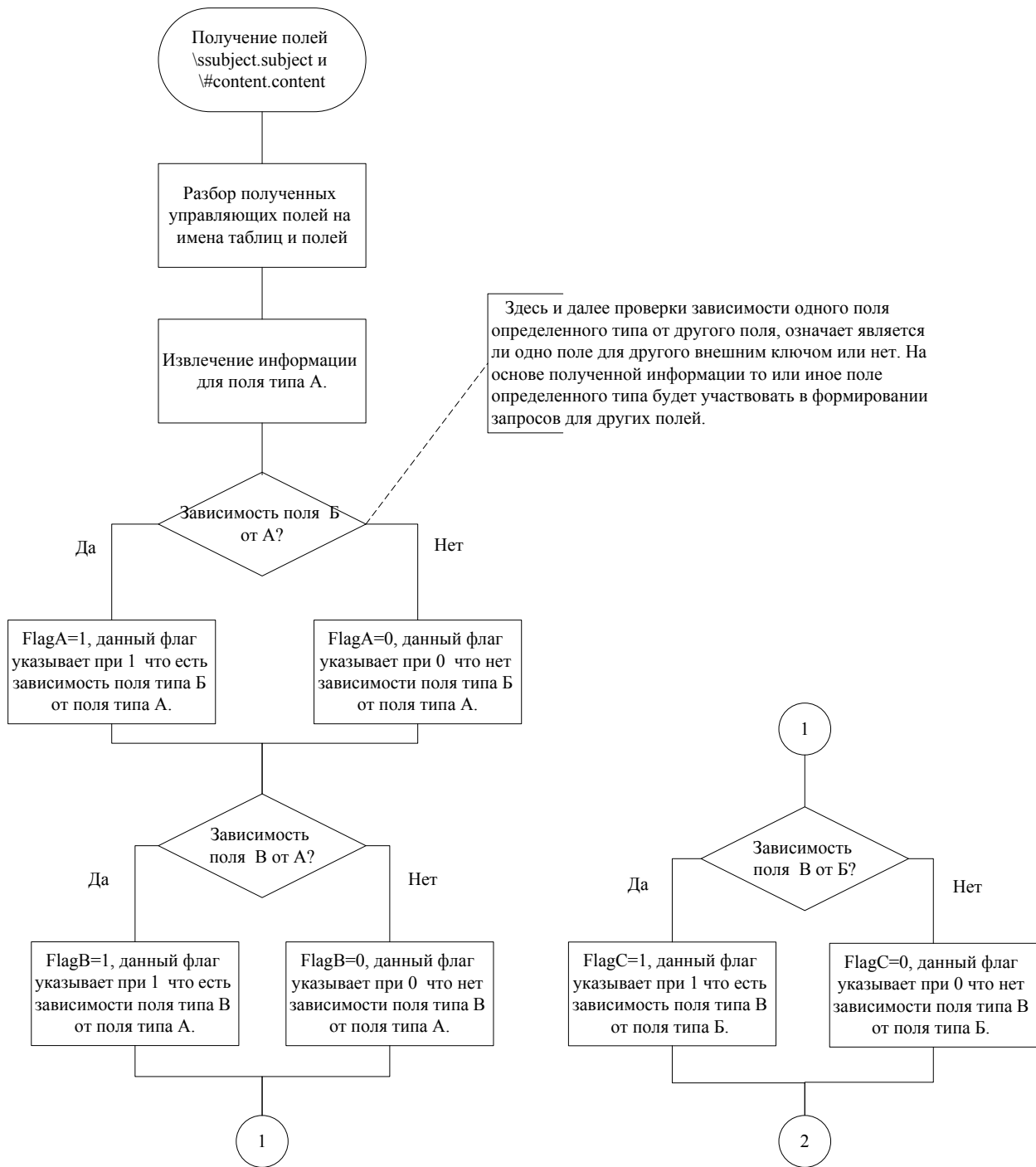


Рис. 2. Подготовка и формирование запросов

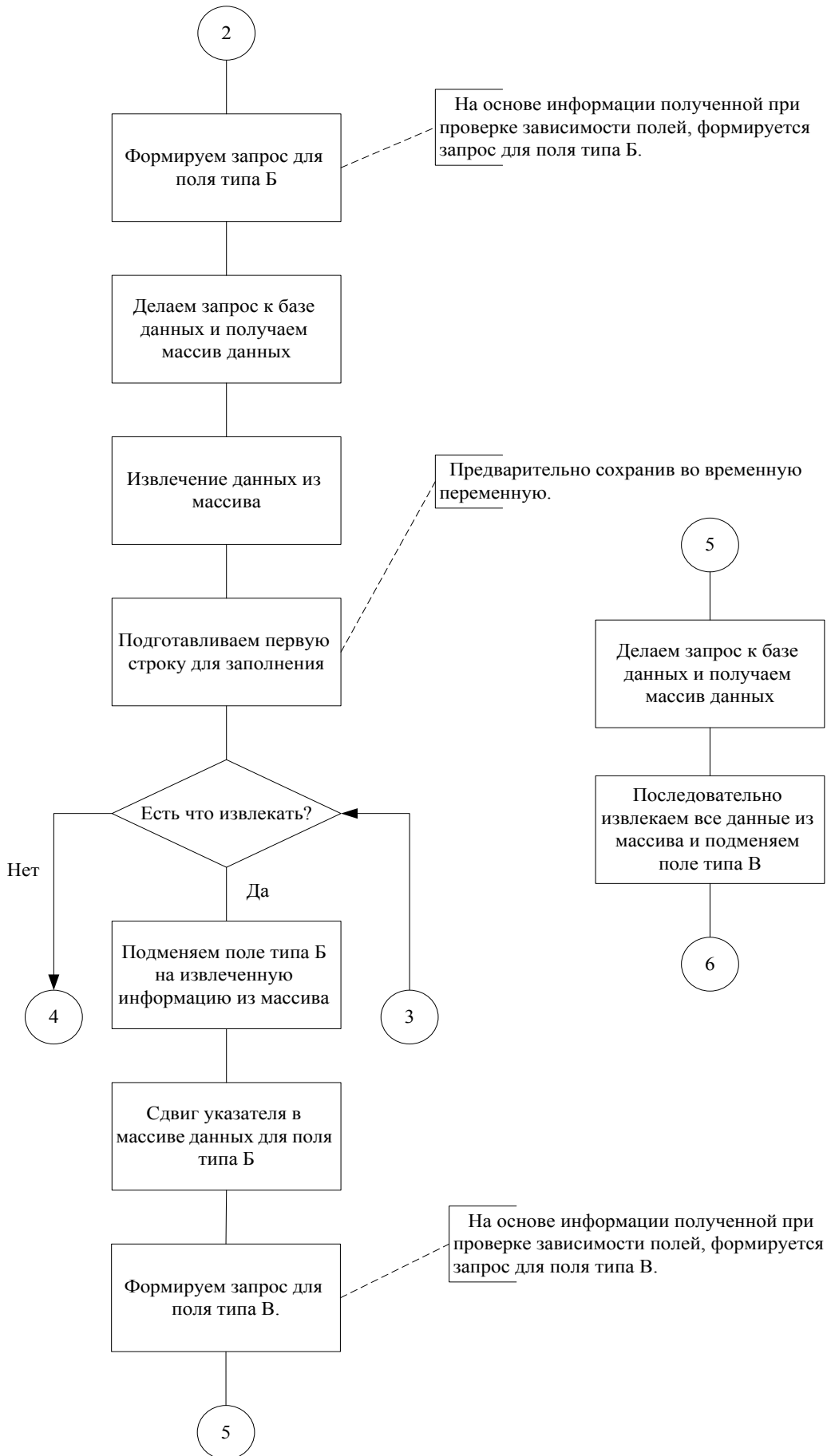


Рис. 2. Подготовка и формирование запросов, продолжение

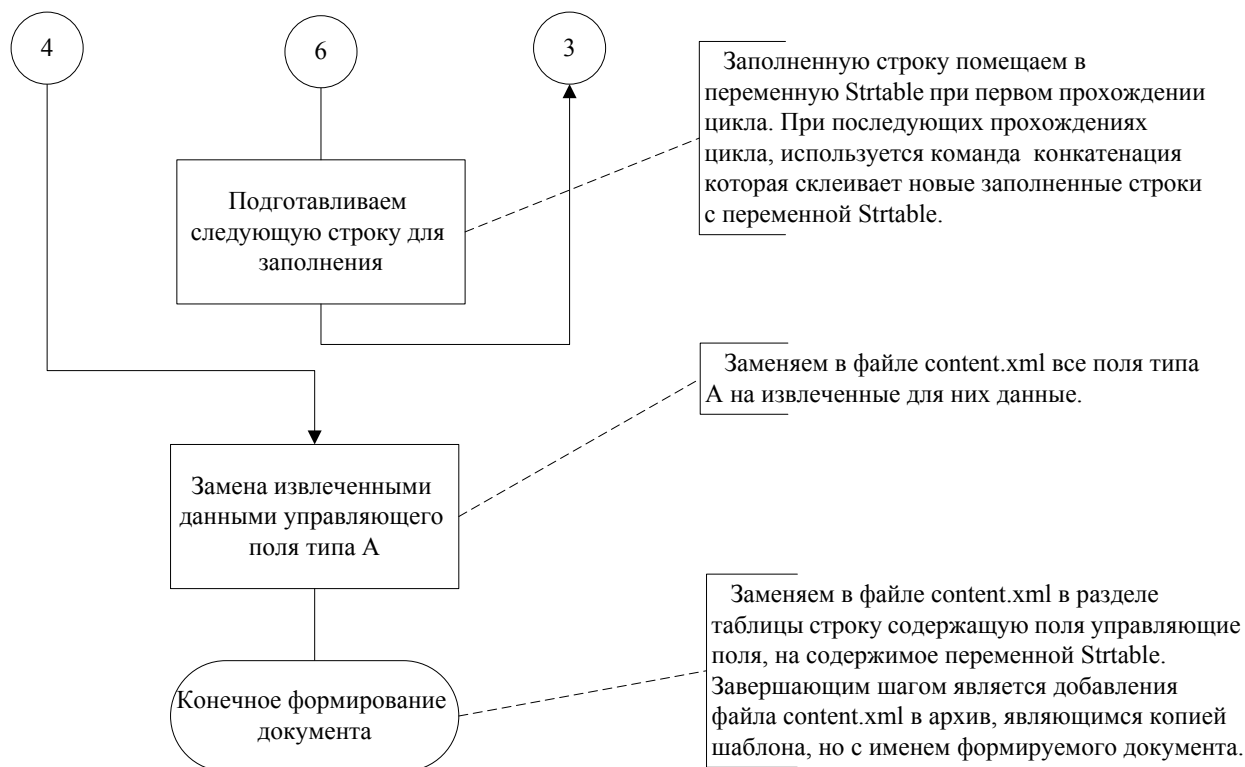


Рис. 2. Подготовка и формирование запросов, продолжение

Литература:

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.12.2009 № 1993-р. «Об утверждении сводного перечня первоочередных государственных и муниципальных услуг, предоставляемых в электронном виде»/Опубликовано на информационно-правовом портале ГАРАНТ. ру. Режим доступа: www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12071809/
2. Распоряжение Правительства РФ от 27.02.2010 № 246-р. «О реализации национальной образовательной инициативы «Наша новая школа»»/Опубликовано на информационно-правовом портале BestPravo. — Режим доступа: www.bestpravo.ru/rossijskoje/so-dokumenty/u0k.htm
3. Федеральный закон от 27.07.2010. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг»/Опубликовано на сайте Федеральное архивное агентство. — Режим доступа: archives.ru/documents/fz210.shtml
4. Плана действий Министерства образования и науки РФ от 22.10.2012. «По снижению излишнего документооборота в школах»/Опубликовано на сайте Минобрнауки. — Режим доступа: минобрнауки.рф/с/новости/2637
5. Письмо Минобрнауки России от 15.02.2012. № АП-147/07 «О методических рекомендациях по внедрению систем ведения журналов успеваемости в электронном виде»/Опубликовано на отраслевой информационно-справочной системе АЮДАРИНФО. — Режим доступа: www.audar-info.ru/docs/documents/detail.php?artId=479387
6. Скотт Хокинс. Администрирование веб-сервера Apache и руководство по электронной коммерции./М.: Вильямс, 2001. — 336 с.
7. Online — справочник [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://postgresql.ru.net>
8. Online — справочник [Электронный ресурс]/Режим доступа: php.ru
9. Дейт, К.Дж. Введение в системы баз данных 8-е изд./М.: «Вильямс», 2006. // 1328 с.

Программная реализация метода оценки погрешностей результатов картирования в рамках сплайн-аппроксимационного подхода

Яворук Семен Олегович, магистрант
Тюменский государственный университет

В настоящей работе рассматриваются ключевые особенности и достоинства сплайн-аппроксимационного подхода к построению карт, описывается способ оценки влияния погрешностей в исходных данных на результаты картопостроения. Приводятся результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: сплайн-аппроксимация, картирование, карты дисперсий, вычислительный эксперимент.

Основная цель построения карт — это достоверное восстановление пространственных закономерностей в изменении картируемых параметров на основе имеющейся информации о свойствах геологических объектов.

Существует множество различных методов решения задач картирования с использованием данных в нерегулярно расположенных точках. В большинстве случаев применяются интерполяционные методы, которые обеспечивают теоретически точное восстановление картируемого параметра в точках наблюдения. Приближенные методы, как правило, используются для определения трендовых поверхностей.

Существенные отличия методов заключаются в математической постановке, особенностях численной реализации [1] и результатах их применения.

Основополагающей идеей аппроксимационных методов является поиск решения исходящий из условия минимизации некоторого функционала, который определяется содержательной частью геологической задачи.

В основе сплайн-аппроксимационного подхода [2] лежит использование бикубических сплайнов на регулярной прямоугольной сетке. При этом ключевой особенностью является условие квадратичности вхождения неизвестных параметров в функционал, благодаря чему возможно простое и строгое сведение задачи к решению системы алгебраических уравнений.

Кроме того, сплайн-аппроксимационный подход позволяет использовать уравнения в частных производных, аналогичные уравнениям математической физики, описывающие свойства картируемой поверхности. Такие уравнения могут быть локальными либо глобальными. Уравнение является локальным, если оно определяется на ограниченном числе точек наблюдения. Уравнение является глобальным, если предполагается его выполнение (приближенное) во всей области решения задачи.

Наиболее перспективными [3] в рамках данного подхода представляются полиномиальные сплайны, ввиду некоторых особенностей:

1. Высокая скорость расчета значений сплайна и его производных, что существенно влияет на потенциальный размер решаемых задач.

2. Возможность получения аналитических выражений для производных и интегралов позволяет рассма-

тривать математическую постановку алгоритма решения задачи, что в свою очередь позволяет сократить объемы вычислений.

3. Использование В-сплайнов, имеющих ограниченную область определения, сводит задачу к решению системы алгебраических уравнений, имеющих симметричную матрицу ленточного типа, что позволяет существенно снизить затраты на хранение данных и использовать специальные методы для обращения матрицы.

Наличие погрешностей при определении свойств геологических объектов, является существенным фактором при оценке достоверности картопостроения. Но в рамках существующих подходов вопросы оценки влияния погрешностей на результаты картопостроения рассмотрены в недостаточной степени. В результате вопросу формализации оценок точности при построении карты не уделяется достаточного внимания. Но данный вопрос становится существенным при использовании полученной карты в качестве инструмента для решения некоторой комплексной задачи.

Карты дисперсий позволяют оценить влияние погрешностей в исходных данных на результаты картирования. Так же они дают возможность сопоставлять модельные представления с фактическими данными о геологических объектах. Карты дисперсий можно построить как для локальных, так и для глобальных уравнений в рамках сплайн-аппроксимационного подхода.

Алгоритм построения карт дисперсий для локальных уравнений можно представить в виде следующего набора последовательных шагов:

1. Определение точек, на которые локальные уравнения оказывают влияние.

2. Вычисление элементов вектора, который будет использован в роли правой части при решении системы уравнений.

3. Решение системы уравнений, для которой в роли левой части выступают данные, использованные для построения исследуемой карты, а в роли правой части — полученный ранее вектор.

4. На основе решения системы уравнений вычисляются значения элементов матрицы ковариации.

5. Используя диагональные элементы матрицы ковариации коэффициентов сплайна, вычисляются значения

в узлах равномерной прямоугольной сетки описывающей дисперсий исследуемой карты.

Основным преимуществом выбранного подхода является отсутствие необходимости целиком вычислять матрицу ковариации для коэффициентов сплайна, что позволяет существенно сократить вычислительные затраты.

Алгоритм построения карт дисперсий для глобальных уравнений может иметь следующий вид:

1. Вычисление элементов вектора, который будет использован в роли правой части при решении системы уравнений.

2. Решение системы уравнений, для которой в роли левой части выступают данные, использованные для построения исследуемой карты, а в роли правой части полученный ранее вектор.

3. На основе решения системы уравнений вычисляются значения в узлах равномерной прямоугольной сетки описывающей дисперсий исследуемой карты.

Приведенные выше алгоритмы были реализованы в рамках вычислительного модуля для программного продукта GST [4]. В качестве языка программирования был выбран C++ по причине его высокой вычислительной производительности и наличия библиотек позволяющих эффективно решать возникающие подзадачи. В качестве дополнительной библиотеки была использована Intel Math Kernel Library — математическая библиотека, включающая в себя оптимизированные многопоточные реализации математических функций [5].

В качестве технологии для реализации параллельных вычислений была выбрана технология OpenMP. Выбор обоснован следующими преимуществами данной технологии:

— Автоматическое распределение памяти между потоками.

— Отсутствие необходимости отдельно поддерживать последовательную и параллельную версии программы.

В рамках тестирования вычислительного модуля для оценки эффективности многопоточного решения задачи был проведен вычислительный эксперимент, основная цель которого заключалась в том, чтобы оценить время необходимое на построение карт дисперсий.

Характеристики оборудования и программного обеспечения использованного для проведения эксперимента.

— Процессор: Intel Core i5–3570K(4 ядра по 3.4 GHz)

— RAM: 8GB

— Операционная система: Windows 7

— Библиотеки: Intel MKL 10.2.4.032

В рамках вычислительного эксперимента в качестве варьируемого параметра для анализа влияния на карту дисперсий глобальных уравнений был выбран размер сетки. В практических задачах размер сетки может меняться в широких пределах, но в большинстве задач ограничивается размером 300x300.

Результаты замера времени выполнения расчетов по программе представлены в таблице 1. Время указано в секундах. Ускорение указано относительно последовательной реализации.

Для анализа влияния на карту дисперсий локальных уравнений в качестве варьируемого параметра используются количество замеров картируемого параметра и размер сетки. В практических задачах количество замеров обусловлено различными факторами, например, размерами исследуемой области, и может меняться в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч.

Таблица 1. Результаты замера времени выполнения расчётов

Размер сетки	1 поток	2 потока		4 потока	
	время	время	ускорение	время	ускорение
30x35	1.12	0.63	1.78	0.41	2.73
60x70	14.2	8.6	1.65	6.3	2.25
100x120	115	73	1.58	52	2.21
120x140	251	162	1.55	118	2.13
140x170	596	391	1.52	278	2.14
170x190	1116	711	1.57	506	2.21
240x280	5023	3253	1.54	2176	2.31
290x340	6953	4537	1.53	2918	2.38

Таблица 2. Размер сетки: 60x60

Количество замеров	1 поток	2 потока		4 потока	
	время	время	ускорение	время	ускорение
500	14.4	7.5	1.92	4.1	3.51
1000	28.7	14.8	1.94	8	3.59
2000	56.7	29.1	1.95	15.8	3.59
4000	113	58	1.95	31.3	3.61

Таблица 3. Размер сетки: 120x120

Количество замеров	1 поток	2 потока		4 потока	
	время	время	ускорение	время	ускорение
500	61.7	32.6	1.89	17.8	3.47
1000	121.3	63.6	1.91	33.9	3.58
2000	241	125.4	1.92	66.2	3.64
4000	481	249	1.93	131	3.67

Таблица 4. Размер сетки: 240x240

Количество замеров	1 поток	2 потока		4 потока	
	время	время	ускорение	время	ускорение
500	263.5	148.3	1.78	82	3.21
1000	500	275	1.82	154	3.25
2000	998	527	1.89	291	3.43
4000	1964	1043	1.88	547	3.59

Результаты замера времени выполнения расчетов по программе представлены в таблицах 2–4. Время указано в секундах. Ускорение указано относительно последовательной реализации.

Наибольший эффект от многопоточной реализации наблюдается на достаточно крупных задачах, в процессе

выполнения которых ресурсы могут быть распределены наиболее рационально. Как результат, наблюдается значительное ускорение относительно последовательной реализации.

Литература:

1. Волков, Е. А. Численные методы. — 2-е изд., испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 248 с.
2. Плавник, А. Г. Картирование свойств геологических объектов на основе сплайн-аппроксимационного подхода: Дисс... доктора технических наук. — Новосибирск, 2013. — 248 с.
3. Завьялов, Ю. С. Методы сплайн-функций/Ю. С. Завьялов, Б. И. Квасов, В. Л. Мирошниченко. — М.: Наука, 1980. — С. 352.
4. Сайт программного продукта GST. URL: <http://geo-spline.ru> (дата обращения: 15.05.2015).
5. Документация Intel Math Kernel Library. URL: <https://software.intel.com/ru-ru/intel-software-technical-documentation> (дата обращения: 15.05.2015).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Преимущества уравнивания с использованием множественного доступа с разделением частот в технологии долгосрочного развития сетей связи

Абдурахман Али, аспирант

Харьковский национальный университет радиозлектроники (Украина)

«Долгосрочное развитие сетей связи» — один из стандартов коммуникации для будущих поколений мобильных телефонов, сочетающий в себе стандарт высокоскоростной передачи данных для основных систем мобильных телефонов третьего поколения (W-CDMA), используемых в настоящее время. В настоящее время объём передачи данных в мобильных телефонах всё больше и больше возрастает благодаря распространению смартфонов и мобильной связи. Поэтому расширение диапазона частот связи — краеугольный камень для несущих частот. Долгосрочное развитие сетей связи способствует высокоскоростной передаче данных с невысокой задержкой и по эффективности превосходит использование радиоволн. Многие из глобальных операторов связи используют правила соответствия стандарту «Долгосрочное развитие сетей связи», быстрое распространение которого ожидается в будущем. В данном докладе мы опишем основные технологии уравнивания с помощью систем «Многоканальный вход — многоканальный выход» и «Множественный доступ с разделением частот» в каналах, в которых максимальная задержка превосходит по длительности защитный интервал. Также внедряются узкополосные поднесущие частоты с целью получения такого канала, который будет постоянным для каждой отдельной полосы, тем самым упрощая процесс уравнивания в приёмнике.

Ключевые слова: LTE, SC-FDMA, OFDM, MIMO, уравнивания, MMSE-BLE, RNN.

Стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» — представитель 4-го поколения Универсальных Мобильных Телекоммуникаций (UMTS), новейших технологий доступа к мобильному Интернету. Идеей данного исследования является улучшение производительности однокасетного множественного доступа с разделением частот (SC-FDMA), используемого в системе «земля-борт» [1]. В однокасетном множественном доступе с разделением частот используется частотное уравнивание [1] (по сравнению с повторным временным уравниванием) с использованием эквалайзера рекуррентной нейронной сети [2]. В третьем подходе освещается сочетание уравнивания и декодирования кодированной передачи (так называемое турбо-уравнивание) [3]. На первом этапе мы рассмотрели коэффициенты ошибок по битам и по пакетам, но в то же время мы смогли внедрить лишь немного усовершенствований. Однако при использовании смешанного автоматического запроса на передачу данных (HARQ) [4], при этом тщательнее изучив производительность, определяемую с помощью соотношения количества полученных пакетов к количеству переданных пакетов, мы смогли легко проанализировать преимущества временного уравнивания. Изначально стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» представлял собой проект

2004 года, разработанный органом телекоммуникации, известным как «3GPP» (Партнёрский Проект 3-го Поколения). Одним из элементов проекта GPRS/3G является эволюция системной архитектуры. Термин «Долгосрочное развитие сетей связи», как правило, применяется как к новейшим средствам связи, так и к эволюции системной архитектуры, которая возникла из ранней системы «3GPP», известной как Универсальная Система Мобильной Телекоммуникации (UMTS), которая, в свою очередь, произошла от Глобальной Системы Мобильной связи (GSM). Основная цель стандарта «Долгосрочное развитие сетей связи» — обеспечение высокого коэффициента передачи данных, малой задержки и оптимизированных технологий радиосвязи с абонентами с использованием гибкого диапазона частот. В то же время была разработана его сетевая архитектура с целью поддержки трафика с коммутацией пакетов, с целевой мобильностью и высоким качеством обслуживания. Основным преимуществом ортогонального мультиплексирования деления частоты над однокасетными схемами является его способность приспосабливаться к суровым условиям без применения сложных уравнивающих фильтров. В данном докладе мы осветили основные технологии ортогонального мультиплексирования деления частоты «Многоканальный

вход — многоканальный выход» (MIMO-OFDM) — системы уравнивания, используемой в таких каналах, где максимальная задержка превышает по длительности защитный интервал. Мы рассмотрели три вида уравнивания: частотное, временное и турбо-уравнивания. В настоящее время объём передачи данных в мобильных телефонах всё больше и больше возрастает благодаря распространению смартфонов и мобильной связи.

Беспроводная связь с использованием антенн стала весьма популярной благодаря увеличению производительности каналов с равномерным затуханием [5]. В каналах с выбором частот данная функция поддерживается с помощью ортогонального мультиплексирования деления частоты, так, чтобы для каждой отдельной полосы был предоставлен отдельный канал с равномерным затуханием «Многоканальный вход — многоканальный выход». Примечательно, что в каналах с выбором частот пространственное мультиплексирование способно обеспечивать не только рост коэффициента, но также и коэффициент усиления при приёме на разнесённые антенны [6].

«Долгосрочное развитие сетей связи» — один из стандартов коммуникации для будущих поколений мобильных телефонов, сочетающий в себе стандарт высокоскоростной передачи данных для основных систем мобильных телефонов третьего поколения (W-CDMA), используемых в настоящее время. Данный стандарт был разработан Организацией по Стандартизации 3GPP (Партнёрский Проект 3-го Поколения) под названием «3GPP Выпуск 8». Данным стандартом предусмотрено ортогональное мультиплексирование деления частоты в системе связи «борт-земля» и однокассетный множественный доступ с разделением частот в системе связи «земля-борт» [7]. С использованием системы «Многоканальный вход — многоканальный выход» коэффициент передачи данных в системе «борт-земля» составляет 300 Мбит/с, а в системе «земля-борт» — 75 Мбит/с. Более усовершенствованная версия LTE-A может принимать до 1 Гбит/с в системе «борт-земля» и 500 Мбит/с в системе «земля-борт». По сравнению с ортогональным мультиплексированием деления частоты в системе «земля-борт», однокассетный множественный доступ с разделением частот обладает более низким соотношением максимальной и средней мощностей передатчика, тем самым обеспечивая более высокую производительность мобильных устройств. Хотя при использовании системы «Многоканальный вход — многоканальный выход» и увеличивается коэффициент передачи данных, вместе с этим возникают помехи между антеннами. Помимо этих помех, возникает замирание вследствие многолучевого распространения, что приводит к межсимвольным помехам. С помощью циклического префикса можно снизить уровень помех меж символами однокассетного множественного доступа с разделением частот. Однако помехи между символами в одном и том же ОМДРЧ всё равно достаточно велики. Для снижения помех как между антеннами, так и между символами подходят частотные эквалайзеры

с минимальной среднеквадратической погрешностью (MMSE) [8]. Однако во многолучевых каналах такие эквалайзеры не могут полностью устранить помехи: всё равно останется незначительный уровень помех как между антеннами, так и между символами. Сильнее всего они проявляются в каналах одинакового подключения, тем самым ухудшая функционирование приёмника. За последние годы было предложено несколько схем для устранения помех в системах «борт-земля» [9] и «земля-борт» [10]. Однако в настоящее время существует немного исследовательских работ по упрощению внедрения программно-определяемой радиосистемы.

Цель изучения

Расширение диапазона частот связи — вот главный вопрос для разработки систем связи. Мы разработали процесс уравнивания стандарта «Долгосрочное развитие сетей связи» в системах «Многоканальный вход — многоканальный выход» и «Множественный доступ с разделением частот» в силу следующих причин:

— Стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» способствует наличию нескольких антенн в системе «Многоканальный вход — многоканальный выход», с целью обеспечения высокоскоростной связи. Если шумы, производимые мобильными телефонами, создают помехи для антенн, то чувствительность радиосигналов снижается и, следовательно, ухудшается качество связи. Поэтому для устранения таких помех используется система шумоподавления для всех антенн, поскольку Стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» обеспечивает высокоскоростную связь с использованием нескольких антенн.

— В данной работе мы проанализировали встроенную сетевую структуру в целях увеличения коммуникационной способности, с учётом многопараметровых вероятных подходов, сочетающих в себе статистическое описание местности и застройки, а также пространственное описание интенсивности сигналов, с учётом эффекта многолучевого распространения каналов от естественных и искусственных препятствий в городской среде.

Ортогональное мультиплексирование деления частоты

Ортогональное мультиплексирование деления частоты — технология многокассетной передачи, предложенная в середине 1960-х [11]. Используется для предотвращения задержки канала путём преобразования канала в несколько дублирующих, но взаимно ортогональных каналов в частотном домене. Ортогональное мультиплексирование деления частоты «Многоканальный вход — многоканальный выход» (MIMO-OFDM) — эффективный подход для улучшения качества связи, коммуникационной способности и коэффициента передачи. MIMO-OFDM — многообещающая технология, сочетающая в себе преимущества как системы «Многоканальный

вход — многоканальный выход», так и Ортогонального мультиплексирования деления частоты, т.е. способность предотвращать задержки сигналов и высокую трансмиссионную способность. В данной системе используются различные пространственно-временные коды с целью увеличения способности [12]. Её возможный недостаток заключается в том, что сложность декодера возрастает экспоненциально на количество битов на символ, тем самым ограничивая доступность данных [13]. Компания «Фоскини» предложила систему кодировки — так называемую многоуровневую структуру, предлагающую более упрощённый подход к реализации способностей системы MIMO-OFDM [14]. Многоуровневая структура — простое и малобюджетное решение для будущих беспроводных систем связи с высокой эффективностью использования спектра и выработкой [15].

Множественный доступ с разделением частот

Однокассетный множественный доступ с разделением частот (SC-FDMA) известен также как «Предварительно созданный линейный множественный доступ с разделением частот» (LP-OFDMA). Подобно другим схемам множественного доступа (TDMA, FDMA, CDMA, OFDMA), она присваивает нескольким один и тот же коммуникационный ресурс пользователям. Однокассетный множественный доступ с разделением частот считается предварительно созданной линейной схемой, в том смысле, что она оснащена распределёнными функциями терминала. Однокассетный множественный доступ с разделением частот привлек внимание в качестве оптимальной альтернативы ортогональному мультиплексированию деления частоты, особенно в связи «земля-борт», где более низкое соотношение максимальной и средней мощностей больше подходит для мобильного терминала в отношении эффективности передачи и более низких затрат на усилитель мощности. Он представлен в виде схем множественного доступа в системах «3GPP Long Term Evolution» (LTE) или «Evolved UTRA» (E-UTRA) [16]. По сравнению с ортогональным мультиплексированием деления частоты, однокассетный множественный доступ с разделением частот был предметом разнообразных исследований [17, 18]. Хотя различие в показателях у них невелико, благодаря дополнительному преимуществу (соотношению максимальной и средней мощностей) однокассетный множественный доступ с разделением частот является более подходящим для беспроводной передачи в будущих системах мобильной связи, в которых эффективность передачи имеет первоочередное значение.

Основное различие между ОМДЧ и ОМДРЧ

Основной принцип ортогонального мультиплексирования деления частоты — разделение потока данных для передачи на многочисленные узкополосные ортогональные поднесущие частоты с помощью обратного бы-

строго преобразования Фурье, способствующего увеличению периода символа. Последний, наряду с защитным интервалом, устанавливаемым в начале каждого символа ОМДЧ, обеспечивает большую устойчивость данной технологии к многолучевому распространению [19]. Реализация данного защитного интервала — это так называемый циклический префикс, состоящий из повтора последней части символа ОМДЧ. Если циклический префикс длиннее максимальной задержки канала, можно избежать отклонений, возникающих из-за помех между символами и между операторами. Кроме того, целью внедрения узкополосных поднесущих частот является получение достаточно постоянного канала для каждой отдельной полосы, тем самым упрощая процесс уравнивания в приёмнике. Несмотря на все эти преимущества, ортогональное мультиплексирование деления частоты имеет также и недостатки, как-то: чувствительность к доплеровскому сдвигу, проблемы в синхронизации и неэффективное потребление питания вследствие высокого соотношения максимальной и средней мощностей [11]. Однокассетный множественный доступ с разделением частот также иногда называют «ортогональным мультиплексированием деления частоты с дискретным преобразованием Фурье». Принцип работы в нём тот же, что и в ОМДЧ; таким образом, в этой системе имеются те же самые преимущества в отношении избежания многолучевого распространения и более простого уравнивания [20]. Основное различие заключается в том, что дискретное преобразование Фурье проводится до обратного быстрого преобразования Фурье, с помощью которого данные распространяются на все носители информации и составляют виртуальную однокассетную структуру. В результате, соотношение максимальной и средней мощностей в ОМДРЧ меньше, чем в ОМДЧ [21], благодаря чему однокассетный множественный доступ с разделением частот больше подходит для связи «земля-борт», поскольку пользовательское оборудование выигрывает в плане эффективности передачи. С одной стороны, дискретное преобразование Фурье способствует выборочности частот канала, поскольку в поднесущих частотах имеются все символы. Таким образом, если некоторые поднесущие частоты находятся в стадии «глубокого замирания», информацию можно получить с других поднесущих частот с более оптимальными условиями каналов. С другой стороны, при дискретном преобразовании Фурье в приёмнике шум распространяется на все поднесущие частоты и создаёт эффект так называемого «повышения шума», тем самым ухудшая работу ОМДРЧ и требуя более сложного уравнивания с использованием приёмников с минимальной среднеквадратической погрешностью [20].

Оптимальное уравнивание

Различают три вида технологий уравнивания. Наша технология заключается в уравнивании домена «вре-

мя-частота» с укорачиванием каналов. Временной эквалайзер устанавливается с целью снижения каналов «Многоканальный вход — многоканальный выход» до такой длины, которая равна или меньше длины процессора; затем к каждой поднесущей частоте применяется односторонний частотный эквалайзер. При укорачивании каналов «Многоканальный вход — многоканальный выход» с помощью временного эквалайзера, возникают помехи между символами и между операторами, которые невозможно устранить с помощью частотного эквалайзера; тем самым они ограничивают функционирование. В нашем докладе кратко освещены различные технологии уравнивания. В частности, наиболее эффективным является временной эквалайзер. В нём используется фильтр с конечной импульсной характеристикой на входе приёмника с целью уменьшения продолжительности импульсной реакции канала (L), тем самым снижая длительность защитного интервала. При использовании фильтра с коэффициентом до 20, можно снизить коэффициент импульсной реакции канала с аддитивным белым гауссовским шумом до 10. Предлагается внедрить различные функции, как-то: минимальная среднеквадратическая погрешность, максимальное снижение коэффициента «сигнал/шум», минимальные межсимвольные помехи и максимальная скорость передачи в битах. Каждый полученный символ может составлять сумму полезных частей символа, помех и шума. Имеется также матрица каналов дискретного времени [22].

$$y_i = r_{ii}y_i + \sum_{i=1, i \neq j}^N r_{ij}y_i + n_{ci} \quad (1)$$

Эквалайзер рекуррентной нейронной сети [23] предназначен для обнаружения и устранения помех в полученном символе.

$$y_k^{(l)} = y_k - \sum_{j=1}^K \frac{r_{kj}}{r_{kk}} y_k^{(l-1)} \quad (2)$$

$$y_k^{(l)} = \theta(y_k^{(l)}) \quad (3)$$

По завершении последней стадии проводится подсчёт логарифмического отношения правдоподобия [24, 25], которое передаётся на турбо-декодер. Основой для эквалайзера рекуррентной нейронной сети служит функция активации. Оптимальная функция активации для комплексных символьных алфавитов разработана в исследованиях Сграджа и др. Для двоичной фазовой манипуляции вырабатывается всем известная гиперболическая тангенсная функция. На основании силы помех и силы шума подсчитывается наиболее оптимальная функция активации для каждой стадии. Для гиперболической тангенсной функции остаточная степень свободы, подлежащая регулировке, представляет собой уклон в точке перегиба кривой. Вообще, чем больше количество повторений, тем больше крутизна кривой функции. Благодаря этому можно повышать степень надёжности оценки символов вследствие успешной ликвидации помех. Также на работу эквалайзера рекуррентной нейронной сети большое влияние оказывает и обновление поднесущих частот.

Уравнивание результатов моделирования

Ширина полосы пропускания в 5 МГц способна транслировать до M=512 поднесущих частот, доступных в системе ортогонального мультиплексирования деления частоты. Количество поднесущих частот, занятых для передачи, составляет K=300. Для всех видов моделирования используется расширенная транспортная модель (EVA)

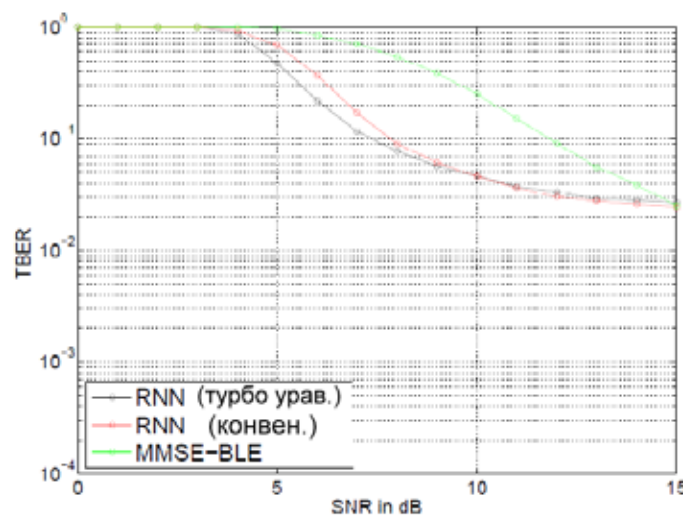


Рис. 1. Коэффициент ошибок транспортного блока для модуляции 16QAM и кодовый коэффициент 0:5 для расширенной транспортной модели, при использовании различных эквалайзеров

из стандарта «Долгосрочное развитие сетей связи». Профиль задержки мощности, предположительно, известен в приёмнике. Импульсная реакция канала, предположительно, является неизменяемой во времени в пределах одного интервала, т.е. для семи символов однокассетного множественного доступа с разделением частот. При этом выбирается довольно длинный циклический префикс. Выходные данные устройства для турбокодирования составляют кодовый коэффициент в 1/2. Использованный модуляционный алфавит: 16QAM. В приёмнике используются следующие параметры: установленное количество повторов (восемь) для эквалайзера рекуррентной нейронной сети, если таковой используется в удобной структуре приёмника. Как для MMSEBLE, так и для эквалайзера рекуррентной нейронной сети, в турбо-декодере выполняются восемь повторов. В турбо-эквалайзере используются два внутренних повтора, каждый для четырёх повторов эквалайзера рекуррентной нейронной сети и четырёх повторов турбо-декодера. На рис. 1 показан коэффициент ошибок транспортного блока для трёх эквалайзеров.

Благодаря использованию эквалайзера рекуррентной нейронной сети можно обеспечить снижение коэффициента «сигнал/шум» и увеличение минимальной среднеквадратической погрешности. В турбо-уровнении имеются небольшие преимущества, по сравнению с удобной структурой приёмника. Чем выше коэффициент «сигнал/шум», тем больше минимальная среднеквадратическая погрешность превосходит эквалайзер рекуррентной нейронной сети благодаря минимальному уровню ошибок. Минимальный уровень ошибок вырабатывается благодаря тенденции эквалайзера рекуррентной нейронной сети сближаться с неверными решениями при очень слабой импульсной реакции канала. Благодаря используемой статистической модели каналов, некоторые

каналы обладают очень высокой степенью выборочности частот, тем самым создавая многочисленные помехи. В моделированиях, проведённых для различных кодовых коэффициентов и других моделей каналов, отображены схожие результаты. На рис. 2 показан коэффициент производительности η для временных и частотных эквалайзеров. Можно значительно улучшить производственные показатели с помощью временного уравнивания. При коэффициенте производительности $\eta = 0.9$ наблюдается прирост примерно в 5 дБ для эквалайзера рекуррентной нейронной сети. Временное уравнивание способствует значительному улучшению функционирования, по сравнению с минимальной среднеквадратической погрешностью, при коэффициенте «сигнал/шум» примерно в 15 дБ. Под влиянием минимального уровня ошибок минимальная среднеквадратическая погрешность превосходит эквалайзер рекуррентной нейронной сети. Сравнивая турбо-эквалайзер со стандартным эквалайзером рекуррентной нейронной сети, можно наблюдать прирост примерно в 1 дБ в диапазоне коэффициента «сигнал/шум» от 4 до 8 дБ. Вообще, при изучении

Общая производительность 16QAM в каналах расширенной транспортной модели показана на рис. 3. С помощью эквалайзера рекуррентной нейронной сети можно повысить производительность при более низком коэффициенте «сигнал/шум».

Пока коэффициент «сигнал/шум» не достигнет величины в 15 дБ, эквалайзер рекуррентной нейронной сети, встроенный в турбо-систему или в удобную структуру приёмника, может повышать производительность на 30%. При большем коэффициенте «сигнал/шум» минимальная среднеквадратическая погрешность превосходит эквалайзер рекуррентной нейронной сети. В частности, при турбо-уровнении, при скорости более 9

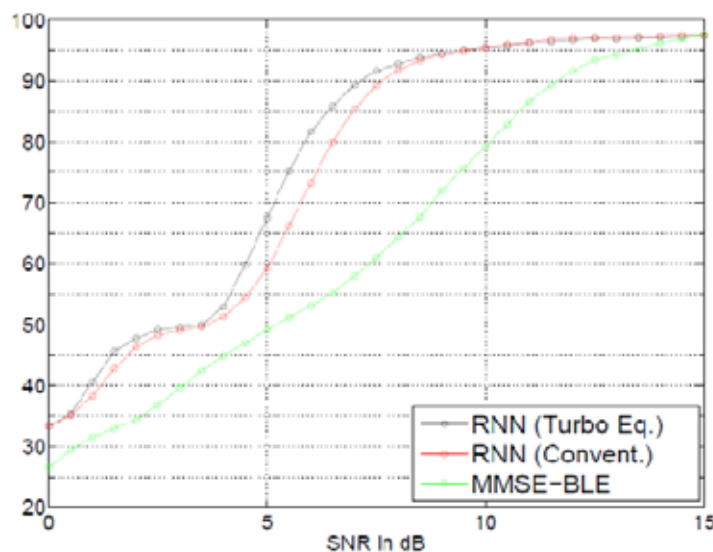


Рис. 2. Производительность для расширенной транспортной модели с кодовым коэффициентом 0:5 с использованием модуляционного алфавита 16QAM, для различных эквалайзеров

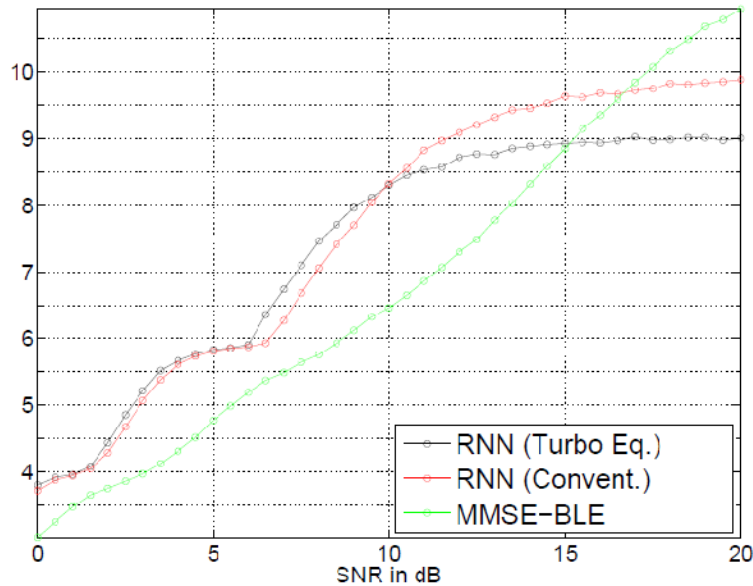


Рис. 3. Максимальная производительность различных эквалайзеров с использованием модуляции 16QAM и расширенной транспортной модели

Мбит/с, производительность больше не повышается. Однако, при внесении изменений в процесс многомерной турбо-итерации, можно ещё больше улучшить производительность. Так, в модернизированных эквалайзерах рекуррентной нейронной сети можно наблюдать повышение производительности при скорости до 10 Мбит/с.

Выводы

Основная цель уравнивания в данной технологии — улучшение выполнения стандарта «Долгосрочное развитие сетей связи» — одного из стандартов для грядущего поколения мобильных технологий. Целью данного стандарта является сведение к минимуму задержек при передаче связи (в 100 миллисекунд или меньше), а также задержек при передаче радиоволн (5 миллисекунд или меньше). Таким образом, стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» подходит для аудио-связи, распространения движущихся изображений и онлайн-игр. Улучшение функционирования достигнуто путём турбо-уравнивания в силу усовершенствования

уравнивающего сигнала при каждом повторе и отмены интервала между сигналами. И ортогональное мультиплексирование деления частоты, и множественный доступ с разделением частот имеют преимущества перед другими схемами передачи связи, такие как высокая спектральная эффективность, поскольку в силу ортогональности между поднесущими частотами их можно располагать как можно ближе друг к другу (с пространством в 15 кГц). Как уже упоминалось, такие схемы устойчивы к многолучевому распространению. На основании смоделированных результатов был сделан вывод, что данная структура обладает меньшим коэффициентом разрядных ошибок при использовании эквалайзера MLSE. С помощью числового моделирования показано, что повышение производительности достигается в использовании ортогонального мультиплексирования деления частоты «Многоканальный вход — многоканальный выход» (MIMO-OFDM). Стандарт «Долгосрочное развитие сетей связи» предусматривает широкий частотный диапазон (от 700 МГц до 2,7 ГГц), который подходит для несущих частот в любой стране.

Литература:

1. Farooq Khan, LTE for 4G Mobile Broadband — Air Interface and Performance, Cambridge University Press, 2009.
2. W.G. Teich, M. Seidl, Code Division Multiple Access Communications: Multiuser Detection Based on a Recurrent Neural Network Structure, IEEE ISSSTA, vol. 3, Mainz/Germany, September 1996, pp. 979–984.
3. M. Tüchler, R. Koetter, A.C. Singer, Turbo equalization: Principles and New Results, IEEE Transactions on Communications, Vol. 50, No. 5, May 2002.
4. Myung, H. G., Lim, J., & Goodman, D. J. (2006). Single carrier FDMA for uplink wireless transmission. IEEE Vehicular Technology Magazine, 1, 30–38.
5. G.J. Foschini, Layered space-time architecture for wireless communication in a fading environment when using multi-element antennas, Bell Labs Tech. J., pp. 41–59, Autumn 1996.

6. H. Bölcskei, D. Gesbert, and A.J. Paulraj. On the capacity of OFDMbased spatial multiplexing systems. IEEE Trans. Commun., vol. 50, pp. 225–234, Feb. 2002.
7. Falconer, D., Ariyavisitakul, S., Benyamin-Seeyar, A., & Eidson, B. (2002). Frequency domain equalization for single-carrier broadband wireless systems. IEEE Communications Magazine, 40 (4), 58–66.
8. Manchon, C., Deneire, L., Mogensen, P., & Sorensen, T. (2008). On the design of a MIMO-SIC receiver for LTE downlink. In: IEEE Vehicular Technology Conference Fall (VTC-Fall), pp. 1–5.
9. Raghunath, K., & Chockalingam, A. (2009). SC-FDMA versus OFDMA: Sensitivity to large carrier frequency and timing offsets on the uplink. In IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM), pp. 1–6.
10. Berardinelli, G., Priyanto, B., Sorensen, T., & Mogensen, P. (2008). Improving SC-FDMA performance by turbo equalization in UTRA LTE uplink. In: IEEE Vehicular Technology Conference (VTC-Spring), pp. 2557–2561.
11. Wang, Xiaodang (2005). OFDM and its application to 4G, 14th annual conference on wireless and optical communications, USA, p. 69–71.
12. Chee, Lim Wei, Kannan, B., Chin, Francois (2002). MIMO Capacity Performance for Both Narrowband and Wideband Systems, 8th international conference on communication system, V. 1, p. 426–430, Nov.
13. Paulraj, A. J., Gore, D. A., Nabar, R. U., Bölcskei, H (2004). An overview of MIMO communications — a key to gigabit wireless, Proceedings of the IEEE international conference on communication, V. 92, p. 198–218, Feb.
14. Foschini, G. J., Gans, M. J (1998). On limits of wireless communications in a fading environment when using multiple antennas, IEEE international conference on wireless personal communications, V. 6, Netherlands, p. 311–335, Mar. 1998.
15. Gamal, H. E., Hammons Jr., A. R (2001). A new approach to layered spacetime coding and signal processing IEEE transactions on information theory, V. 47, p. 2321–2334, Sept. 2001.
16. Hyung, G. Myung, Junsung Lim, and David J. Goodman, «Single Carrier FDMA for Uplink Wireless Transmission», IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 1, no. 3, Sep. 2006, pp. 30–38
17. M. Danish Nisar, Hans Nottensteiner, and Thomas Hindelang, «On Performance Limits of DFT-Spread OFDM Systems», in Sixteenth IST Mobile Summit, July 2007 in Budapest, Hungary.
18. B. E. Priyanto, H. Codina, S. Rene, T.B. Sorensen, P. Mogensen, «Initial Performance Evaluation of DFT-Spread OFDM Based SC-FDMA for UTRA LTE Uplink», IEEE Vehicular Technology Conference (VTC) 2007 Spring, Dublin, Ireland, Apr. 2007
19. L. Hanzo et al., Eds., «OFDM and MC–CDMA for Broadband Multi-User Communications, WLANs and Broadcasting,» Wiley/IEEE Press, 2003.
20. S.L. Falconer et al., «Frequency Domain Equalization for Single-Carrier Broadband Wireless Systems,» IEEE Commun. Mag., vol. 40, no. 4, Apr. 2002, pp. 58–66.
21. Myung, Lim, and Goodmand, «Single Carrier FDMA for Uplink Wireless Transmission,» IEEE Vehic. Tech. Mag., vol. 1, Sept. 2006, pp. 30–38.
22. J. Lindner Informations ubertragung: Grundlagen der Kommunikations technik Springer, Berlin, 2004
23. W.G. Teich, M. Seidl, Code Division Multiple Access Communications: Multiuser Detection Based on a Recurrent Neural Network Structure, IEEE ISSSTA, vol. 3, Mainz/Germany, September 1996, pp. 979–984.
24. J. Hagenauer, E. Offer, L. Papke, Iterative Decoding of Binary Block and Convolutional Codes, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 42, no. 2. pp. 429–445, March 1996.
25. B. Sklar, A Primer on Turbo Code Concepts, IEEE Communications Magazine, pp. 94–101, Dec. 1997.

Расчёт узла сопряжения колонн с фундаментом

Абраштов Валентин Султанович, кандидат технических наук, профессор;

Жуков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Алмаметов Эльдар Халилович, магистрант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Одной из основных задач при проектировании стальных рамных каркасов многопролётных зданий является закрепление колонны в фундаменте, обеспечивающее восприятие поперечной и продольной сил, а также из-

гибающего момента расчетной величины при основном и особом сочетании нагрузок.

В соответствии с расчётной схемой металлического каркаса многопролётного здания имеется в узлах сое-

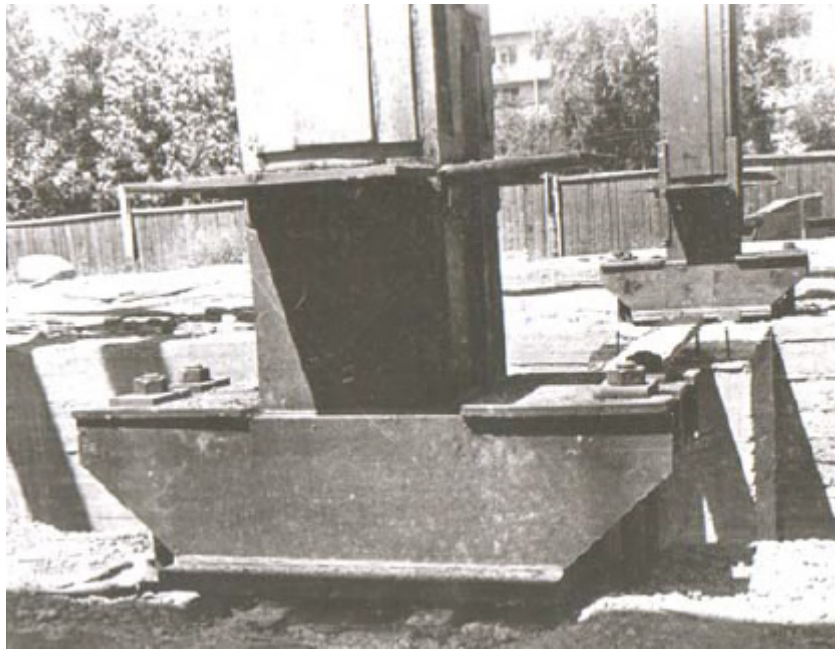


Рис. 1. Узел соединения колонны с фундаментом

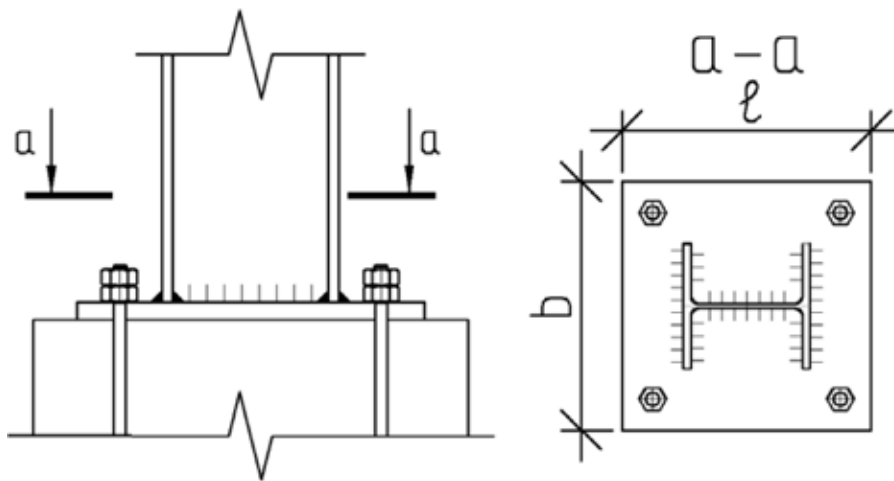


Рис. 2. Соединение колонн с железобетонным фундаментом

динения колонны с фундаментом либо шарнирное, либо жёсткое сопряжение (рис. 1).

При анализе проектной документации нескольких зданий для Пензы и Пензенской области выявлено, что соединение металлической колонны из прокатного двутавра с железобетонным столбчатым фундаментом осуществляется через металлическую базу из плиты базы и четырёх анкерных болтов (рис. 2). Причём анализируемые проекты имели здания с несколькими пролетами и высотой не менее трёх этажей. Соединения несущих балок с колонной осуществлено по шарнирной схеме. Естественно, что при определении усилий в элементах поперечной рамы необходимо было вводить жёсткое соединение фундамента с колонной в виде жёсткого закрепления, так как в противном случае система становится статически изменяемой (при шарнирном соединении колонн с фунда-

ментом). В рабочей же документации показывается узел соединения колонны с фундаментом через плоскую плиту и четыре анкерных болта.

Вместе с тем базы колонн имеют закрепления нижнего конца в фундаменте либо шарнирное, либо жёсткое. Причём если колонны центрально сжаты, то крепления их к фундаментам можно осуществлять непосредственно за опорную плиту болтами, чаще всего двумя и иногда четырьмя, которые условно можно назвать монтажными. При этом такое закрепление называют шарнирным, так как на плиту базы не действует изгибающий момент ($M=0$). Анкерные болты должны воспринимать изгибающие моменты и работать, как правило, на растяжение, что приводит к тому, что база проектируется с наличием распределительных траверс по схеме на рис. 3, то есть жёсткой.

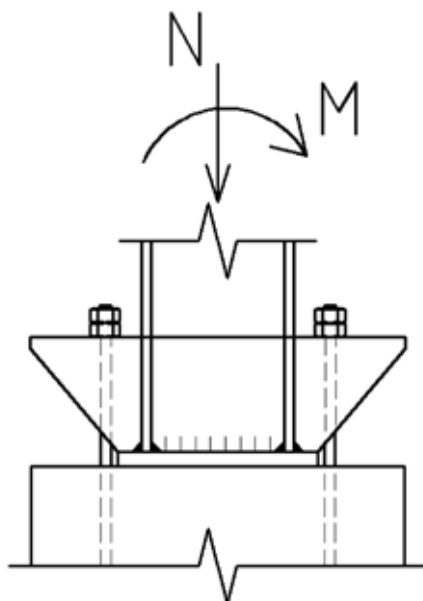


Рис. 3. Жёстко опёртая база внецентренно-сжатой колонны

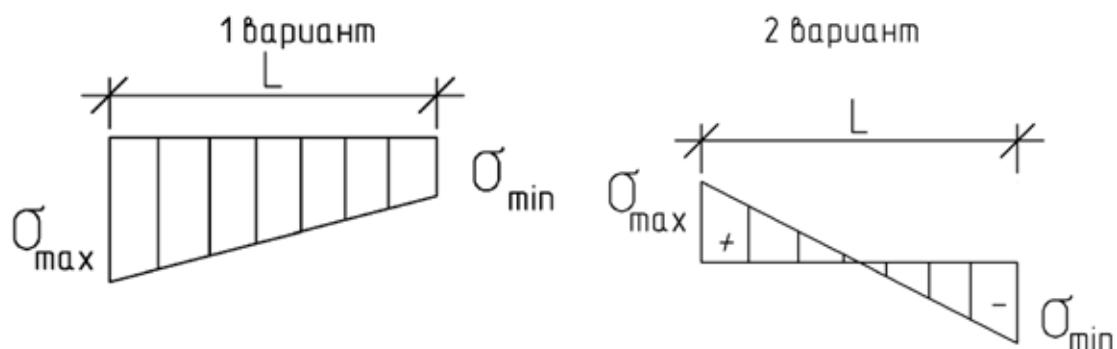


Рис. 4. Эпюры нагружения

Напряжение под плитой базы колонны определяется в зависимости от величины значений N и M по формуле:

$$\sigma_{\frac{max}{min}} = \frac{N}{B \cdot L} \pm \frac{M \cdot 6}{B \cdot L^2},$$

где B — ширина плиты базы, а L — длина базы.

Значения этих напряжений могут быть разные в виде схем (рис. 4):

Анализируя оба варианта эпюр нагружения, можно сказать, что по первому варианту болты не работают на растяжение и их условно можно назвать монтажными, так как они работают на сжатие.

По второму варианту контактная зона плиты с фундаментом не может воспринимать растягивающие напряжения и растягивающие усилия, воспринимаемые анкерными болтами. Сила, которую воспринимают анкерные болты, определяется из условия статического равновесия системы по формуле:

$$M - N \cdot a - F_b \cdot y = 0,$$

где M и N — расчётные усилия для фундаментной плиты; F_b — сила, которую воспринимают анкерные болты; a — расстояние от центра тяжести плиты базы до центра тяжести эпюры сжатых напряжений под плитой базы; y — расстояние от анкерных болтов до центра тяжести эпюры сжатых напряжений.

Чем меньше будет значение продольной силы и больше значение изгибающего момента, тем больше будет значение силы F_b . Выполняя соединение колонны с плитой базы по рисунку 1 это соединение в технической литературе [1], [2], [3] всегда считалось шарнирно опёртым. Тем не менее, имеется техническое решение по типовой серии 1.423.3–8 вып. 2, когда базу колонн проектируют без траверс для бескаркасных зданий, в зданиях с подвесным транспортом и с мостовыми кранами общего назначения грузоподъемностью до 5 тс. Такая плита базы должна быть рассчитана на изгиб по схеме на рис. 5.

Расчет плиты ведут по следующей методике, описанной в [5]:

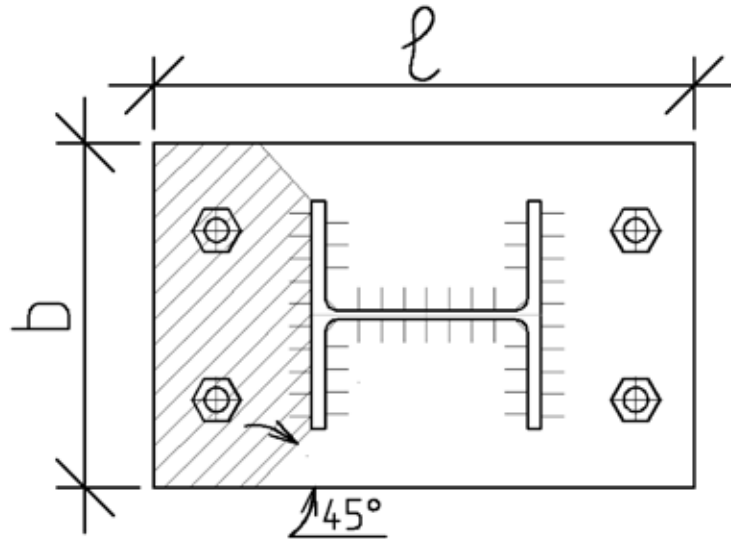


Рис. 5. Схема грузовой площади при расчёте плиты базы на изгиб от отпора фундамента на плиту

Толщину опорной плиты следует определять расчетом на изгиб пластинки по формуле

$$t = \sqrt{6M_{\max} / R_y \gamma_c}, \tag{1}$$

где M_{\max} — наибольший из изгибающих моментов M , действующих на разных участках опорной плиты и определяемых по формулам:

1) для консольного участка плиты

$$M_1 = 0,5qa^2; \tag{2}$$

2) для участка плиты, опертого на четыре стороны в направлении короткой и длинной сторон соответственно

$$M_a = \alpha_1 qa^2; \quad M_b = \alpha_2 qa^2; \tag{3}$$

3) для участка плиты, опертого по трем сторонам

$$M_3 = \alpha_3 q(d_1)^2, \tag{4}$$

для участка плиты, опертого на две стороны, сходящиеся под углом, по формуле (4), принимая при этом d_1 — диагональ прямоугольника, а размер a_1 в таблице Е. 2 [5] — расстояние от вершины угла до диагонали. Здесь c — вылет консольного участка плиты;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — коэффициенты, зависящие от условий опирания и отношения размеров сторон участка плиты и принимаемые согласно таблице Е. 2 [5]; q — реак-

тивный отпор фундамента под рассматриваемым участком плиты на единицу площади плиты.

При этом площадь стальной опорной плиты должна удовлетворять требованиям расчета на прочность фундамента. Передача расчетного усилия на опорную плиту может осуществляться через фрезерованный торец или через сварные швы конструкции, опирающейся на плиту [5].

В связи с этим необходимо рассчитать сварной шов, прикрепляющий плиту базы к сплошной колонне, применяя для этого формулу:

$$\frac{M}{W_{wf} R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c} \leq 1, \tag{5}$$

где W_{wf} — момент сопротивления расчетного сечения сварного соединения по металлическому шву.

Данная формула применяется, если значение $R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz}$; то есть расчёт ведётся по металлу шва, а не по металлу границы сплавления (см. [5]).

Только если толщина плиты и сварные соединения колонны с плитой удовлетворяют вышеуказанным расчётам, можно считать соединение колонн с фундаментом по рисунку 1 условно жёстким и в расчётах опорный узел принимать жёстким. При проверке несущей способности уже изготовленных рам с устройством соединения колонн с фундаментом по типу рис. 1 без траверс нельзя считать соединения жесткими.

Литература:

1. Металлические конструкции. Под ред. Н. С. Стрелецкого, М., 1961.
2. Муханов, К. К. Металлические конструкции. М. Строиздат, 1967.
3. Васильев, А. А. Металлические конструкции. М. Строиздат, 1975.
4. Металлические конструкции. Справочник проектировщика, Т. 2. Под ред. В. В. Кузнецова, М., 2011.
5. СП. 16. 13330. 2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-23-81*. М., 2011.

Разработка технологии сокосодержащих напитков и исследования пищевой безопасности (патентный поиск)

Акчина Гульжан Асетовна, магистрант;
Нурымхан Гульнур Несыптаевна, кандидат технических наук, и. о. доцента
Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Исследования проводились на основе анализа источников патентной информации. Объектом патентного исследования стали: сокосодержащие напитки, овощные соки. Здоровое питание требует потребления с пищей необходимого количества энергии, а также достаточного потребления незаменимых пищевых веществ, в число которых входят витамины, микроэлементы, незаменимые аминокислоты и незаменимые жирные кислоты. Потребности человека в различных пищевых веществах связаны с его энергетическими потребностями, возрастом, полом, ростом и весом [3–7]. На потребность в пищевых веществах влияют также такие факторы образа жизни, как уровень физической активности, стресс, курение, потребление алкоголя. Ни один пищевой продукт в отдельности не содержит всех пищевых веществ в оптимальных количествах и правильных соотношениях. Вот почему здоровее питание возможно только при потреблении разнообразных пищевых продуктов [1].

Сокосодержащими напитками называются различные виды безалкогольных напитков, в состав которых входит овощное или фруктовое сырье. Продукция производится на основе фруктового или овощного сырья. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей — документ, регулирующий производство сокосодержащих напитков. Соковая продукция из фруктов и (или) овощей, находящаяся в обращении на территории государств-членов ЕАЭС, не должна причинять вред жизни или здоровью граждан и должна соответствовать требованиям к безопасности соковой продукции из фруктов и (или) овощей, установленным в приложении к настоящему техническому регламенту в части гигиенических и микробиологических показателей. Определение показателей безопасности смешанной соковой продукции из фруктов и (или) овощей осуществляется исходя из со-

отношения массовых долей их отдельных компонентов с учетом как этих массовых долей, так и нормативов допустимых уровней вредных веществ. Сокосодержащие фруктовые напитки представляют собой жидкий продукт, полученный смешением фруктового сока, концентрированного фруктового сока или соков с питьевой водой. Сокосодержащие фруктовые напитки консервируются физическим способом, за исключением обработки ионизирующим излучением. Сокосодержащие овощные напитки представляют собой жидкий продукт, полученный смешением овощного сока или концентрированного овощного сока или соков с питьевой водой, с добавлением или без добавления вкусовых ингредиентов [2]. Проведен анализ информации по содержанию по следующим классам (см. табл. 1).

Рассмотрим изобретения по теме «Разработка технологии сокосодержащих напитков и исследования пищевой безопасности»:

1) Патент РФ № 2396034 от 10.08.2010 «Тыквенный нектар» (авторы: Каленик Т.К., Парфенова Т.В., Новицкая Е.Г., Коростылева Л.А.). Сегодня такие безалкогольные напитки на основе овощных и плодово-ягодных компонентов рассматривают как оптимальную форму пищевого продукта, используемую для обогащения организма человека биологически активными веществами. Тыква — ценная высокоурожайная культура, идеально подходящая для диетического и детского питания. Ее плоды содержат в среднем крахмал, каротин, витамины С, В₁, В₂, К, РР, клетчатку, пектиновые вещества, органические кислоты, соли кальция, магния, железа. Способ приготовления тыквенного нектара включает стандартные операции подготовки и приготовления напитков в виде нектаров. Предварительно вымытую тыкву очищают, измельчают и подвергают кратковременной тепловой обработке в воде — бланшированию, как правило, 15 мин

Таблица 1. Темы по которым проводился поиск, в соответствии с международной классификацией МПК

Индекс	Тема
A23L1/025 (2006.01)	Пищевое волокно их фруктовых или овощных побочных продуктов
A23L2/04 (2006.01)	Тыквенный нектар
A23L2/00 (2006.01)	Сокосодержащий тыквенный напиток
A23L1/212 (2006.01) A23L1/308 (2006.01)	Переработка цельных фруктов и овощей, переработка побочных ингредиентов из овощей и фруктов и применение переработанных фруктов и овощей в напитковых и пищевых продуктах

при температуре 90–100°C. Превышение этой температуры и продолжительности нагревания приводит к разрушению витаминов и появлению в нектарах вареных тонов. При бланшировании происходит частичный переход сухих веществ из сырья в воду, поэтому бланшированную тыкву откидывают на сито. Полученный отвар используют для приготовления сахарного сиропа и добавляют при купажировании, а тыкву затем протирают для придания однородной консистенции.

2) Патент РФ № 2405386 от 10.12.2010 «Сокодержатель тыквенный напиток» (авторы: Каленик Т.К., Парфенова Т.В., Новицкая Е.Г., Коростылева Л.А.). Совокупность биологически активных веществ, содержащихся в тыкве, способствует выведению холестерина и улучшает водный и солевой обмен, поэтому она рекомендуется в любом виде при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Одно из главных достоинств тыквенных напитков — пищевая и биологическая ценность, низкая калорийность, нежные диетические волокна. Для приготовления 100 мл сокодержателя тыквенного напитка используют тыквенный сок — 44,7 мл, тыквенный отвар 21,5 мл, сок лимонника — 6,9 мл, сахарный сироп с содержанием сухих веществ 66 мас. % — 26,7 мл, кукурузное масло — 0,1 мл, каррагинан — 0,1 г.

3) Патент РФ № 2013129863 от 10.01.2015 «Пищевое волокно из фруктовых и овощных побочных продуктов» (авторы: Пешке Т., Козман О., Ривера Т., Хичкок Б.). Пищевое волокно, экстрагированное из фруктовых или овощных побочных продуктов, с молекулярной массой от около 5000 грамм/моль (г/моль) до около 8000 г/моль, причем пищевое волокно экстрагировано с использованием комбинации физического метода разрушения стенок клеток побочных продуктов и ферментативного гидролиза. Способ получения растворимого пищевого волокна, включающий: уменьшение размеров частиц фруктовых или овощных побочных продуктов; подвигание частиц побочных продуктов физическому методу разрушения стенок клеток частиц побочных продуктов; добавление в частицы побочных продуктов одного или более фермента; смешивание или перемешивание частиц побочных продуктов; и фильтрование частиц побочных продуктов с получением ретентата и пермеата, причем пермеат содержит пищевое волокно.

4) Патент РФ № 2426461 от 20.08.2011 «Способ производства овощного напитка» (автор: Квасенков О.И.). Способ производства овощного напитка, предусматривающем мойку, инспекцию, обрезку остатков ботвы и кончиков, ополаскивание и измельчение свеклы с получением соответствующего пюре, обрезку остатков ботвы и кончиков, мойку, инспекцию, ополаскивание и измельчение сельдерея с получением соответствующего пюре, смешивание перечисленных компонентов с прочими овощными пюре, питьевой водой и поваренной солью, подогрев, фасовку, герметизацию и стерилизацию, отличающийся тем, что ополаскивание свеклы осуществляют при барботировании двуокиси углерода в промы-

вочную воду, измельчение свеклы осуществляют непосредственно после ополаскивания, а после измельчения финишируют, ополаскивание сельдерея осуществляют при барботировании двуокиси углерода в промывочную воду, а после измельчения сельдерея финишируют, в качестве прочих овощных пюре используют пюре из овсяного корня, для приготовления которого овсяный корень моют, инспектируют, ополаскивают при барботировании двуокиси углерода в промывочную воду, измельчают и финишируют, при смешивании дополнительно вводят лимонную кислоту.

5) Патент РФ № 2532998 от 20.11.2014 «Переработка цельных фруктов и овощей, переработка побочных ингредиентов из овощей и фруктов и применение переработанных фруктов и овощей в напитков и пищевых продуктах» (авторы: Хан Д.Г., Ламинкра С., Ривера Т., Янг Д., Трезза Т.А.). Для получения сокового продукта комбинировали апельсиновый сок (200 г), морковные выжимки, прошедшие обработку для уменьшения размера частиц (43 г), лимонный сок (2 г) и морковную слизь (1 г). Полученный в результате соковый продукт имел следующие нутритивные характеристики на порцию 8 унций (~227 г). Калорийность: 100; общий жир: 0 г; холестерин: 0 мг; общие углеводы: 25 г (пищевые волокна 3 г; сахара 20 г); витамин А: 220 %; витамин С: 100 %.

6) Патент РФ № 2011111727 от 10.10.2012 «Натурально подслащенные соковые продукты» (авторы: Ривера Т., Эстерлинг Д.). Напиток, содержащий: апельсиновый сок, добавленную воду, ребаудиозид А, гомогенизованную апельсиновую пульпу, по меньшей мере один цитрусовый ароматизатор, лимонную и яблочную кислоту, и по меньшей мере один дополнительный модификатор вкуса. Способ получения напитка, включающий смешивание вместе в любом порядке: по меньшей мере одного фруктового сока; по меньшей мере одного высокоинтенсивного некалорийного подсластителя; и гомогенизированной пульпы.

7) Патент РФ № 2013148464 от 10.05.2015 «Состав для приготовления безалкогольного напитка» (автор: Ханьков В.Ю.) Состав для приготовления безалкогольного напитка, содержащий концентрированный морковный сок, лимонную кислоту, подсластитель и воду, отличающийся тем, что в качестве подсластителя содержит сахар-песок и фруктозо-глюкозный сироп, и дополнительно содержит вкусоароматическую основу «Бузина», вкусоароматическую основу «Гуарана», хлорид натрия и углекислый газ пищевой, при следующем соотношении компонентов, в кг/т напитка: 1,0 вкусоароматическая основа «Бузина» 1,0, вкусоароматическая основа «Гуарана» 1,0, концентрированный морковный сок 60,0, сахар-песок 57,0, фруктозо-глюкозный сироп 1,5, лимонная кислота 0,2, хлорид натрия 6,0, углекислый газ пищевой до 1 т. Вода при этом вкусоароматическая основа «Бузина» содержит концентрированный сок бузины, воду, лимонную кислоту и ароматообразующие вещества бузины, а вкусоароматическая основа «Гуарана» содержит воду, кон-

центрированный сок черной моркови, лимонную кислоту, сахар, экстракт и ароматизатор гуараны, кофеин и хинин.

8) Патент РФ № 2436419 от 20.12.2011 «Способ увеличения сроков хранения соков» (авторы: Анышакова В. В., Шеин А. А., Хлебный Е. С., Шашурин М. М., Жуков М. А., Кершенгольц Б. М.) Согласно предложенному способу в сок добавляют природный антиоксидант, а именно дигидрокверцетин. Антиоксидант добавляют из расчета 15–19 мг/л жидкого продукта. Данный способ позволяет увеличить срок хранения соков прямого отжима, концентрированных,

восстановленных, нектаров и сокосодержащих напитков, благодаря тому, что дигидрокверцетин способен предотвращать реакции свободнорадикального и перекисного окисления, брожения и образование плесени.

Анализ патентных источников показал, что сокосодержащие напитки являются инновационными продуктами при разработке новых видов функционального и диетического питания; важной перспективой данной области можно считать напитки на основе композиций натуральных соков.

Литература:

1. Нурымхан, Г. Н., Акчина Г. А., Технология и качество сокосодержащих напитков на основе тыквы. Качество продукции, технологий и образования: материалы X международной практической конференции. Магнитогорск, 2015. С. 42–47.
2. Нурымхан, Г. Н., Смольникова Ф. Х., Нургазезова А. Н., Касымов С. К., Игенбаев А. К., Акчина Г. А. Исследование пищевой безопасности сокосодержащих напитков. Молодой учёный, 2015. № 10.3 (90.3). С. 34–36.
3. Прохасько, Л. С., Ребезов М. Б., Нурымхан Г. Н. Современные проблемы науки и техники в пищевой промышленности. Алматы: МАП, 2015. 112 с.
4. Ребезов, М. Б., Губер Н. Б., Касымов К. С. Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности. — Алматы: МАП, 2015. 208 с.
5. Миронова, И. В., Галиева З. А., Ребезов М. Б., Мотавина Л. И., Смольникова Ф. Х. Основы лечебно-профилактического питания. Алматы: МАП, 2015. 112 с.
6. Бурцева, Т. И., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Стадникова С. В. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения. Алматы: МАП, 2015. 215 с.
7. Канарейкина, С. Г., Ребезов М. Б., Нургазезова А. Н., Касымов С. К. Методологические основы разработки новых видов продуктов. — Алматы: МАП, 2015. — 126 с.

Быстрая проверка джиттера с фильтрами

Алексеев Евгений Валерьевич, магистрант
Уфимский государственный авиационный технический университет

Эта статья описывает преимущества конфигурации параллельной фильтрации в измерительном приемнике джиттера, что значительно снижает время испытаний для измерений генерации джиттера. Параллельная архитектура также более надежна в захвате переходных событий.

Введение

Спецификации джиттера для сетевого оборудования, рекомендованного органами стандартизации требуют детальной проверки. Эти проверки могут быть трудоемкими и дорогостоящими, но их не легко обойти или сократить, если необходимы надежные измерения. До сих пор, в тестировании и производственных планах приходилось учитывать дополнительное время, необходимое для обеспечения проверки соблюдения обоих стандартов МСЭ-Т и Telcordia.

К сожалению, реализация необходимых тестовых программ поставщиками тестового оборудования иногда приводит к медленным измерениям и противоречивым результатам. Теперь все готово, чтобы измениться с развитием

параллельного тестирования, которое было внесено в Agilent Technologies OmniBER OTN анализатор джиттера. Это гарантирует, что OmniBER OTN предоставляет все необходимые инструменты для быстрого и точного определения характеристик джиттера и анализа в разработке и производства.

Параллельные измерения джиттера

Два устройства для измерения выходного джиттера показаны на рис. 1. Верхняя диаграмма (рис. 1 (а)) является наиболее распространенным методом измерения джиттера, где выбраны высокочастотные и низкочастотные фильтры, последовательно к следующей соответствующей

комбинации фильтров и измерения этого результата. Хотя это совершенно действенный метод измерения джиттера, он может быть очень долгим, так как органы стандартизации рекомендуют время стробирования 60 сек каждый раз при выборе нового фильтра.

Нижний рисунок (рис. 1 (б)) изображает недавно разработанный метод тестирования джиттера, в котором все стандартные полосы пропускания фильтра непрерывно контролируются и результат отображается для всех полос пропускания фильтра одновременно. Это предоставляет пользователю несколько ключевых преимуществ, не влияя на точность измерений:

— Значительно ускоренное тестирование, в конечном счете, снижает затраты и время выхода на рынок.

— Умение определять и анализировать любые периодические «всплески» джиттера, которые в противном случае могут быть пропущены.

— Требуется меньше нажатий кнопок для настройки измерений и просмотра результата, таким образом, снижая вероятность ошибок.

Мгновенное преимущество параллельных фильтров заключается в уменьшении времени тестирования, потому что все результаты для всех фильтров получаются с одним периодом измерения. При использовании последовательных фильтров, пользователи должны переключаться между фильтрами, только записывая один набор результатов за раз. Это означает, что тесты должны быть повторены, если требуется более одной комбинации фильтров.

Фильтры, показанные выше, относятся как к SONET так и к SDH. Для OC-192 на 10 Гбит/с, Telecordia устанавливает требование к 20 кГц и 4 МГц ВЧ и 80 МГц НЧ фильтрам на сетевых интерфейсах, и 50 кГц ВЧ и 80 МГц НЧ для измерений генерации джиттера. Для STM-

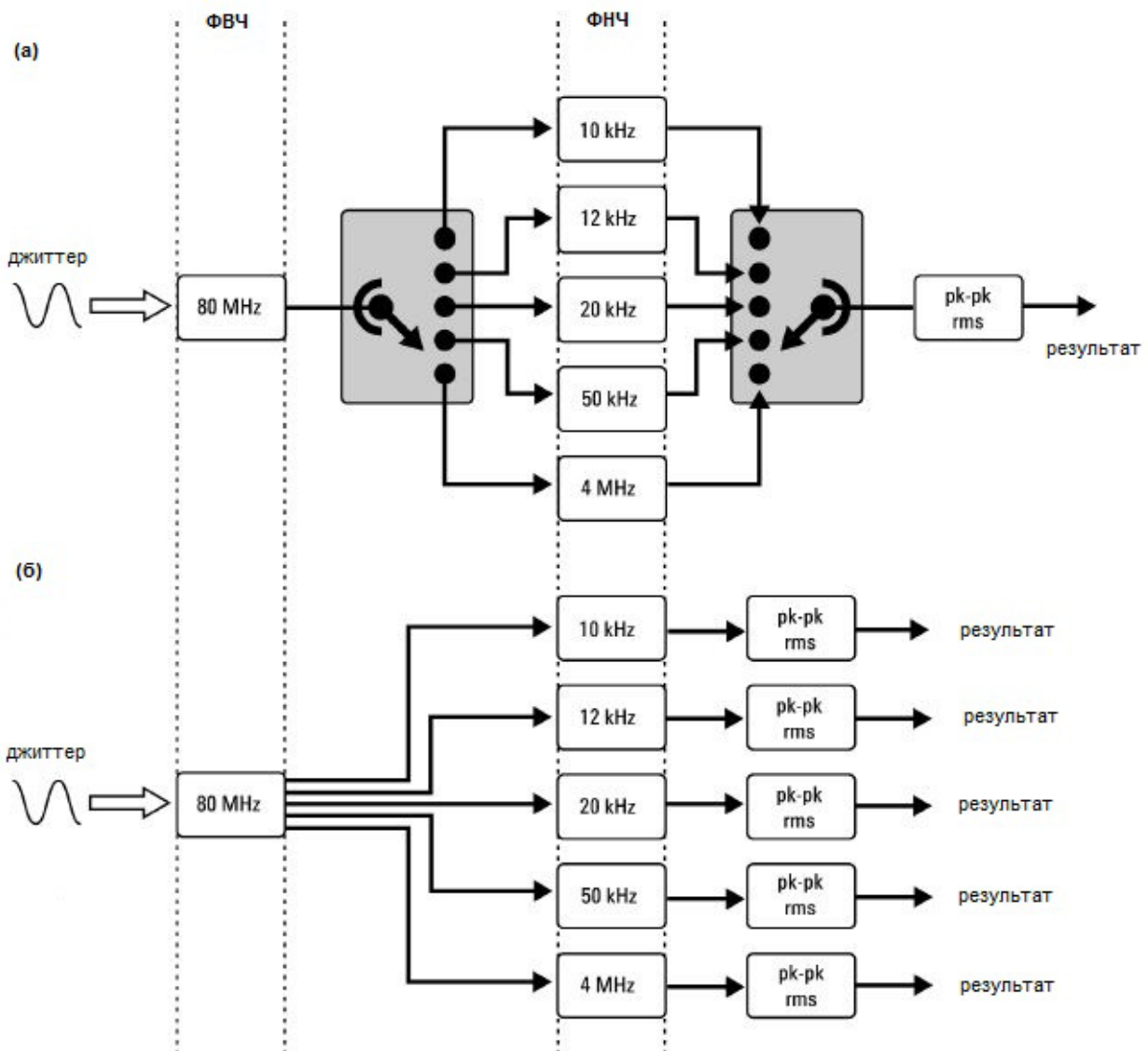


Рис. 1. Последовательная и параллельная конфигурация фильтров

64, МСЭ-Т определяет 20 кГц и 4 МГц ВЧ и 80 МГц НЧ фильтры для сетевых интерфейсов.

Поскольку органы стандартизации рекомендуют тестовое время в 60 секунд каждый раз когда выполняется проверка, экономия времени может быть весьма значительной в высоко пропускной производительной линии или проверочной лаборатории. Время тестирования также будет резко снижена для любого сетевого оборудования, предназначенного для покрытия SONET и SDH, так как все параметры SONET и SDH фильтров джиттера будут проверены одновременно. Производитель в настоящее время тестирует комбинации комплектов ВЧ и НЧ фильтров для SONET и SDH, нужно будет запустить проверку джиттера по крайней мере три раза (предполагается что только одна скоростная линия используется). Получение тех же результатов сейчас за треть этого времени, показывает, что там будет существенная экономия не только времени, но и затрат за тест. Эти сбережения будут значительно увеличиваться, если испытываемое устройство (ИУ) требует проверку на более чем одной скоростной линии.

Возможность измерять и анализировать любые переходные события джиттера также улучшена с помощью параллельных фильтров. Органы стандартизации признают что джиттер может быть систематическим, случайным или пакетным в природе, поэтому важно, что тестеры джиттера способны обнаруживать и точно измерять несинусоидальные события. В архитектуре параллельных фильтров, тот факт, что все результаты для всех фильтров отображаются одновременно означает, что существует очень маленький риск пропуска каких-либо переходных аномалий, из-за не активации соответствующей полосы пропускания. Инженеры, использующие конфигурацию параллельных фильтров могут быть уверены, что нет никаких скрытых проблем, ожидающих вызвать проблемы далее вниз по линии.

Еще одно преимущество с точки зрения надежности, что не будет никаких шансов ошибочного выбора неподходящего фильтра, так как все фильтры одновременно активны. Исходящие результаты всегда будут захватывать

все данные из всех фильтров, увеличивая прослеживаемость и позволяя сохранить полный диапазон результатов после лишь одного проверочного периода.

Понимание результатов измерения

Одной из особенностей результатов параллельного фильтрования, которые часто приводят к путанице, является то, что некоторые результаты джиттера узкополосного фильтра могут оказаться выше, чем результаты широкополосного фильтра. На первый взгляд это кажется немного странным, но на самом деле это не ошибка в испытательном оборудовании, и это не из-за неверных результатов любых проблем с тестируемого устройства. На рисунке 2 изображены две формы джиттера которые можно было бы ожидать от измерения широкополосным фильтром 50 кГц — 80 МГц (а) и измерения узкополосным фильтром 4 МГц — 80 МГц (б).

Они показывают влияние 50 кГц и 4 МГц ВЧ фильтров на форму джиттера от пика до пика. Интересно отметить, что для этого демодулированной формы джиттера узкая полоса имеет более высокое пиковое чтение, чем широкая полоса. Это не то, что можно ожидать интуитивно. 4 МГц ВЧ фильтр действует как дифференциатор и увеличивает абсолютную пиковую амплитуду формы волны.

Уровни RMS джиттера, с другой стороны, как правило, будут ниже для узкополосного примера, чем для исходной квадратной волны, потому что сигнал содержит меньше энергии. Этот эффект не какая-нибудь ошибка в оборудовании, а естественное следствие уменьшения полосы пропускания измерения. Должно быть очевидным, при измерении любым тестером, но все более очевидно с параллельной конфигурацией, позволяющей непосредственное сравнение между различными полосами пропускания в течении того же периода измерения.

Форма волны на рисунке 3 показывает демодулированный выход джиттера, созданный с помощью шаблона-зависимости в ИУ обусловленного SONET/SDH за-

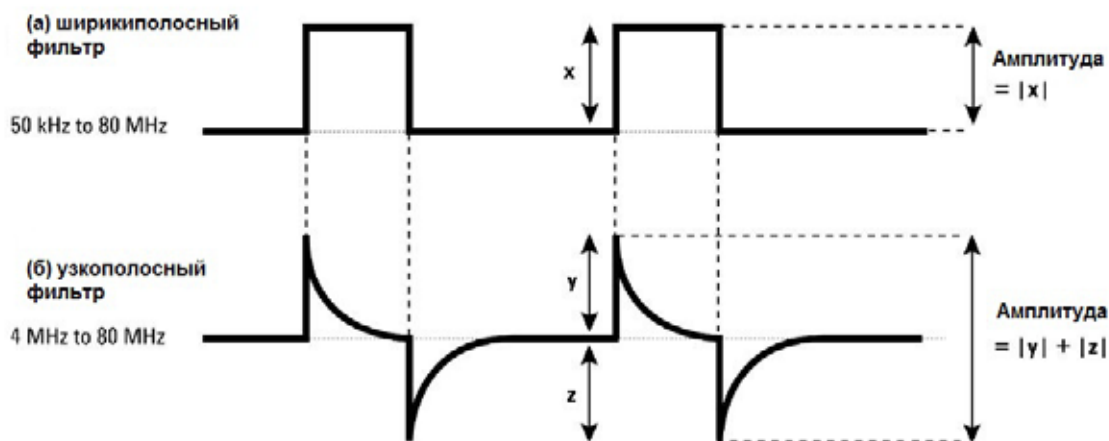


Рис. 2. Амплитуда джиттера

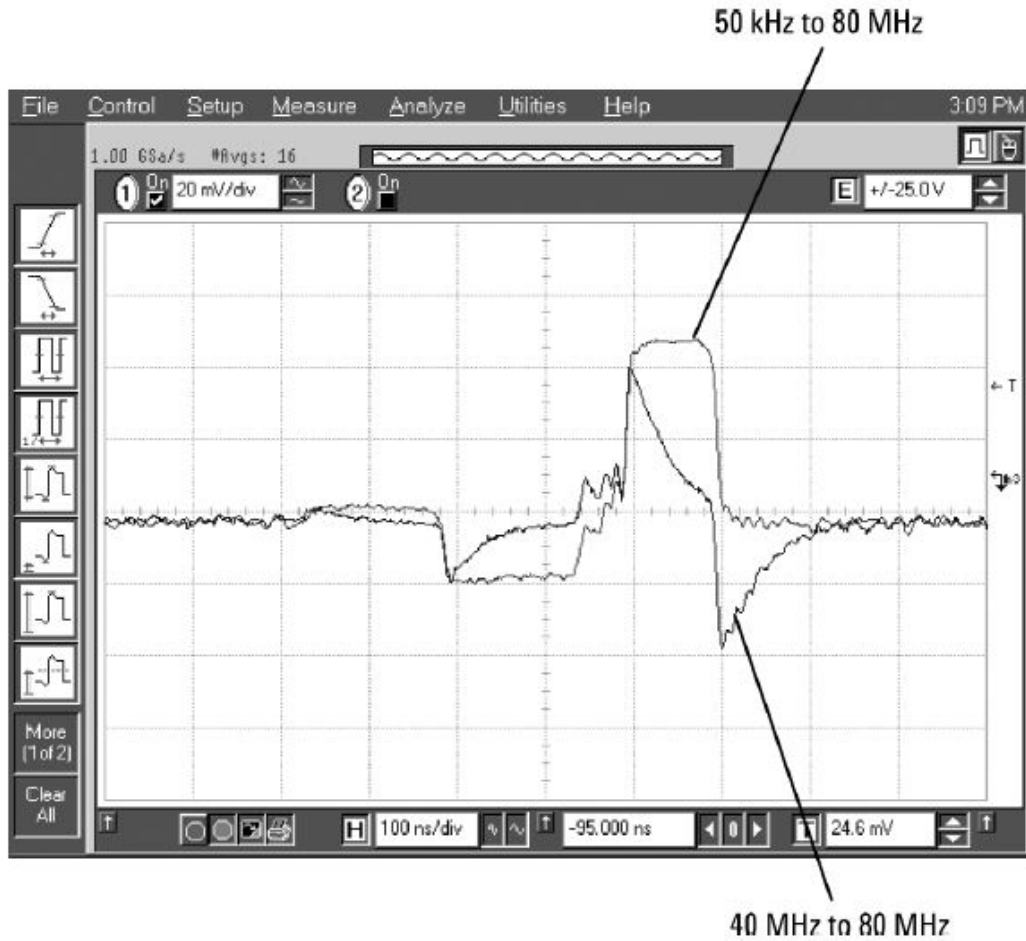


Рис. 3. Демодулированный выход джиттера

головком. Это показывает, что форма волны на 4 МГц-80 МГц имеет более высокие значения пика, чем измерения на 50 кГц-80 МГц, для этого конкретного примера.

Заключение

Точное измерение выходного джиттера и образование джиттера время-затратно, так как комбинация

фильтров указанных в стандартах, каждый из которых требует минимального периода стробирования для получения надежных результатов. Конфигурация параллельных фильтров в ходе испытания существенно снижает это общее время измерения, обеспечивая всесторонний учет испытаний для подтверждения соблюдения оборудования и более надежна при захвате переходных событий.

Литература:

1. Скляр, Б., Цифровая связь // М., Спб., К.: Вильяме, 2003. С. 331–532
2. «A Modified Allan Variance with Increased Oscillator Characterization Ability» by Allan and Barnes, Proceedings of the 35th Annual Symposium on Frequency Control, 1981.

Особенности экспериментальной установки для исследования рабочего процесса дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлена реализация способа использования метанола в качестве моторного топлива путем подачи его непосредственно в камеру сгорания с воспламенением от запальной порции дизельного топлива, а так же предусматривает установку двух топливных систем на дизель 2Ч 10,5/12,0.

Ключевые слова: дизель, дизельное топливо, метанол, двойная система топливоподачи.

Реализация способа использования метанола в качестве моторного топлива путем подачи его непосредственно в камеру сгорания и воспламенением от запальной порции дизельного топлива (ДТ) предусматривала установку двух топливных систем на дизель 2Ч 10,5/12,0, в том числе двух ТНВД и двух форсунок на каждый цилиндр. Дополнительный ТНВД марки 2УТНМ крепился с помощью проставки на место маслосливной горловины и приводился во вращение от специальной соединительной муфты. На фланце проставки для крепежных болтов были пропилены пазы, благодаря чему корпус насоса можно поворачивать относительно проставки, меняя при этом значение установочного УОВТ, поскольку кулачковый вал насоса оставался неподвижным. Общий вид дизеля, установленного на стенде, представлен на рисунке 1. Для установки дополнительной форсунки в головке цилиндра было просверлено специальное отверстие. Общий вид головки цилиндра с дополнительной форсункой представлен на рисунке 2 [1–9].

Определение оптимальных значений установочных углов опережения впрыскивания ДТ и метанола проводилось из соответствующих регулировочных характеристик. Особенность заключалась в том, что при различных фиксированных углах опережения впрыскивания метанола менялся

угол опережения впрыскивания ДТ и снимались нагрузочные характеристики на каждом из установленных значений углов. По результатам этих характеристик строился график g_e в функции от Θ_m при разных $\Theta_{дт}$ и по минимальным значениям $g_{e\Sigma}$ определялись оптимальные величины углов $\Theta_{дт}$ и Θ_m . Испытания проводились три раза для различных диаметров сопловых отверстий распылителя [10–18].

Одновременно проводилось индицирование дизеля. Пуск дизеля и прогрев осуществлялся на ДТ. Затем включалась подача метанола, а подача ДТ уменьшалась до появления пропусков воспламенения, после чего несколько.

При стендовых испытаниях дизель загружался электротормозным стендом SAK-N670 производства Германии с балансирной маятниковой машиной. Соединение коленчатого вала двигателя и балансирной машины осуществлялось карданным валом [19–27].

Частота вращения коленчатого вала дизеля измерялась электронным цифровым тахометром ТЦ — 1, увеличивалась до достижения устойчивой работы дизеля. В дальнейшем цикловая подача запальной порции ДТ оставалась постоянной, а регулирование нагрузочного режима велось только изменением подачи метанола. Расход метанола и ДТ измерялся весовым способом [28–33].

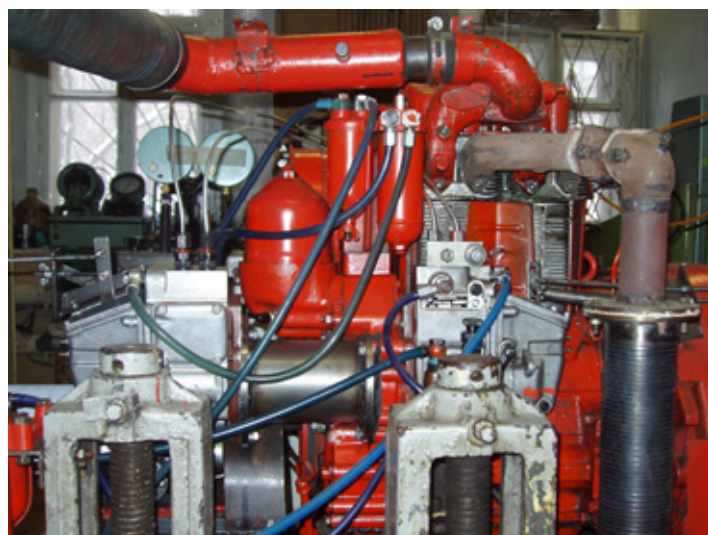


Рис. 1. Вид на дизель Д-21А1, установленный на стенде

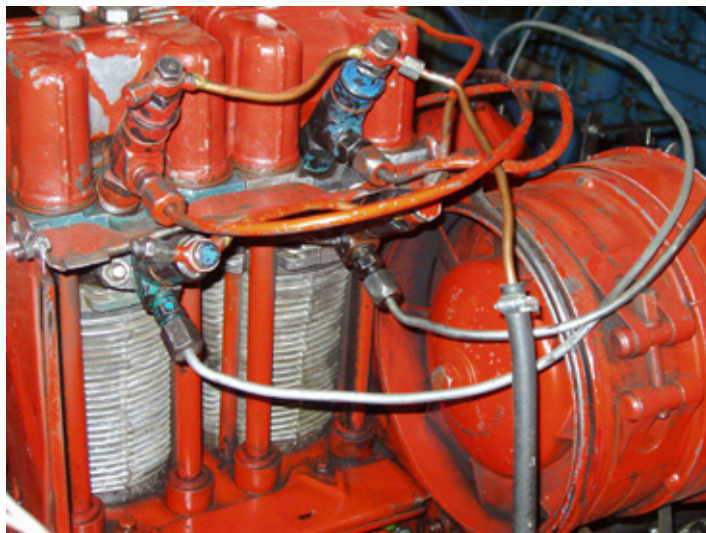


Рис. 2. Общий вид головки цилиндра с дополнительной форсункой

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанолю- и этанолю-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанолю-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанолю с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.

14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.
17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газо-дизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.
19. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.
20. Лопатин, О. П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О. П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.
22. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
32. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142
33. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.

Результаты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты теоретических расчетов объемного содержания r_{NOx} оксидов азота, в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала (п. к. в.) для частоты вращения 1400 мин⁻¹.

Ключевые слова: дизель, альтернативное топливо, метанол, оксиды азота, объемное содержание оксидов азота, двойная система топливоподачи.

На основе математической модели были проведены теоретические расчеты объемного содержания r_{NOx} оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ в зависимости от угла п. к. в. при частоте вращения $n = 1400$ мин⁻¹. Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания r_{NOx} оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ в зависимости от угла п. к. в. для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при установочных УОВТ $\Theta_{дт} = 30^\circ$; $\Theta_{м} = 30^\circ$ представлены на рисунке 1 [1–8].

Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \max \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ составляет 665 ppm при $\varphi = 19,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ вых расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $r_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 513 ppm.

Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \max \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 416 ppm при $\varphi = 24,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 37,4%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $r_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 320 ppm. Снижение составляет 37,6%. [9–18]

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания r_{NOx} оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при работе на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при $\Theta_{дт} = 30^\circ$; $\Theta_{м} = 34^\circ$ также представлены на рисунке 1 [19–25].

Из графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \max \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на мета-

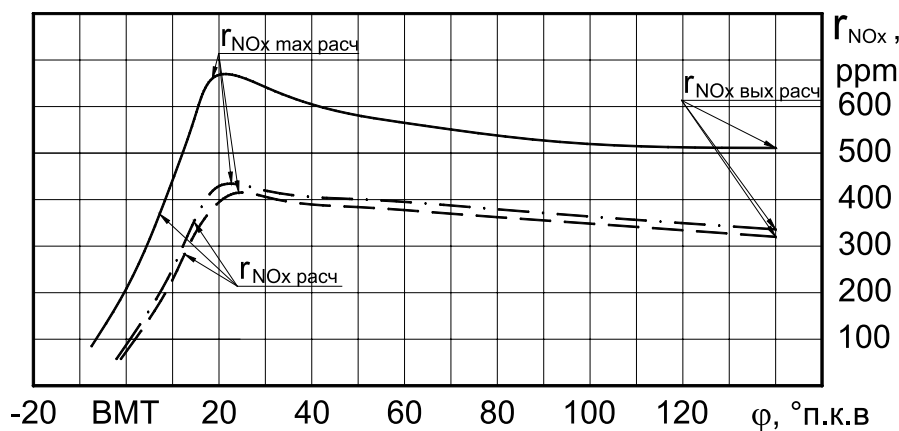


Рис. 1. Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ в зависимости от угла п. к. в. при $n = 1400$ мин⁻¹: — — дизельный процесс; — — — — $\Theta_{дт} = 30^\circ, \Theta_{м} = 30^\circ$; — · — · — $\Theta_{дт} = 30^\circ, \Theta_{м} = 34^\circ$

ноле с ДСТ составляет 436 ppm при $\phi = 23,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 34,6%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{\text{NOx расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле

с ДСТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $\gamma_{\text{NOx вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 336 ppm. Снижение составляет 34,5% [26–34].

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанолю- и этанолю-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанолю-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.
14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.
17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.
19. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.

20. Лопатин, О. П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий на содержание токсичных ком-понентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О. П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре га-зодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.
22. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
32. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142
33. Анфилатов, А. А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145
34. Анфилатов, А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.

Особенности расчета периода задержки воспламенения при работе дизеля на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся расчеты периода задержки воспламенения в камере сгорания дизеля 24 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе и на метаноле с двойной системой топливоподачи.

Ключевые слова: дизель, период задержки воспламенения, метанол, двойная система топливоподачи.

Известно, что наибольшее влияние на изменение показателей рабочего процесса оказывает период задержки воспламенения (ПЗВ), который характеризует протекание процесса испарения топлива до начала горения [1–4].

Медленное окисление углеводородов в газовой среде, которое имеет место в цилиндре дизеля в течение ПЗВ, является сложным и многостадийным процессом, в ходе которого при нагреве и испарении топлива получают крайне неустойчивые промежуточные образования молекулярного и радикального типов, взаимодействие которых определяет ход реакции.

Скорость протекания подготовительных процессов обуславливается быстротой нагревания и испарения доли топлива, а также склонностью топлива к образованию активных центров. При этом первая составляющая характеризует физические параметры среды — давление и температуру. Вторая — химические процессы, происходящие в течение ПЗВ. Очевидно, что применение дизельного топлива (ДТ) и метанола определенным образом повлияет на характер и скорость протекания предпламенных процессов, определяющих величину ПЗВ, и, следовательно, на параметры динамики тепловыделения [5–12].

$$\varphi_i = \varphi_{i\phi} + \varphi_{ix} \tag{1}$$

Впрыскивание запальной порции ДТ и метанола в сжатую воздушную среду будет сопровождаться нагреванием и испарением частиц ДТ и метанола, взаимной диффузией паров. Однако вследствие большей теплоты парообразования метанола, чем ДТ (1104 и 250 кДж/кг соответственно), он характеризуется более низким значением ЦЧ и более высокой температурой самовоспламенения и высоким значением энергии активации. Для разрыва химических связей в молекуле метанола требуется энергия в 2,5...3 раза большая, чем для ДТ. Поэтому при испарении частиц метанола будет происходить понижение температуры заряда. Воспламенение может быть достигнуто только тепловым потоком и только за счет воспламенения частиц ДТ. Часть ДТ, поступающая за ПЗВ, расходует свою энергию на разложение молекулы метанола на активные радикалы [13–22].

Таким образом, при работе дизеля на метаноле происходит увеличение ПЗВ. Это обстоятельство повлечет увеличение доли топлива, впрыснутого за этот период, и, соответственно, увеличение доли тепла, выделившегося в результате быстрого сгорания, в результате происходит увеличение скорости тепловыделения [23–29].

В настоящее время для расчета ПЗВ существует ряд эмпирических формул. Наиболее точный расчет ПЗВ, с учетом скоростного и нагрузочного режима работы дизеля, свойств топлива и параметров топливоподачи, позволяет использование модели

$$\bar{\varphi}_i = \frac{\varphi_i}{\varphi_{впр}} = \sqrt{6 \cdot n \cdot 10^{-4}} \cdot \left[\frac{\ln \left[\rho_m \left(\frac{\theta_{впр}}{K_T} - \theta_{нв} \right) \right]}{a} \right] + \left[\frac{A}{2} \sqrt{\rho_T - \frac{1 - \varphi_{впр}}{K_T \theta_{впр}}} \right] \frac{\sqrt{a_1 - 1}}{\psi \cdot \theta_{впр}^p} \tag{2}$$

где φ_i — ПЗВ, градус п. к. в.;

$\varphi_{впр}$ — продолжительность впрыскивания, градус п. к. в.;

n — частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

ρ_T — плотность топлива, г/см³;

$\theta_{впр}, \theta_{впр}^p$ — угол опережения впрыскивания топлива в градусах п. к. в. и радианах соответственно;

$q_{нв}$ — безразмерная температура в момент начала впрыскивания;

K_T — фактор, характеризующий свойства топлива;

A — коэффициент, зависящий от свойств топлива;

ψ — отношение характеристик выделения и стока теплоты;

a, a_1 — коэффициенты, зависящие от конструктивных параметров дизеля и параметров топливоподачи [30–35].

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливopодачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.
14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.
17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газо-дизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.
19. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.
20. Лопатин, О. П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О. П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре га-зодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.

22. Лопатин, О.П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А.А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
32. Анфилатов, А.А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142
33. Анфилатов, А.А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145
34. Анфилатов, А.А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
35. Анфилатов, А.А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.

Теоретические расчеты содержания оксидов азота в цилиндре дизеля

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты теоретических расчетов оксидов азота, в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) при различных вариациях углов опережения впрыскивания топлива для частоты вращения 1400 мин⁻¹.

Ключевые слова: дизель, альтернативное топливо, метанол, оксиды азота, объемное содержание оксидов азота, двойная система топливоподачи.

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при $\Theta_{дт} = 38^\circ$; $\Theta_m = 30^\circ$ представлены на рисунке 1. Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ составляет 665 ррпм при $\phi = 19,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $\gamma_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 513 ррпм [1–8].

Из графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 421 ррпм при $\phi = 21,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 36,7%. Значение расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $\gamma_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 324 ррпм. Снижение составляет также 36,8% [9–18].

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла поворота коленчатого вала при работе на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при $\Theta_{дт} = 38^\circ$; $\Theta_m = 34^\circ$ также представлены на рисунке 1.

Из представленных на графиках кривых видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 391 ррпм при $\phi = 20,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 41,2%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $\gamma_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 300 ррпм. Снижение составляет 41,5% [19–25].

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ расч}}$ в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при работе на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при $\Theta_{дт} = 38^\circ$; $\Theta_m = 38^\circ$ представлены на рисунке 1.

Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $\gamma_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при ра-

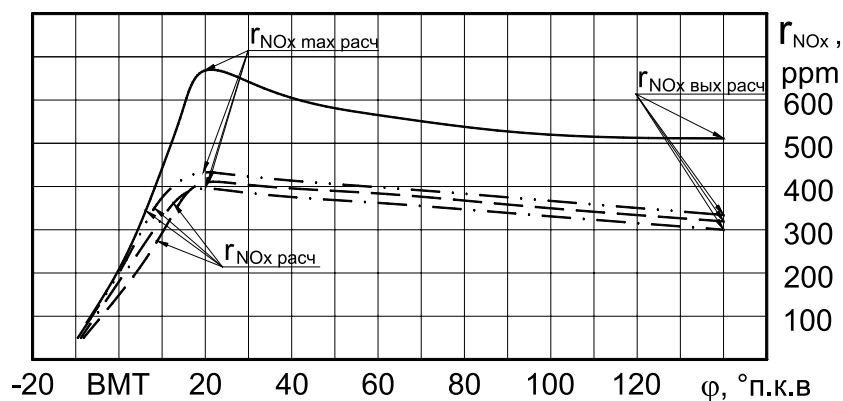


Рис. 1. Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ в зависимости от угла п. к. в. при $n = 1400$ мин — 1: — дизельный процесс; — — — — $\Theta_{дт} = 38^\circ, \Theta_m = 30^\circ$; — · — · — $\Theta_{дт} = 38^\circ, \Theta_m = 34^\circ$; — · · — · — $\Theta_{дт} = 38^\circ, \Theta_m = 38^\circ$

боте на метаноле с ДСТ составляет 433 ppm при $\phi = 19,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 34,9%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $\Gamma_{\text{NOx расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $\Gamma_{\text{NOx вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 334 ppm. Снижение составляет 34,8% [26–33].

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанолю- и этанолю-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанолю-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанолю-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.
14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.
17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.
19. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.

20. Лопатин, О.П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О.П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре га-зодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.
22. Лопатин, О.П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А.А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 путём применения метанола с двойной системы топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 184с.
32. Анфилатов, А.А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
33. Анфилатов, А.А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142

Расчет содержания оксидов азота в цилиндре дизеля с воздушным охлаждением при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе приводятся результаты теоретических расчетов объемного содержания r_{NOx} оксидов азота, в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на дизельном топливе (ДТ) и на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) на оптимальном угле в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала (п. к. в.) для частоты вращения 1400 мин⁻¹.

Ключевые слова: дизель, альтернативное топливо, метанол, оксиды азота, объемное содержание оксидов азота, двойная система топливоподачи.

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ при $\Theta_{дт} = 34^\circ$; $\Theta_{м} = 30^\circ$ представлены на рисунке 1.

Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ составляет 665 ppm при $\varphi = 19,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Значение теоретического расчетного объемного содержания r_{NOx} оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на ДТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $r_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 513 ppm. Из графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 425 ppm при $\varphi = 22,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 36,0%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $r_{NOx \text{ вых расч}}$

в момент открытия выпускного клапана) составляет 327 ppm. Снижение составляет 36,2% [1–8].

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при работе метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин⁻¹ на оптимальном угле $\Theta_{дт} = 34^\circ$; $\Theta_{м} = 34^\circ$ также представлены на рисунке 1.

Из представленных графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 413 ppm при $\varphi = 21,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 37,9% [9–16].

Значение теоретического расчетного объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\varphi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $r_{NOx \text{ вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана) составляет 318 ppm. Снижение составляет 38,0% [17–25].

Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания $r_{NOx \text{ расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от угла п. к. в. при ра-

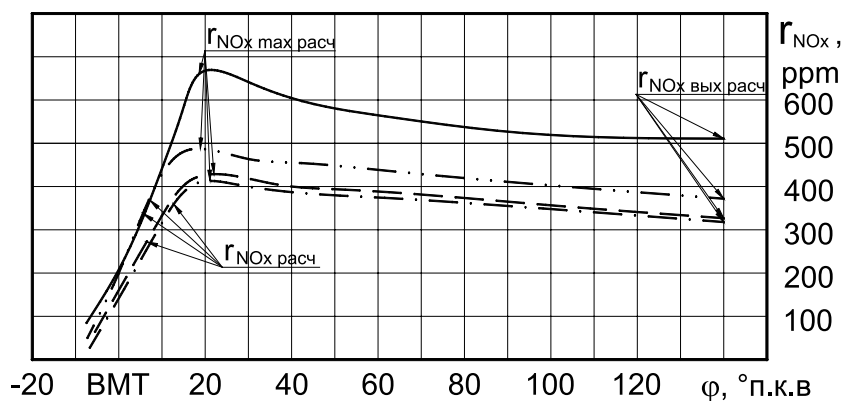


Рис. 1. Результаты теоретических расчетов по изменению объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ в зависимости от угла п. к. в. при $n = 1400$ мин — 1: — — дизельный процесс; — — — $\Theta_{дт} = 34^\circ, \Theta_{м} = 30^\circ$; — · — · $\Theta_{дт} = 34^\circ, \Theta_{м} = 34^\circ$; — · · — · $\Theta_{дт} = 34^\circ, \Theta_{м} = 38^\circ$

боте на метаноле с ДСТ для частоты вращения 1400 мин^{-1} при $\Theta_{\text{дт}} = 34^\circ$; $\Theta_{\text{м}} = 38^\circ$ также представлены на рисунке 1.

Из графиков видно, что максимальное значение теоретического расчетного объемного содержания $g_{\text{NOx max расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ составляет 485 ppm при $\phi = 19,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. Снижение составляет 27,0%. Значение теоретического расчетного объемного содержания $g_{\text{NOx расч}}$ оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с ДСТ при $\phi = 140,0^\circ$ п. к. в. после в. м. т. (выходное расчетное значение $g_{\text{NOx вых расч}}$ в момент открытия выпускного клапана)

составляет 373 ppm. Снижение составляет 27,2%. Проведенными по результатам экспериментальных исследований расчетами объемного содержания g_{NOx} оксидов азота в ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на ДТ и на метаноле с ДСТ подтверждена высокая сходимость полученных теоретических расчетов объемного содержания g_{NOx} оксидов азота на основании предложенного химизма процесса образования оксидов азота и разработанной математической модели расчета содержания оксидов азота в цилиндре и отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи [26–32].

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.
14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.

17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанолю- и этанолю топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газо-дизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.
19. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.
20. Лопатин, О. П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанолю- и этанолю-топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О. П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре га-зодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.
22. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М. Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М. Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С. О., Скрябин М. Л. Влияние применения метанолю-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В. А., Гребнев А. В., Бузмаков Ю. Г., Скрябин М. Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А. А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
32. Анфилатов, А. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142

Изменение экономических показателей дизеля при работе на метаноле

Анфилатов Антон Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

В работе представлены исследования экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных УОВТ дизельного топлива и метанола при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$.

Ключевые слова: дизель, дизельное топливо, метанол, двойная система топливоподачи.

Исследования показали, что наилучшие результаты по расходу топлива получаются при одновременной подаче запальной порции дизельного топлива (ДТ) и метанола. Величина запальной порции ДТ при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ) определялась путем уменьшения подачи ДТ до начала появления пропусков воспламенения, после чего она несколько увеличивалась до достижения устойчивой работы дизеля. В дальнейшем цикловая подача запального топлива фиксировалась и оставалась постоянной, а изменение нагрузочного режима велось только путем изменения подачи метанола. На рисунке 1 представлены графики изменения экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных УОВТ на номинальном режиме работы [1–8].

Рассматривая экономичность дизеля при работе на метаноле с ДСТ при установочном УОВТ $\Theta_m = 34^\circ$, можно отметить следующее. При уменьшении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{дт} = 26^\circ$ и $\Theta_m = 34^\circ$ значение возрастает до $g_{е\sigma} = 520 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, т.е. увеличение $g_{е\sigma}$ от полученного при оптимальных значениях углов впрыскивания топлива ($\Theta_{дт} = 34^\circ$ и $\Theta_m = 34^\circ$) составляет уже $18 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, или $3,5\%$ [9–15].

Рассматривая экономичность дизеля при работе на метаноле с ДСТ при установочном УОВТ $\Theta_m = 38^\circ$, можно отметить следующее. При уменьшении угла подачи ДТ

$\Theta_{дт} = 34^\circ$ и $\Theta_m = 38^\circ$ значение $g_{е\sigma} = 506 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, т.е. увеличение $g_{е\sigma}$ от полученного при оптимальных значениях углов ($\Theta_{дт} = 38^\circ$ и $\Theta_m = 38^\circ$) составляет лишь $1 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$ [16–21].

Рассматривая экономичность дизеля при работе на метаноле с ДСТ при установочном УОВТ $\Theta_m = 30^\circ$, можно отметить следующее. При уменьшении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{дт} = 26^\circ$ и $\Theta_m = 30^\circ$ значение возрастает до $g_{е\sigma} = 532 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, т.е. увеличение $g_{е\sigma}$ от полученного при оптимальных значениях углов ($\Theta_{дт} = 34^\circ$ и $\Theta_m = 30^\circ$) составляет уже $24 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, или $4,5\%$ [22–28].

Рассматривая экономичность дизеля при работе на метаноле с ДСТ при установочном УОВТ $\Theta_m = 26^\circ$, можно отметить следующее. При уменьшении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{дт} = 26^\circ$ и $\Theta_m = 26^\circ$ значение возрастает до $g_{е\sigma} = 550 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, т.е. увеличение $g_{е\sigma}$ от полученного при оптимальных значениях при углах ($\Theta_{дт} = 34^\circ$ и $\Theta_m = 26^\circ$) составляет уже $26 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, или $4,7\%$.

Рассматривая экономичность дизеля при работе на метаноле с ДСТ при установочном УОВТ $\Theta_m = 22^\circ$, можно отметить следующее. При уменьшении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{дт} = 26^\circ$ и $\Theta_m = 22^\circ$ значение возрастает до $g_{е\sigma} = 580 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, т.е. увеличение $g_{е\sigma}$ от полученного при оптимальных значениях углов ($\Theta_{дт} = 38^\circ$ и $\Theta_m = 22^\circ$) составляет уже $29 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$, или 5% .

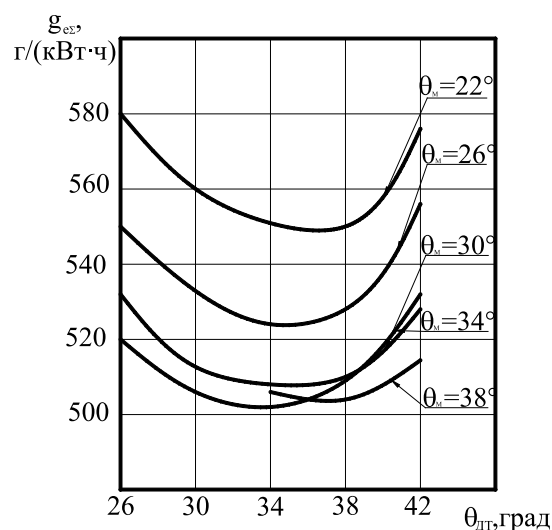


Рис. 1. Изменение экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных УОВТ ДТ и метанола при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,585 \text{ МПа}$, $q_{цдт} = 6,6 \text{ мг/цикл}$

Анализируя изменения показателей экономичности в зависимости от изменения установочных углов впрыскивания топлива при работе дизеля на метаноле с ДСТ, можно сделать следующие выводы. Оптимальными по суммарному удельному эффективному расходу топлива являются следующие значения установочных УОВТ: $\Theta_{дт} =$

34° и $\Theta_m = 34^\circ$. При этих значениях углов значение составляет $g_{\Sigma} = 502 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$.

Таким образом, при более позднем впрыскивании метанола (при уменьшении Θ_m) или при более раннем показателе экономичности ухудшаются. Причиной является нарушение процесса сгорания [29–33].

Литература:

1. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2004. — 106 с
3. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 4 (40). С. 21–25.
4. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 7–9.
5. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 6–7.
6. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник: 2013. № 1 (1). С. 29–32.
7. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Анфилатов А. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем применения метанола с использованием двойной системы топливоподачи // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 5. С. 5–8.
8. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этанола-топливной эмульсии // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 4 (28). С. 70–73.
9. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Улучшение экологических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 2. С. 6–7.
10. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с турбонаддувом путем применения природного газа // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 11–13.
11. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Шишканов Е. А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 9. С. 8–9.
12. Лиханов, В. А., Лопатин О. П., Олейник М. А., Дубинецкий В. Н. Особенности химизма и феноменологии образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2006. № 11. С. 13–16.
13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2004. — 18 с.
14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2004. — 200 с.
15. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование нагрузочного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 40–44.
16. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование скоростного режима дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 24–26.
17. Лиханов, В. А., Лопатин О. П. Исследование экологических показателей дизеля при работе на природном газе с рециркуляцией, метанола- и этанола топливных эмульсиях // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 26–28.
18. Лопатин, О. П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газо-дизеля // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 3 (16). С. 28–30.

19. Лопатин, О.П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 11–13.
20. Лопатин, О.П. Влияние применения природного газа и рециркуляции отработавших газов, метанола- и этанола-топливных эмульсий на содержание токсичных компонентов в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 // Молодой ученый. 2015. № 6–5 (86). С. 13–15.
21. Лопатин, О.П. Зонная модель процесса образования оксидов азота в цилиндре га-зодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 261–265.
22. Лопатин, О.П. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре газодизеля с турбонаддувом // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 265–268.
23. Скрябин, М.Л. Исследование эффективных показателей газодизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 312–315.
24. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения природного газа и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 315–318.
25. Скрябин, М.Л. Влияние применения природного газа на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на номинальной частоте вращения в зависимости от установочного угла опережения впрыскивания топлива // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 101–104.
26. Лопатин, С.О., Скрябин М.Л. Влияние применения метанола-топливной эмульсии на объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермь, 2014. С. 96–98.
27. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 6. С. 19–21.
28. Лиханов, В.А., Гребнев А.В., Бузмаков Ю.Г., Скрябин М.Л. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 7. С. 6–7.
29. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2009. — 202 с.
30. Скрябин, М.Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Санкт-Петербург, 2009. — 18 с.
31. Анфилатов, А.А. Влияние метанола на оксиды азота при сгорании в цилиндре дизеля // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 151–154
32. Анфилатов, А.А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 139–142
33. Анфилатов, А.А. Теоретические расчеты объемного содержания оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле для номинальной частоты вращения // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 142–145

Результаты экспертизы промышленной безопасности котельной ОАО «ПензТяжПромАрматура»

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Павленко Владимир Валерьевич, магистрант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Летом 2014 года была проведена экспертиза промышленной безопасности здания котельной ОАО «ПензТяжпромАрматура» (ОАО «ПТПА»). Объектом обследования является здание котельной ОАО «ПТПА» (далее по тексту здание), построенное в 1960 г, план котельной показан на рис. 1.

Натурное обследование строительных конструкций, прочность материала несущих конструкций (каменных колонн, балок и плит, перекрытия, покрытия) производственного здания котельной выполнено в соответствии с требованиями СП 13–102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».

Основными несущими конструкциями каркаса здания корпуса являются:

- монолитные ленточные фундаменты с уширением под кирпичные колонны. Железобетонные фундаментные блоки под наружные стены;
- каменные колонны сечением 510x510 мм из керамического кирпича;
- металлические фермы покрытия. Железобетонные балки покрытия;
- железобетонные плиты покрытия и перекрытия;
- наружные стены запроектированы из керамического кирпича;

Общая пространственная неизменяемость каркаса котельной, обеспечивается жестким диском покрытия, так же пространственную неизменяемость обеспечивают ограждающие кирпичные стены.

В конструктивном отношении здание запроектировано одноэтажным в полном каркасе. Размеры в плане 55,5x21, полезная высота принята 6 м до низа железобетонной былки покрытия. Сетка колонн принята 6x6 м. Общий объем здания составляет 7915 м³. Кровля двускатная, рулонная. Бетонные полы.

Инструментальное обследование конструкций проводилось при фотофиксации цифровой камерой поврежденных участков. Все работы выполнялись в соответствии с нормативно-технической документацией. Фото дефектов представлены на рис. 2–5.

При обследовании монолитных фундаментов, отмостки и цоколя здания, было выявлено частичное разрушение асфальтового покрытия отмостки, наличие растительности в районе отмостки, нарушена целостность цоколя.

Каменные колонны, ограждающие конструкции, выполненные из керамического кирпича, имеют выветривание швов кладки, выпадение отдельных кирпичей в основании каменных несущих колонн, следы намочания.



Рис. 1. План котельной



Рис. 2. Разрушение асфальтового покрытия отмостки

Состояние каменных конструкций здания можно оценить как удовлетворительное.

Двускатные железобетонные балки покрытия видимых дефектов не имеют. Состояние балок оценивается как хорошее.

Ранее, в здании котельной произошло обрушение одного из пролётов. Дальнейшее использование обрушенной балки было невозможно. В связи с этим в качестве несущей конструкции покрытия было принято решение использовать стальную ферму, выполненную из парных уголков. Дефектов в конструкции фермы выявлено не было. Конструкция стальной фермы приведена на рис. 4.

При обследовании железобетонных плит, используемых в качестве ограждающей конструкции покрытия, были выявлены следующие дефекты: сколы защитного слоя, с оголением рабочей арматуры, следы намокания, отдельные трещины и выбоины с шириной раскрытия менее 5 мм. Состояние плит — удовлетворительное. Выявленные дефекты показаны на рис. 5.

В здании по плитам покрытия выполнена выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора. В качестве водоизоляционного ковра применено три слоя рубероида на битумной мастике. В результате обследования было выявлено незначительное количество дефектов. Местами



Рис. 3. Выветривание швов кирпичной кладки



Рис. 4. Стальная ферма покрытия из парных уголков

нарушена целостность кровельного покрытия. Состояние кровли — хорошее.

Состояние пола, марки В20, состояние которого можно оценить как удовлетворительное, имеется нарушенное покрытие, имеются трещины и сколы.

Выполненные натурные испытания основных несущих конструкций каркаса здания позволяют сделать следующие выводы:

- имеются разрушения асфальтового покрытия от мостки и целостности цоколя;
- нарушения целостности несущих каменных колонн, ограждающих каменных конструкций;
- сколы, выбоины, отслоение защитного слоя бетона ограждающих плит покрытия;

— незначительные нарушения целостности кровельного покрытия;

— сколы и трещины покрытия пола;

Выявленные дефекты являются следствием нормального развития и накопления возрастных дефектов строительных конструкций, а также отсутствием периодического ремонта и не оказывают влияния на безопасность сооружения в целом, не представляют угрозу жизни и здоровью персонала, не могут являться источником развития аварийных ситуаций и могут быть устранены в ходе ремонта.

На кровлях не допускается скопление мусора в желобах, ендовах, воронках внутреннего водостока и водосточных трубах. Зимой кровли с наружным водостоком необходимо очищать от снега и льда.



Рис. 5. Отслоение защитного слоя бетона с оголением арматуры

Проемы и крупные отверстия кирпичной кладки заделывают кирпичом, так же как и кладку стен соответствующей толщины, перевязывая со старой кладкой и расшивая швы.

Рекомендовано восстановить защитный слой арматуры и произвести зачеканку поверхностных усадочных трещин раствором марки М300 по подготовленной поверхности.

По результатам обследования выполнены поверочные расчеты с применением моделирования здания [1,2,3,4,5,6,7] и составлено заключение экспертизы промышленной безопасности, все выше изложенные нарушения целостности строительных конструкций на момент написания статьи устранимы.

Литература:

1. Арискин, М. В., Гарькин И. Н. Теоретические исследования напряженно-деформируемого состояния в составной балке // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — С. 37–40.
2. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб // диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
3. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю., Гарькин И. Н. Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния элементов соединений на клеенных шайбах [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 2. — С. 27–31.
4. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. Изготовление соединений на клеенных стальных шайбах / Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). С. 13–15.
5. Арискин, М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 35–38.
6. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Родина Е. В. Экономическая эффективность проектирования в комплексе Allplan по сравнению с существующими САД-системами [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 32–35.
7. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Агеева И. Ю. Современные тенденции развития проектирования в строительстве [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2012. — № 10. — С. 31–33.

Capabilities of SCADA systems

Асадуллина Лилия Ильгизовна, старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Asadullina Liliya Ilguzizovna, senior teacher
National Research Tomsk Polytechnic University

In modern manufacturing and industrial processes, mining industries, public and private utilities, education, leisure and security industries telemetry is often needed to connect equipment and systems separated by large distances. This can range from a few meters to thousands of kilometers. Telemetry is used to send commands, programs and receives monitoring information from these remote locations. Telemetry is the wireless transmission and reception of measured quantities for the purpose of remotely monitoring environmental conditions or equipment parameters. The term is also used in reference to the signals containing such data. A telemetry transmitter consists of a set of measuring instruments, an encoder that translates instrument readings into analog or digital signals, a modulator, and a wireless transmitter with an antenna. A telemetry receiver consists of an antenna, a set of radio-frequency (RF) amplifiers, a demodulator, and recording devices. A computer can be used to process and store received information. [1]

Supervisory Control and Data Acquisition system (SCADA) refers to the combination of telemetry and data acquisition. SCADA encompasses the collecting, of the information, transferring it back to the central site, carrying out any necessary analysis and control and then displaying that information on a number of operator screens or displays. The required control actions are then conveyed back to the process. [2]

SCADA systems have made substantial progress over the recent years in terms of functionality, scalability, performance and openness such that they are an alternative to in house development even for very demanding and complex control systems.

The most popular SCADA systems in Russia according to the latest surveys are: InTouch, iFix, Trace Mode, WinCC and Citect. The most popular SCADA system InTouch will be considered below.

Wonderware's InTouch visualization software is powerful graphical human-machine interface (HMI) for industrial

automation, process control and supervisory monitoring. The InTouch HMI enables users to visualize and control industrial processes while providing engineers with an easy-to-use development environment and extensive functionality to rapidly create, test and deploy powerful automation applications that connect and deliver real-time information. InTouch software is an open and extensible HMI that enables flexibility in custom application design with connectivity to the broadest set of automation devices in the industry.

InTouch applications can be installed in a standalone environment — a single computer node. This is useful for companies that do not require many different operator stations for viewing and controlling the same industrial processes. Each node is completely self-contained and not dependent on any other computer for operation.

InTouch applications can be installed in a client-server environment. This method saves time and money on software maintenance and administration. Users can choose from several different scenarios, depending on their needs.

Using the tag server configuration, a user can designate one or multiple computers as tag servers. These tag servers can store the tag name dictionary, perform historical event logging, run QuickScripts, act as an alarm facility and connect to Input/Output (I/O) data. Applications running on the operator stations connect to the tag servers to display the information.

InTouch software can connect to virtually any industrial automation control device because of the hundreds of available I/O and OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control (OPC) servers that are designed to connect to Wonderware products. This is made possible by Wonderware's device integration team as well as hundreds of third-party product developers that offer connectivity to Rockwell, Siemens, Schneider and other products.

Wonderware servers provide access to InTouch application data through Microsoft Dynamic Data Exchange (DDE) communications, Wonderware's SuiteLink protocol or OPC technology. Third-party developers can use the ArchestrA Data Access Server (DAS) Toolkit to create servers that incorporate one or all of the communication methods listed above.

The InTouch HMI empowers users to quickly and easily develop custom graphical views of their processes. A user can develop graphics with a variety of tools in Wonderware's WindowMaker graphical editing program, which includes standard graphical components, bitmap images, ActiveX controls and Symbol Factory — an advanced graphics library that contains thousands of preconfigured industrial images and SmartSymbols. All of these tools are easy-to-use and intuitive, helping users to quickly develop and deploy visualization applications.

SmartSymbols can save an immense amount of time when it comes to creating new applications and modifying existing applications. New applications can be quickly created using standard SmartSymbol libraries, ensuring com-

pliance with standard operating procedures. Plus, existing applications can easily be enhanced by modifying Smart-Symbol templates and using Network Application Development (NAD) to automatically upgrade applications and windows. Customers benefit from improved flexibility while greatly reducing the risks and time associated with modification.

InTouch software offers three different application alarm views that can be used together or separately.

The Distributed Alarm Object enables operators to select and pre-configure alarm views at runtime. This display shows a summary of current alarms.

The Database View Control displays alarms that have been logged in the InTouch Alarm Logger Database. The display shows the Origin Time, GMT Time, or Local Time for historical session alarms.

The Alarm Viewer Control is an ActiveX control that provides both current summary and historical session alarm information. It has a similar look and feel to the Database View Control to enable quick configuration and ensure ease of use. The alarm viewers enable the operator to sort the alarms based on the important priorities at runtime. An InTouch user gains complete control over the current alarms in their system and retrieval of historical alarm information.

InTouch software offers three alarm acknowledgement models:

1. Traditional, condition-oriented alarms;
2. Event alarms, which are compatible with the OPC alarm model and require an acknowledgment for the most recent transition to an alarmed state;
3. Expanded Summary alarms, which support acknowledgment of each transition into and out of an alarmed state.

Alarms can be enabled or disabled directly or indirectly, using Alarm Inhibitor Tags, under full control of the application. Alarm suppression can be applied to single alarm classes, tags or groups, to prohibit the display of alarm information on a specific view node. System-wide disablement can also block alarm activity at the source.

InTouch can be configured to use an access-level password security model that enables the developer of the InTouch application to group users into access levels with different passwords and then assign the access levels to windows and tags. This gives the developer the ability to limit the users' capabilities in the InTouch application, based on their areas of responsibility and authority.

The Tagname Browser allows users to select tagnames and tagname fields from any FactorySuite application, such as another InTouch node, the Industrial Application Server, the IndustrialSQL Server historian, InBatch production management software, InControl real-time control software, or any other tagname source that supports the InTouch Tagname Dictionary interlace. This enables quick configuration between applications, saving time for the developer and synchronizing tagnames for easier administration and maintenance.

The Tagname Cross-Referencing function allows users to analyze tagnames. For convenience, the Tagname Cross-

Reference window can remain open in the WindowMaker editing program while the developer performs other tasks. It also allows users to view any QuickScript or QuickFunction in which a tagname is found.

When existing applications require conversion to run on newer versions of InTouch software, this backup feature protects the older application on the previous software version from being overwritten. If necessary, the user can revert to the Backup Directory.

Users can access UTC Time, the current local time, the current time offset from the GMT zone, and daylight savings time status for their applications, simplifying worldwide application management.

SCADA vendors release one major version and one to two additional minor versions once per year. These products evolve thus very rapidly so as to take advantage of new market opportunities, to meet new requirements of their customers and to take advantage of new technologies.

As was already mentioned, most of the SCADA products that were evaluated decompose the process in «atomic» parameters to which a tag name is associated. This is impractical in the case of very large processes when very large sets of tags need to be configured.

As the industrial applications are increasing in size, new SCADA versions are now being designed to handle devices and even entire systems as full entities that encapsulate all their specific attributes and functionality. In addition, they will also support multi-team development.

As far as new technologies are concerned, the SCADA products are now adopting:

- Web technology, ActiveX, Java, etc.
- OPC as a means for communicating internally between the client and server modules. It should thus be possible to connect OPC compliant third party modules to that SCADA product.

References:

1. «Cyber Security Dictionary». Retrieved from: <http://whatis.techtarget.com/definition/telemetry>
2. Practical SCADA & Telemetry Systems for Industry — Background to SCADA Retrieved from: http://www.idc-online.com/SC_first_chapter
3. Berry B. SCADA Tutorial: A Fast Introduction to SCADA Fundamentals and Implementation. Retrieved from: <http://www.dpstele.com/scada/introduction-fundamentals-implementation.php>
4. «Introduction to Industrial Control Networks» (PDF). IEEE Communications Surveys and Tutorials. 2012.
5. Boys, Walt (18 August 2009). «Back to Basics: SCADA». Automation TV: Control Global — Control Design.
6. Асадуллина Л. И. Implementation of enterprise resource planning systems in company management [Текст] / Л. И. Асадуллина // Молодой учёный. — 2015. — № 10. — С. 47–49.

Системный анализ технологии получения повидла из вторичного сырья соковых производств

Атаханов Шухрат Нуриддинович, кандидат технических наук, доцент;
 Акрамбаев Расул Адашович, старший преподаватель;
 Атамирзаева Сохиба Тургунмирзаевна, старший преподаватель;
 Хожиев Рустам Мухаммаджонович, ассистент;
 Рахимов Умид Юнусжонович, соискатель
 Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

Проведен системный анализ технологии получения сахаросодержащих продуктов из вторичного сырья соковых производств. На основе комплексного анализа определены пути интенсификации производства и улучшения организации протекающих процессов. Составлена математическая модель процесса измельчения и определены оптимальные параметры для проведения процесса.

Ключевые слова: вторичное сырье, системный анализ, аппарат, подсистема, измельчения, интенсификация.

Технологическую линию переработки вторичного сырья можно представить в виде большой системы. Здесь технологические процессы можно представить в виде подсистемы получения выпаренного продукта

из вторичного сырья. Дана система подвергается к декомпозиции и на втором этапе анализа имеет места ряд подсистем, состоящих из следующих технологических операций:



Подсистема 2.1. Транспортёр. В этом объекте протекают процесс очистки поверхности сырья от наружных примесей с участием человека, а также частичная сортировка и удаление наружных сопутствующих ненужных веществ.

Подсистема 2.2. аппарат для измельчения. Здесь протекает процесс измельчения вторичного сырья.

Подсистема 2.3. представляет собой в котел — выпарной аппарат с перемешивающим устройством. В этом процессе измельченное сырье погружают в пищеварочный котел и добавляют воду в рекомендуемых количествах, кипятят в течении регламентированной времени, после чего добавляют фильтрованный сахарный сироп и варят до готовности, перед окончанием варки добавляют лимонный концентрат.

Подсистема 2.4. представляет наполнитель, где происходит процесс расфасовки готового продукта.

Подсистема 2.5. представляет закатка, где происходит герметизация готового продукта.

Подсистема 2.6. представляет автоклав, где происходит процесс стерилизации.

В рассмотренных подсистемах второго уровня иерархии основные тепломассообменные процесса происходят в системе 2.3. и 2.5.

На втором уровне иерархии нами рассмотрена подсистема 2.2., которая представляет собой установку для измельчения вторичного сырья. Для детального изучения процесса измельчения подсистема 2.2. расчленена на подсистемы 2.2.1 — бункер и 2.2.2 рабочий орган. В своей очереди подсистема 2.2.2 расчленяется на подсистемы 2.3.1.3.1 — микроэлементы, 2.3.1.3.2 — углеводы, 2.3.1.3.3 — витамины и 2.3.1.3.4 — сахара.

Процесс измельчения продукта (вторичного сырья) в системе 2.2. осуществляется под воздействием подсистемы 2.2.2. Который измельчает продукт (вторичного сырья) в пределе размерности 0,5–0,7 мм.

С целью комплексного анализа процесса приготовления сахаросодержащих продуктов из вторичного сырья соковых производств составлена технологическая схема детализацией по уровням иерархии (рис. 1 и 2).

Процесс приготовления сахаросодержащих продуктов из вторичного сырья соковых производств (подсистема 2.3.) рассмотрен на третьем уровне иерархии.

Элементами системы здесь выступают рабочая котел и перемешивающая устройства, вакуумный насос и конденсатор.

Подсистема 2.3.1. представляет собой рабочий котел — пищеварочный котел и которая расчленяется подсистемам — 2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.1.3.4. В своей очереди подсистемы — 2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.1.3.4 представляет собой газовую фазу, нагревателя, продукта (вторичного сырья) и ароматизированные добавки для улучшения вкуса и цвета готового продукта. Подсистема 2.3.1.3 — продукт (вторичное сырье) которая является составным элементом четвертого уровня иерархии выступают подсистемы 2.3.1.3.1 — микро-макроэлементы, 2.3.1.3.2 — углеводы, 2.3.1.3.3 — витамины и 2.3.1.3.4 — сахара.

С целью комплексного анализа процесса приготовления сахаросодержащих продуктов из вторичного сырья соковых производств составлена технологическая схема с детализацией по уровням иерархии (рис. 1 и 2).

Подсистема 2.3.2. — перемешивающее устройство, обеспечивают равномерного перемешивания вторичного сырья, сахара и ароматизированных добавок для улучшения вкуса и цвета по слоям.

Подсистема 2.3.3 — вакуумный насос, которая обеспечивает равномерную температуру процесса.

Подсистема 2.3.4 — конденсатор, которая обеспечивает уловление ароматических веществ.

Улучшение организации процессов протекающих в отдельных элементах в технологической линии, достигается путем упорядочения параметров отдельных токов за счет конструктивного соответственного оформления элементов установки.

Имитационное моделирование процесса измельчения непрерывного действия вторичного сырья морковного сока

Процессы измельчения осуществляется либо в аппаратах периодического действия, либо в аппаратах непрерывного действия. Математическое моделирование и расчет измельчителя имеют свои специфическую особенности. Для этого измельчитель рассматривается в виде системы с определенными показателями.

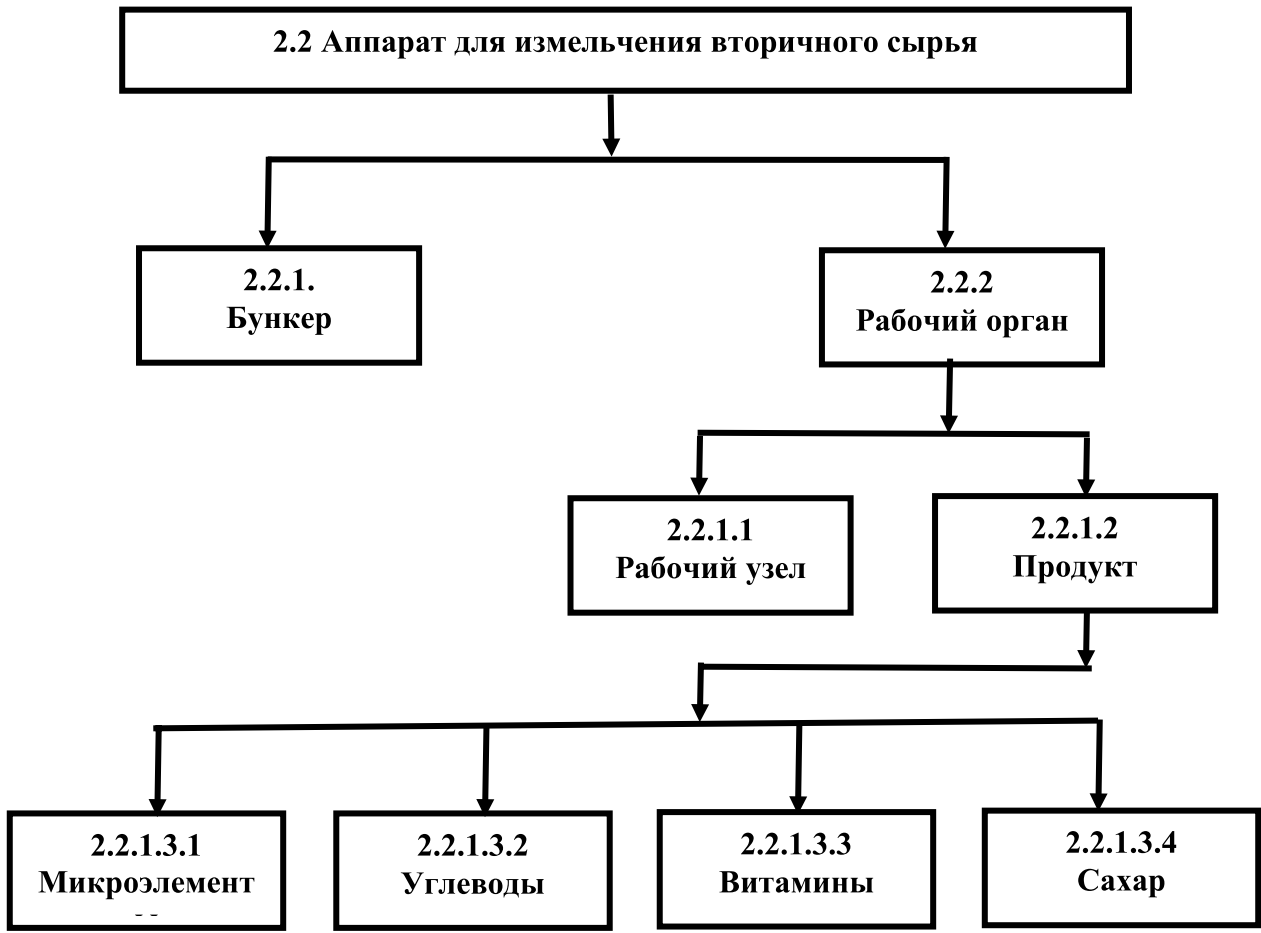


Рис. 1. Иерархическая структура процесса измельчения продукта (вторичного сырья) соковых производств

В выходными параметрами системы является расход и концентрация сырья имеется виду концентрация тех измельченных сырья которые отвечающие технологическим требованиям то или иного продукции.

Выходными параметрами является опять так расход и концентрация измельченных веществ.

В нашем случае процесс измельчения принимается идеальным и непрерывным. Чтобы моделировать процесс непрерывного измельчения в потоках, можно представить аппарат в виде много ячеечной модели, то есть каждый участок перемещения материала можно показывать какой-то определенный участок (рис. 3).

Для непрерывной работы такой системы из материального баланса можно записать уравнения динамики процесса (1).

$$\frac{dC_i}{d\tau} = \frac{1}{m} (G_o \cdot C_o - G_i \cdot C_i - k \cdot V(1 - C_i))$$

Здесь m — масса сырья; G_o — начальный расход сырья; C_o — начальная концентрация сырья; k — коэффициент измельчения; V — объем рабочей камеры; i — целое число, определяющий количество число ячеек.

Уравнение (1) может иметь различные решения непрерывного измельчения, для непрерывного измельчения можем привести процесс в одноячеечной модели, а также можно перевести процесс многоячеечной модели. В результатах исследования для решения поставленной задачи мы воспользовались 10-ячеечной моделям и используя, программного пакета MATLAB составили математическая модель непрерывного измельчения состоящий из 10 зон идеального перемешивания (рис. 1).

На схеме. 1 приставлена обобщенная компьютерная модель процесса перемешивания в жидких средах с применением программы MATLAB (Matrix Laboratory — матричная лаборатория).

Результаты компьютерного моделирования представлены на рис. 4.

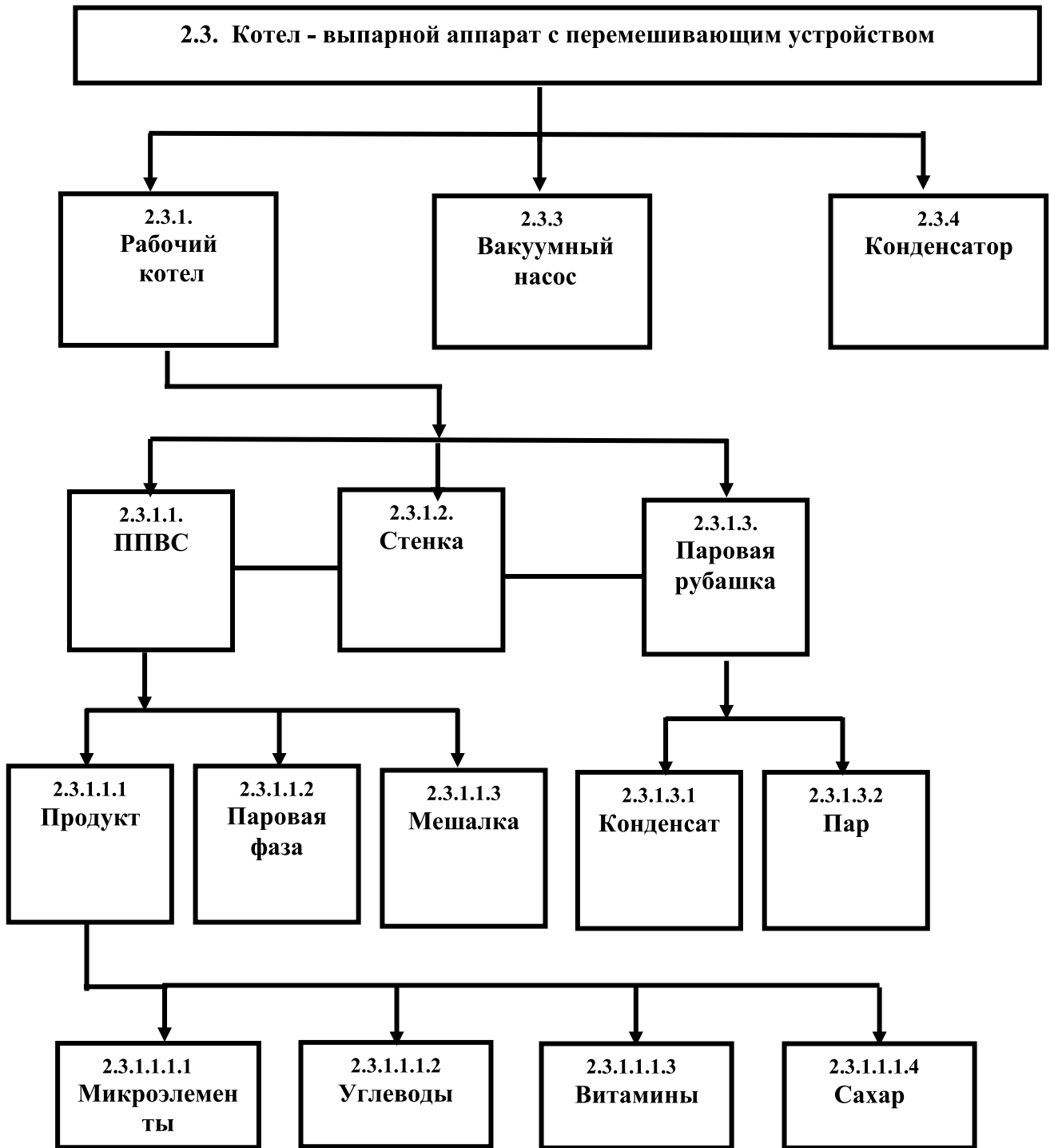


Рис. 2. Иерархическая структура процесса варки сахаросодержащих продуктов из вторичного сырья соковых производств

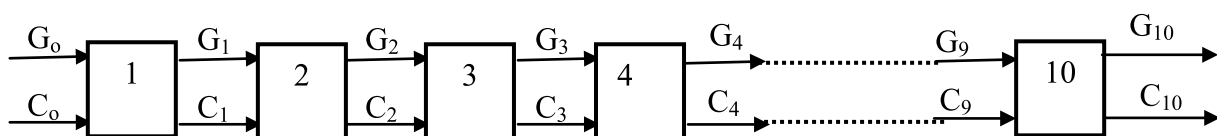


Рис. 3

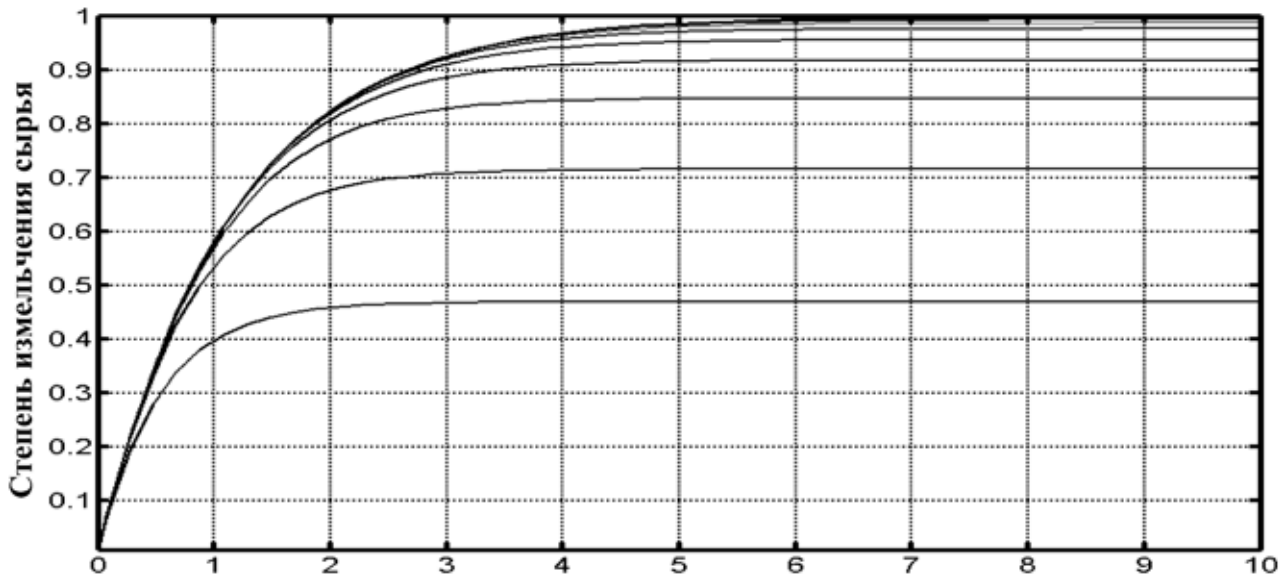


Рис. 4. Продолжительность процесса, (с)

Литература:

1. Патент № 03288 способ получения пищевого порошка из растительного сырья. Атаханов Ш.Н., Норинбоев Б.Г., Хожиев Р.М., 27.02.2007
2. ТУ 64–15826912–02:2004 Способ полуфабрикаты из вторичного сырья соковых производств
3. А. Артиков. Интенсификация тепломассообменных процессов в пищевой промышленности Т., Фан., 1990.

Математическое описание процесса выпарки повидла из вторичного сырья морковного сока

Атаханов Шухрат Нуриддинович, кандидат технических наук, доцент;
Хожиев Рустам Мухаммаджонович, ассистент;
Хошимов Хахимжон, доцент;

Каноатов Хайрулло Муродиллаевич, кандидат технических наук, доцент;
Дадамирзаев Музаффар Хабибуллаевич, ассистент;
Маллабаев Одилжон Тохиржанович, соискатель
Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

В статье рассмотрены вопросы рациональной организации процесса выпарки и пути интенсификации. Как известно, тепловые и массообменные процессы являются самыми энергозатратными. Снижение длительности этих процессов способствует повышению производительности, снижению энергозатрат и себестоимости продукции.

Ключевые слова: математическое моделирование, выпарка, повидло, вторичное сырье, концентрирование растворов, сахаросодержащая масса, фугат.

Значительное количество производственных процессов пищевой промышленности осуществляется в емкостном оборудовании. Это процессы нагрева, охлаждения, смешения жидкостей, разбавления растворов, растворения гранулированных или сыпучих материалов, кристаллизации, отгонки, химические превращения, догрузка и частичная разгрузка, а также различные комбинации этих процессов.

Как правило, все эти операции протекают в нестационарных температурных режимах.

В каждом конкретном случае лимитирующим по длительности может быть тепловой или массообменный процесс. Как правило, лимитирующие процессы бывают и самыми энергозатратными. Снижение длительности лимитирующих процессов повышает производительность

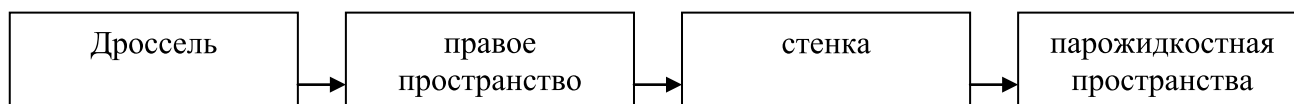


Рис. 1.

оборудования, снижает энергозатраты и себестоимость продукции.

Интенсивность тепло и массообменных процессов в жидких продуктах определяется гидродинамической обстановкой в аппарате.

Для получения возможности рациональной организации процессов необходимо иметь четкие указания, которые можно получить путем математического моделирования реальных процессов и аппаратов. Математического моделирование и расчет выпарного аппарата имеют свои специфические особенности. Для этого выпарной аппарат рассматривается в виде системы с определенными показателями и его можно переставлять в следующем виде (Рис. 1).

При переработке вторичного сырья соковых производств и получении пюре и пасты ключевое место занимает концентрирование выпариванием.

Системный подход к решаемой задаче, играющий важную роль, диктует необходимость установления причинно-следственных отношений, характеризующих закономерности протекания процесса. В этом плане целесообразно рассмотреть и проанализировать явления и эффекты процесса выпаривания по всем конструктивным элементам аппарата. Такой анализ подразумевает выявление иерархической структуры процесса как типовой физико-химической системы (ФХС) $\{A\}$.

При анализе и синтезе различных вариантов технологических установок для выпарной установки фугата сахаросодержащих масс необходимо располагать уравнениями статики и динамики процесса, входящими в состав статической и динамической математических моделей.

При составлении математической модели процесса концентрирования пульпы сахаросодержащих масс учитываются физико-химические характеристики фаз, особенности конструкций и режимы работы аппаратов, а также принимаются упрощающие допущения.

Общая методика составления математической модели процесса выпарной установки включает следующие этапы: выбор объекта, его изучение, обоснование структурной схемы объекта, составление математического описания составных элементарных явлений и эффектов, которые протекают в отдельных конструктивных узлах и зонах объекта, идентификация параметров математического описания отдельных элементарных процессов, получение полной (или обобщенной) математической модели процесса путем объединения (агрегирования) математических описаний его элементов, выбор методов решения уравнений математической модели объекта и оценка точности расчетов по предлагаемым математическим моделям процессов выпарной установки.

Любая математическая модель (в том числе и модель процесса концентрирования фугата сахаросодержащих масс соковых производств) является приближенным отражением реального процесса. Поэтому для получения наиболее упрощенной, с точки зрения расчета, адекватной реальному процессу математической модели процессов в выпарной установке, необходимо выполнить анализ математических описаний элементарных процессов, протекающих на соответствующих ступенях структуры исследуемого процесса.

Методы системного анализа и математического моделирования технологических процессов подразумевают необходимость раскрытия причинно-следственных связей между элементами изучаемого процесса, занимающими определенное место в иерархической структуре объекта.

На первом этапе реализации системного подхода к исследованию процесса выпаривания сахаросодержащих масс рассмотрим смысловой аспект качественного анализа процесса и с единых позиций выполним последовательное рассмотрение всех аспектов физико-химических явлений и эффектов, объединенных в единую структуру рассматриваемой ФХС. Исходная иерархическая структура процесса представлена как определенная совокупность отдельных элементов процессов концентрирования и теплообмена, на которые удается расчленить изучаемый объект по каналам перемешивания обрабатываемого фугата в отдельных конструктивно выраженных зонах аппарата. Такой подход позволяет положить в основу математической формализации объекта модульный принцип моделирования и обеспечивает возможность получения локальных математических описаний отдельных, далее неделимых элементов процесса. При вариации способов концентрирования и свойств обрабатываемого сырья удельный вес различных ступеней иерархии и отдельных модулей может быть различной. Раскрываемая общая картина исследуемого процесса должна отражать вид подвода тепла, способ удаления вторичного пара, схему взаимодействия потоков в выпарной установке и позволить оценивать вклад каждой ступени иерархии и отдельных явлений и эффектов взаимодействия в собственно процесс удаления влаги из фугата сахаросодержащих масс. На основе такого подхода становится эффективным применение блочного принципа формирования математической модели исследуемого процесса. Итогом такого обобщающего анализа могут быть выявленные более совершенные и экономически оправданные режимы процесса, эффективные способы концентрирования растворов.

Исходя из этих предпосылок к решаемой задаче, процесс выпаривания фугата пульпы вторичного сырья со-

ковых производств необходимо расчленить на элементарные подпроцессы. Далее, путем соответствующего агрегирования локальных математических описаний явлений и эффектов на основе раскрытых связей необходимо сформулировать полную математическую модель всего процесса в целом. Последняя должна отражать основные определяющие особенности протекания изучаемого процесса в условиях установившихся и неустойчивых режимов функционирования выпарной установки.

В мировой практике для концентрирования пульпы с целью получения пасты широко применяются тепловые аппараты. Принцип их работы основан на выпаривании влаги из продукта путем воздействия на него тепла.

В настоящее время существуют методики расчетов выпарной установки.

Результаты предварительных исследований математической модели процесса получения сахаросодержащих масс выпариванием позволили обосновать целесообразность использования однокорпусной вакуум-выпарной установки.

Структура взаимодействующих при выпаривании фугата сахаросодержащих масс фаз включает элементарные явления, возникающие при движении греющего пара и восходящего по нагреваемой стенке аппарата — пульпы сахаросодержащих масс [А]. Она включает в себя явления, протекающие эффекты и явления, происходящие в результате воздействия тепла глухого пара на пленку нисходящего потока пульпы, и отражает гидродинамическую обстановку в локальных объемах паровой и жидких фаз, а также в аппарате в целом.

Тепловой энергией пара в конструктивных элементах выпарной установки имеют место явления и эффекты следующего порядка. Водяной пар подается в аппарат через регулятор, в котором он подвергается дросселированию. Далее водяной пар, накапливаясь в греющей камере, охлаждается до температуры конденсации. Конденсация пара сопровождается образованием пленки конденсата в наружных стенках кипятильных труб аппарата. Явление передачи тепла греющего пара через пленку конденсата к стенке аппарата происходит благодаря теплопроводности. Передача тепла от стенки к продукту можно характеризовать теплопроводностью, а последнего к концентрированному раствору — теплоотдачей. В дальнейшем (за счет поглощения тепла, передаваемого водяным паром) раствор сначала нагревается, затем начинает кипеть. В результате испарения воды из кипящей пульпы сахаросодержащих масс наблюдается образование смеси паров воды раствора; концентрация обрабатываемого раствора повышается.

Сахаросодержащая масса в аппарате имеют место процессы следующего порядка. Слабый раствор с концентрацией a_0 , температурой t_0 и расходом G_1 поступает через регулирующий орган в пространство аппарата. Затем пульпа сахаросодержащих масс, полностью перемешивается с помощью перемешивающего устройства. При этом предотвращается появления загара. Концентрация дости-

гает значения a_2 при температуре кипения t_2 и остаточном давлении в ступени P_2 .

Таким образом, процесс выпаривания фугата сахаросодержащих масс сопровождается следующими явлениями и эффектами в аппарате:

по линии движения тепловой энергии греющего водяного пара: дросселирование пара в регуляторе → накопление пара в греющей камере → охлаждение пара до температуры ее конденсации → конденсация пара с образованием пленки → передача тепла посредством теплопроводности через пленку конденсата → передача тепла от пленки через стенки аппарата теплопроводности → концентрирование фугата сахаросодержащих масс в аппарате.

Математическая модель статики и динамики процесса концентрирования пищевых растворов в выпарных установках получена и исследована авторами работ [А].

Она включает:

— математическое описание процесса регулирования расхода греющего пара посредством исполнительного механизма — регулирующего клапана, установленного на линии греющего пара, с использованием для этого степени открытия клапана k и разности давлений в паропроводе P_1 и в греющей камере P_2 ;

$$D = \kappa \sqrt{P_1 - P_2} \quad (1)$$

В данном случае коэффициент κ характеризует проходное сечение сужающего устройства (регулирующего органа) и показателей пара (плотность, коэффициент сжимаемости и т. д.).

— математическое описание процесса конденсации пара в греющей камере, в виде:

$$t_k = f(P_2) \quad (2)$$

К теплообмену при идеальном смешении можно отнести элементарные процессы аппаратов, где температуры жидкости по всему объему будут близки. Процесс описывается математической моделью с сосредоточенными параметрами. Из уравнения теплового баланса:

$$\frac{dt_k}{d\tau} = \frac{1}{m_k c_k} (Q_0 - Q - \Delta Q) \quad (2)$$

Количество теплоты при накопления пара:

$$Q_0 = Di \quad (3)$$

i — энтальпия пара.

Количество теплоты при приходе пара:

$$Q = D_k c_k t_k \quad (4)$$

D_k — расход конденсата;

c_k — теплоемкость конденсата;

t_k — температура конденсата.

$$(17)$$

Количество теплоты при расходе конденсата:

$$\Delta Q = \alpha_1 F_1 (t_k - t_c) \quad (5)$$

α_1 — коэффициент теплопроводности

F_1 — площадь поверхности стенки теплообменника

t_c — температура стенки

Плотность и температура конденсации пара зависят от давления пара в греющей камере.

Температура конденсации водяного пара обычно имеет нелинейную зависимость

$$t_k = f(P) \quad (6)$$

В условиях работы теплообменных аппаратов в пищевой промышленности температуру конденсации водяного пара можно определить по уравнению

$$t = 86 + 0,15P, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

где P — давление в МПа.

В больших пределах изменения давления t_k можно аппроксимировать логарифмической зависимостью.

Таким образом, процесс в паровом пространстве, можно представить следующим в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} D = \kappa \sqrt{P_l - P_k} \\ \frac{dt_k}{d\tau} = \frac{1}{m_k c_k} (Q_0 - Q - \Delta Q) \\ Q_0 = Di \\ Q = D_k c_k t_k \\ \Delta Q = \alpha_1 F_1 (t_k - t_c) \\ t_k = f(P) \end{cases} \quad (8)$$

Как видно, описание динамики процесса конденсации, состоящее из двух описаний аperiodических звеньев, указывает на очень маленькое время переходного процесса. Поэтому в исследование динамики процесса аппаратов этот процесс можно описать моделью усилительного звена и включить в математическую модель более инерционных звеньев.

Для получения подтверждения достоверности теоретических выкладок при исследовании процесса проведены компьютерные исследования с использованием программы «MATLAB» выше приведенной моделью (рис.2).

Скорость накопления тепла стенки (т. е. изменение тепла стенки) зависит от разности притока и расхода тепла к стенке (уравнение теплового баланса), т. е.

$$\alpha_1 F_1 (t_k - t_c) = \alpha_2 F_2 (t_c - t) \quad (9)$$

где α_2 — коэффициент теплопередачи от стенки к сырью; F_2 — поверхность выпарного аппарата, t , t_k , t_c — температуры сырья, конденсата и стенки.

Парожидкостное пространство выпарного аппарата образует внутренняя часть аппарата, в котором происходит сложный процесс выпарки сырья, характеризуемый

непрерывным распределением его параметров (концентрации и температуры) по объему выпарного аппарата.

Структуру потоков смеси полупродукта в самом аппарате можно описать моделью идеального смешивания. В соответствии с принятыми предпосылками движение парожидкостной смеси, а аппарате периодическим перемешиваниям, потому что выпарка сырья сопровождается с перемешиванием. В этом случае математическое описание процесса выпарки сырья в парожидкостном пространстве описывается дифференциальным уравнением в частных производных, конкретный вид которого имеет следующий:

$$\frac{dQ_{нж}}{d\tau} = Q_o - Q - Q_{исп} + Q_{см} \quad (10)$$

Здесь

$Q_{нж}$ — количество теплоты парожидкостного пространства $Q_{нж} = mct + m_o \frac{a_o}{a} \left(1 - \frac{a_i}{a_{i-1}} \right) \cdot r$ (11)

a_o, a — начальные концентрации сырья и выпаренного продукта;

m_o, m — масса сырья и выпаренного продукта;

$c, c_{нo}$ — теплоемкость сырья и стенки аппарата;

Q_o — количество теплоты сырья $Q_o = m_o c_o t_o$ (12)

Q — количество теплоты выпаренного продукта

$Q = mct = \frac{a_o}{a} m_o ct$ (13)

$Q_{исп}$ — количество теплоты испаренной воды

$Q_{исп} = m_o \left(1 - \frac{a_o}{a} \right) i_T$ (14)

$Q_{см}$ — количество теплоты стенки аппарата

$Q = \alpha_2 F_2 (t_c - t)$ (15)

Изменения количество теплоты по времени

$$\frac{dQ}{d\tau} = \frac{m_o}{a} \left(a_o \cdot c \frac{dt}{d\tau} + i \frac{da}{d\tau} \right) \quad (16)$$

Здесь $a_o \cdot c \frac{dt}{d\tau}$ — изменения температуры по времени сырья;

$i \frac{da}{d\tau}$ — изменения температуры по времени выпаренной воды.

Объединив уравнения (10–16) в единую систему уравнений, получим математическую модель для процесса, протекающего в парожидкостном пространстве выпарного аппарата:

$$\begin{cases}
 \frac{dQ_{пж}}{d\tau} = Q_o - Q - Q_{ucn} + Q_{cm} \\
 Q_{пж} = mct + m_o \frac{a_o}{a} \left(1 - \frac{a_i}{a_{i-1}} \right) \cdot r \\
 Q_o = m_o c_o t_o \\
 Q = mct = \frac{a_o}{a} m_o ct \\
 Q_{ucn} = m_o \left(1 - \frac{a_o}{a} \right) i_T \\
 Q = \alpha_2 F_2 (t_c - t) \\
 \frac{dQ_{пж}}{d\tau} = \frac{m_o}{a} \left(a_o \cdot c \frac{dt}{d\tau} + i \frac{da}{d\tau} \right) \\
 t = f(P, a)
 \end{cases} \quad (17)$$

Математическое описание (17) характеризует нестационарное изменение концентрации и температуры парожидкостной смеси по объему аппарата и по времени при воздействии возмущения. Модель (17) представляет

интерес для исследования динамики процесса, протекающего в парожидкостном пространстве выпарного аппарата.

На схеме. 1 приложена обобщенная компьютерная модель процесса выпарки сахаросодержащих масс с применением программы MATLAB (MATrix LABoratory — матричная лаборатория).

Результаты компьютерного моделирования процесса выпаривания приложено на рис. 2.

Таким образом, в результате исследования на компьютерной модели исследуемого процесса, выявлены конкретные технологические режимы проведения и определены конструктивные параметры выпарной установки. Это позволило совершенствовать организацию процесса выпаривания сахаросодержащих продуктов.

Составляя математическую модель процесса выпарки был проведен подробный анализ этого процесса. В результате исследования на компьютерной модели исследуемого процесса, выявлены конкретные технологические режимы проведения и определены конструктивные параметры выпарной установки, которое позволило совершенствовать организацию процесса выпаривания.

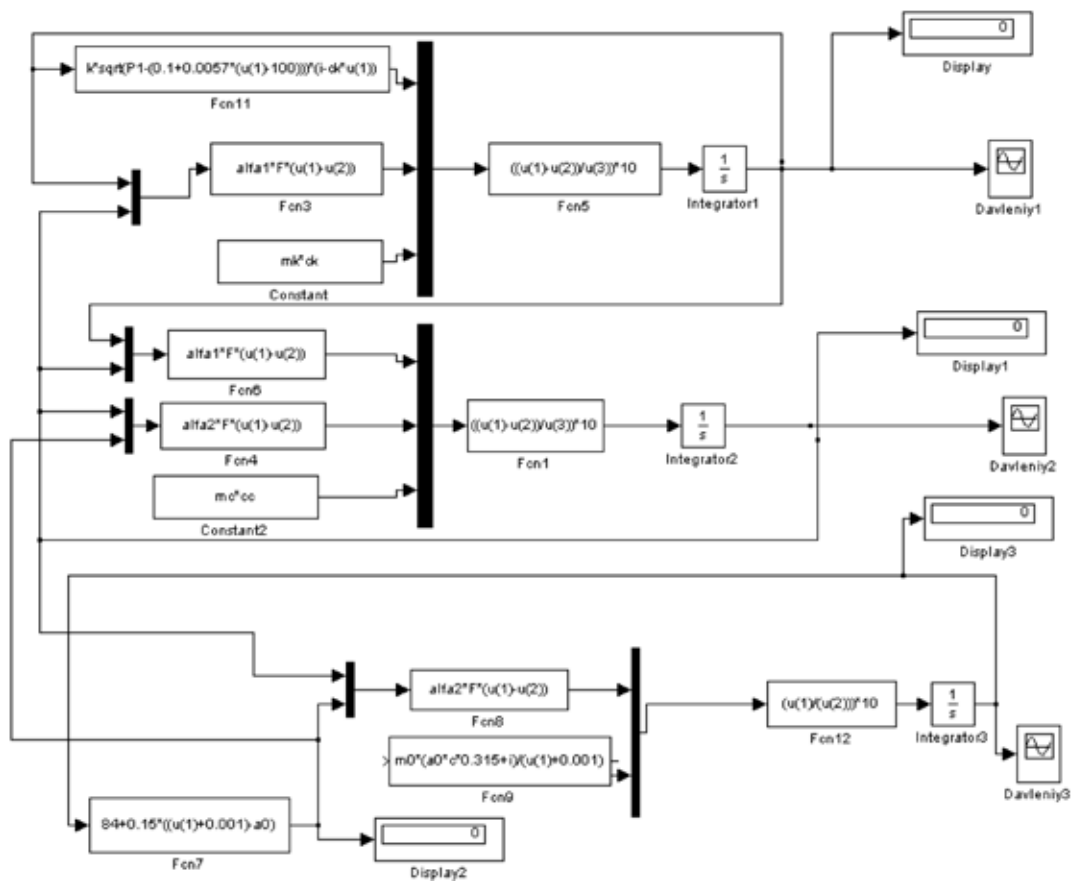


Рис. 1. Обобщенная компьютерная модель процесса выпарки сахаросодержащих масс

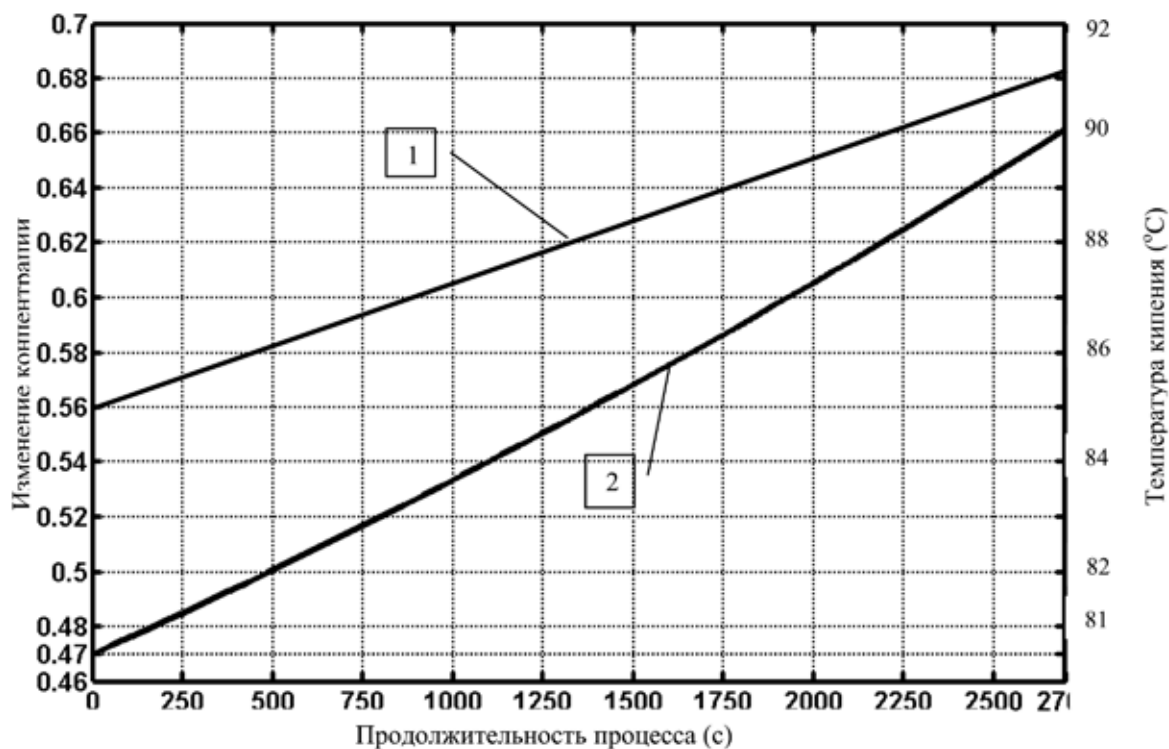


Рис. 2. Изменения концентрации сахаросодержащих масс процессе выпаривание

Литература:

1. Асмаев, М.П., Корнилов Ю.Г. Моделирование процессов пищевых процессов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1992. — 176 с.
2. Остапчук, Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств. — Киев: Выща школа, 1991. — 367 с.
3. Кавецкий, Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. Учебник для группы специальностей «Технология продуктов питания» высших учебных заведений. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1999. — 551 с.
4. Ахметов, К.А., Исмаилов М.А. Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. -Ташкент: Фан, 1993. — 95 с.
5. Патент №.IAP 03289. Способ приготовления повидло. Ш. Атаханов, Р. Хожиев, Х. Қаноатов, А. Артиков.

The methodological procedures using for disabled women' social needs analysis

Бабенко Лиана Григорьевна, магистрант;

Котлярова Виктория Валентиновна, кандидат философских наук, доцент;

Савельева Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;

Дмитриенко Надежда Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета (г. Шахты, Ростовская область)

This article discusses the application of methodological procedures for the analysis of the social needs of women with disabilities by means of designing special clothing.

Key words: *methodology, methods of cognition, women with disability, adaptive clothes, harmonization, «gold section».*

A modern Russia, the target of this social integration is making «society for everyone», where each person with his own rights, responsibility and health status plays an active part. The women activity with special needs and disability is a current problem of modernity, that's why it needs to be reviewed in the context of social adaptation development processes. An important factor of successful socialization and rehabilitation of these women and also their integration to the modern society is understanding and recognition not only the condition of these people, but also they have had arising special social problems and needs [1, c. 83]. Sometimes it is not so easy to be in normal psychophysical condition for disabled person. The cut of one's jib plays a great part in it, especially it is important for woman. For disabled woman is very difficult to find comfortable clothes which can warrant safety staying for a long time in a wheel chair. But it is more difficult to find aesthetically attractive clothes.

There is an actual problem of practice methodological procedures to get valid and reliable analysis research of disabled woman social needs for explanation the reason of adaptive aesthetically harmonized clothes design process with harmonization laws and «gold section» principals in the marked objectives context. Improving of harmonious image of a woman, who is in a wheel chair is possible by the reason of making harmonized clothes and also removing disadvantages of form, these disadvantages are effects of health problems which are leading to disability.

Scientific examination — is a creative process, there is no cognition methods of knowledge which were defined before. But, it would be not right, to think that the list of methods can be created arbitrary, at the discretion of a studier. It defends method by practical interaction between subject (studier) and object of study. But only an interaction between subject and object is not enough for effective using of method. We need objective knowledge about subject of study. The specificity and complexity of study in our work is that the object of the study is disabled women, their household and social needs with interconnection with environment.

To reach the target which was defined earlier, there were done some sociological studies [2, c. 42], these studies are based on questionnaire of three groups of respondents —

women who have dexterity impairment (75%); people who take care about them (15%), and also medical staff who works with disabled people (10%). These studies took part at the same specialized agencies [2, c. 40]. For detection preferences of the respondents in questions about colour, there were offered visual material with colour lines, colour circle, samples of materials.

The market analysis of clothes which is using by disabled women who needs wheel chair for moving [3, c. 58], has shown that there are more regular home clothing in their wardrobe, as a rule this is «unisex style» with dark colour-grade (black, blue, gray, brown colours). There was found an influence of colour on social and personal rehabilitation of disabled people in terms of examinations, communication with specialists in sphere of psychology, rehabilitation medicine, suit design, selected group of people and also sources of literature analysis [4, c. 22]. Also there was given a hypothesis about influence of clothes colour-grade on disabled women's mental depression compensation. It was supposed, that proper colour-grade selection can help to solve many following problems: to create a rational wardrobe according to different situations; to create adaptive aesthetically attractive, proportionally balanced clothes; development of the recommendations to determine balanced compositional center of suit; cost cutting for wardrobe renewal by proper colour clothes layout.

According to these social, anthropometrical studies, «the day's photos» [2, c. 38] there was studied the woman's form position in the wheel chair. There is a material as a result and this material analysis helped to determine clothes' divisions, which are «under the necessity». These necessary divisions during clothes design process for disabled women are: division of sleeve's details on an elbow line level; division of waist clothes on the hips line level; division of skirt and trousers' parts on the knee line level; side seams moving for shoulder and waist clothes to the front side parts.

Also, during the studies, that were made before, there were found some clothes areas, in these areas to use structural and decorative elements is undesirable. For shoulder clothes — this is the lower (elbow) part of sleeve, and also area of front and back parts from the side seam to the center of chest (on front parts) to elbow level on back parts (waist

gore). For waist clothes — there are areas of outer part of shin and hip from waist line to pelvis line.

Then, to determine harmonic proportioning was used basic rectangle with women' forms which were written inside. The subjects of the analysis were digital models of typical figures of women with still natural condition (standing position) — group of conditionally healthy women, and digital models of these women' figures in wheel chairs (sitting position) [6, c. 16]. These models were made by photos digitalization.

There were found changing of external proportions of woman in staying position and sitting position in wheel chair. Changes were found during determining length and width ratio of «basic rectangle». The following data were obtained — average ratio of length and width of «basic rectangle» of woman's form in staying position is 1:4, whereas the same ratio for women in wheel chair in sitting position is 1:2. There is a reduction of proportions of height by two times. Wheel chair availability makes additional visible widening of lower part of the form breadthwise because of wheel chair's parts come forward (wheels and armrests) on the average in 1,54 times. In order to develop not only the rational constructive design, but also garments which are made according to harmonization laws, it was suggested to use «gold section» principals [7, c. 31] for structural divisions determination of the location.

«Gold section» proportion — is a special case of a geometrical progression with $F=1,618$, each part of which is the sum of the previous two, since the third [7, c. 32].

The visual and graphical analysis of disabled women' forms, which are in wheel chair, have shown that the most visible are the following details of the clothes: front, front part of sleeve, front parts of waist clothes. There are sections of rational structural and decorative elements spreading, these elements were determined in terms of quality parameter and requirements to adaptive clothes, which were made before, including safety parameters. The rational position of structural and decorative elements are front sections in shoulder clothes, located at a distance of 6 cm below the shoulder seam to 10cm above the hips line, and also section on the waist line; on sleeve — top part (front part of sleeve); in waist clothes — sections of front parts from hip line to knee line [8, c. 19]. At the same tome the central part of the leg from knee line to lower line is important for determining the proportional harmonization of the garment in general.

Under the graphical analysis of the forms under considering contingent, who are in wheel chairs, it was found that woman in sitting position has form proportion which is out of «gold section», it means that to harmonize precipitation of it is necessary due to right clothes proportioning. It was decided by graphical analysis of forms image, to use illusions properties to create proper aesthetically harmonized image of woman, who is in wheel chair.

Visual illusions is a classical method in design and styling of the suit, it allows us to change a visual perception of suit, in the same way, visually «to change» details sizes. It is recommended to use visual illusions, that allow «to pull» a silhouette of the customer, this recommendation is based on studies results and also with a wish to change the forms proportions of disabled women, who are in wheel chairs in vertical direction. That is — illusion of «dividing in half», «illusion of converging and diverging lines», illusion of «full and empty spaces», illusion of «sharp angles».

The colour of the clothes is not unimportant factor. During the analysis of the sociological studies [2, c. 40], it is possible to suggest the following hypothesis about the psychophysiological disabled woman condition influence on choice of colours for clothes materials. The negative influence of environment, forced limitation of life activity, monotony and sameness of actions, because of disability on psychological level, makes women to choose cold, life affirming shades, natural colour of water and grass — blue and green. At the same, immobility and blood supply disturbance of lower limbs lead to average rate reduction of thermal behaviour of body in local areas. In subconscious mind, disabled women chose warm colours, including sensitive orange-red colour, which means hankering to «warming» in subconscious [9, c. 98].

In such way, during the multicenter studies and as a result of special literature studies, the material was obtained. The analysis of this material allowed to prove practicability of chosen colours using and these colours' shades as recommendations for adaptive clothes making for disabled women [9, c. 99].

The list of casual and business adaptive aesthetically harmonized models clothes for average age group of disabled women was developed on the basis of chosen ways of visual illusions and recommendations for constructive and aesthetic creation of adaptive clothes, which were proposed before. [10, c. 180], [11, c. 173].

References:

1. Котлярова В.В. Современный ценностный кризис и поиск общечеловеческих ценностей / В.В. Котлярова // Гуманитарные и социальные науки. — 2011. — № 2. — С. 80–85.
2. Холостова В.В. Определение предпочтений в одежде женщин с ограниченными двигательными возможностями / В.В. Холостова, Н.Ю. Савельева, А.А Савельева, И.Н. Садышева, Я.А. Дергулов // Текстиль, одежда, обувь, средства индивидуальной защиты в XXI веке: III Междунар. науч.-пркт. конф. (2012 ; Шахты). С.38–44.
3. Холостова В.В. Маркетинговые исследования ассортимента адаптивной одежды для женщин с ограниченными возможностями здоровья / В.В. Холостова, А.А. Савельева, Н.Ю. Савельева // Международная научно-практическая конференция «Тенденции и перспективы развития современного сервиса», 19 сентября 2012 г. :материалы / редкол.: А.Г. Сапронов [и др.]. — Шахты: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2013. — 117с, с 58.

4. Алиева Н.З. Физика цвета и психология восприятия: Учеб. Пособие / Н.З.Алиева. — Шахты: Издательство ЮРГУЭС. — 2002. — 76с.: ил., табл.
5. Иоханнес Иттен. Искусство цвета. Издательство Д. Андронов. 95с.
6. Савельева Н.Ю., Холостова В.В., Скуртол М.В., Бабенко Л.Г. Разработка концептуальной схемы процесса проектирования поясной адаптационной одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями. // Швейная промышленность. — 2013. — № 4. — С. 16–18.
7. Куренова С.В., Савельева Н.Ю. Конструирование одежды — Изд. 3-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2005. — 477, [1] с.: ил. — (Высшее образование)
8. Савельева Н.Ю., Холостова В.В., Гнездилова В.Б. Разработка рациональной конструкции адаптационной юбки для женщин с ограниченными двигательными возможностями // Швейная промышленность. — 2013. — № 4. — С. 18–19.
9. Бабенко Л.Г., Савельева Н.Ю. Использование цвета в одежде для нормализации психофизического состояния женщин с ОДВ в процессе их реабилитации / Актуальные проблемы гуманитарных наук. Сборник научных трудов. Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственной технической академии» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ). Шахты, 2014. С. 97–99
10. Холостова В.В. Определение цветовых предпочтений в адаптационной эстетически гармонизированной одежде для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Холостова В.В., Савельева Н.Ю., Бабенко Л.Г. // «Текстиль, одежда, обувь, средства индивидуальной защиты в XXI веке»: IV Междунар. науч.-пркт. конф. (2013; Шахты) г.Шахты Рост. обл. (ИСОиП (филиал) ДГТУ) С. 173–180.
11. Холостова В.В. Использование зрительных иллюзий при разработке модельных конструкций адаптационных комплектов одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями / Холостова В.В., Савельева Н.Ю., Гнездилова В.Б. // IV Международная научно-практическая конференция «Текстиль, одежда, обувь, средства индивидуальной защиты в XXI веке», 18–19 апр. 2013г. ; материалы / редкол.: И.Ю. Бринк [и др.]. — Шахты ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2013. — 228с., 167 (С.168–173)

Выбор пенообразователя и стабилизатора при получении материалов ячеистой структуры

Базин Владлен Владимирович, студент;
Самошина Екатерина Николаевна, кандидат технических наук, доцент;
Самошин Андрей Павлович, кандидат технических наук, доцент;
Шитова Инна Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В статье приводятся экспериментальные данные по влиянию пенообразователей и стабилизаторов на технологические свойства пены при получении материалов ячеистой структуры. После проведенного сравнительного анализа пенообразователей и стабилизаторов, осуществлен выбор пенообразователя марки ПБ-2000, а наиболее эффективным стабилизатором из исследуемого ряда сульфат алюминия, полиакриламид (ПАА) и карбамидно-формальдегидная жидкость, оказался полиакриламид.

Ключевые слова: пенообразователь, стабилизатор, кратность и устойчивость пены, ячеистые материалы

При изготовлении ячеистых материалов традиционно применяются пенообразователи на основе гидролизатов белков, а также пенообразователи на основе анионных синтетических поверхностно-активных веществ.

В данной работе исследовано влияние пенообразователя ПБ-2000 и ПО-6ТС на кратность и устойчивость пены (табл. 1 и рис. 1). По результатам исследований для получения пенокерамобетона ими был выбран ПБ-2000.

Для обеспечения набора прочности ячеистого сырца при получении пенокерамобетона до обжига предполагается использование ШПЦ. Предполагалось, что, не-

смотря на существующую закономерность снижения прочности цементных композиций при их нагреве до температур, соответствующих обжигу керамической составляющей материала [1,2,3], относительно высокая остаточная прочность дегидратированного цементного камня на ШПЦ будет способствовать получению ПКБ с оптимальными механическими показателями. Кроме аддитивного влияния цементной составляющей на прочность ПКБ предполагалось также, что присутствие в шлаке большого количества стеклообразующих окислов позволит интенсифицировать процесс образования прочной керамиче-

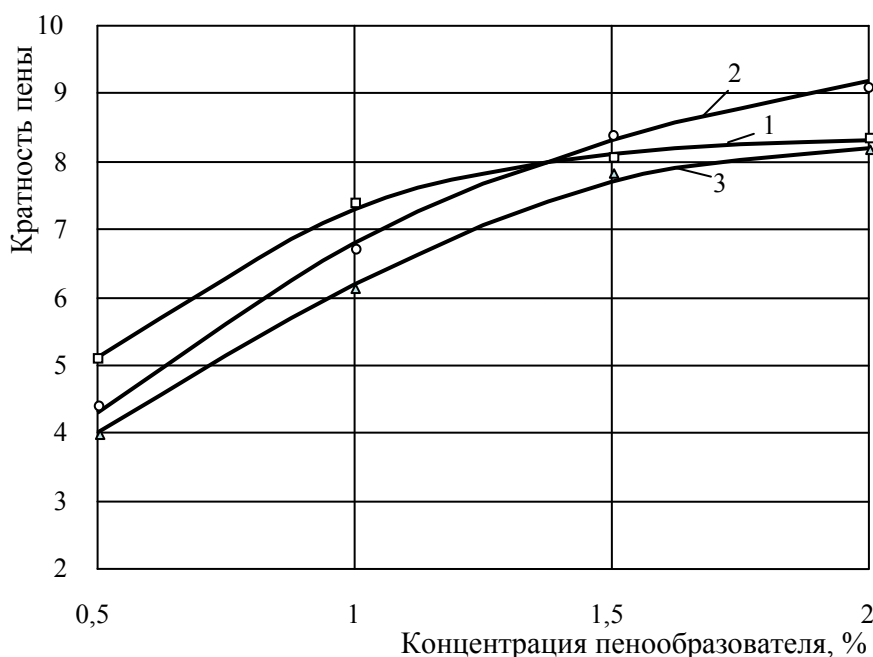


Рис. 1. Влияние концентрации пенообразователей на кратность пены: 1— ПБ-2000; 2 — Пеностром; 3 — ПО-6ТС

ской составляющей разрабатываемого ячеистого материала и уменьшить расход тепловой энергии на обжиг.

Однако, как показали предварительные исследования, пенобетонная смесь, включающая шлакопортландцемент, оказалась недостаточно стабильной. Например, как видно из табл. 2 и рис. 2, добавка шлакопортландцемента значительно ухудшает свойства пены: кратность пены снижается, водоотделение возрастает.

Для повышения устойчивости пены обычно используют различные стабилизаторы. Известно [5,6], что в качестве стабилизаторов используют добавки известкового молока, сернокислого алюминия, сернокислого железа и других

веществ. Поскольку кроме поверхностно-активного вещества в состав технических пенообразователей входят другие компоненты (серная и сернистая кислоты, антифризы, гидрофильные коллагены и т.д.), в каждом конкретном случае необходимо проводить дополнительные экспериментальные исследования для обоснования выбора вида и количества стабилизатора. С этой целью было изучено влияние некоторых минеральных и органических стабилизаторов на устойчивость пен, получаемых из пенообразователей ПБ-2000 и ПО-6ТС. В качестве стабилизаторов использовали сульфат алюминия, полиакриламид и карбамидно-формальдегидную жидкость. Резуль-

Таблица 1. Влияние пенообразователей на водоотделение пены

Наименование пенообразователя	Водоотделение из пены (0,5% пенообразователя), %, через				
	2 мин	4 мин	6 мин	8 мин	10 мин
ПБ-2000	10,1	20,6	29,4	37,7	46,1
ПО-6ТС	22,6	47,1	67,7	83,4	93,2
Пеностром	21,6	47,1	71,6	85,4	92,2

Таблица 2. Влияние минеральных добавок на кратность пены

Наименование добавки	Концентрация добавки, %	Раствор пенообразователя, 1%	
		ПБ-2000	ПО-6ТС
—	—	7,3	6,2
ШПЦ	10	5,1	4,9
Опока	10	6,1	5,9
Диатомит	10	6,8	6,2
ШПЦ	1,5	5,6	5,5
Опока	8,5		

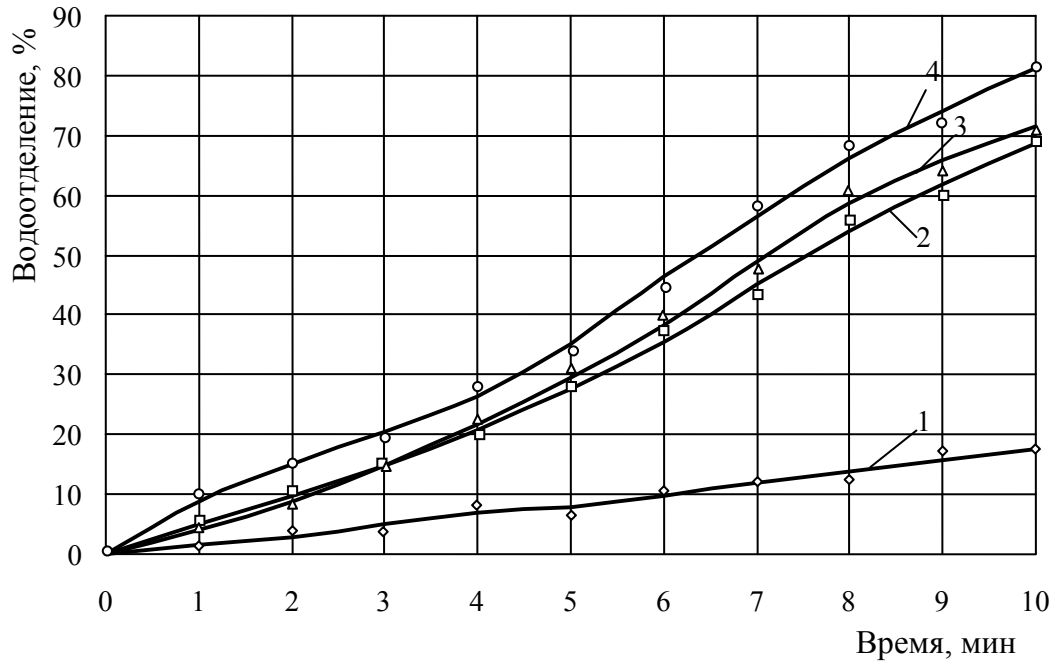


Рис. 2. Влияние ШПЦ на водоотделение пены, полученной из 1% водного раствора пенообразователя: 1 — ПБ-2000; 2 — ПБ-2000+10% ШПЦ; 3 — ПО-6ТС; 4 — ПО-6ТС+10% ШПЦ

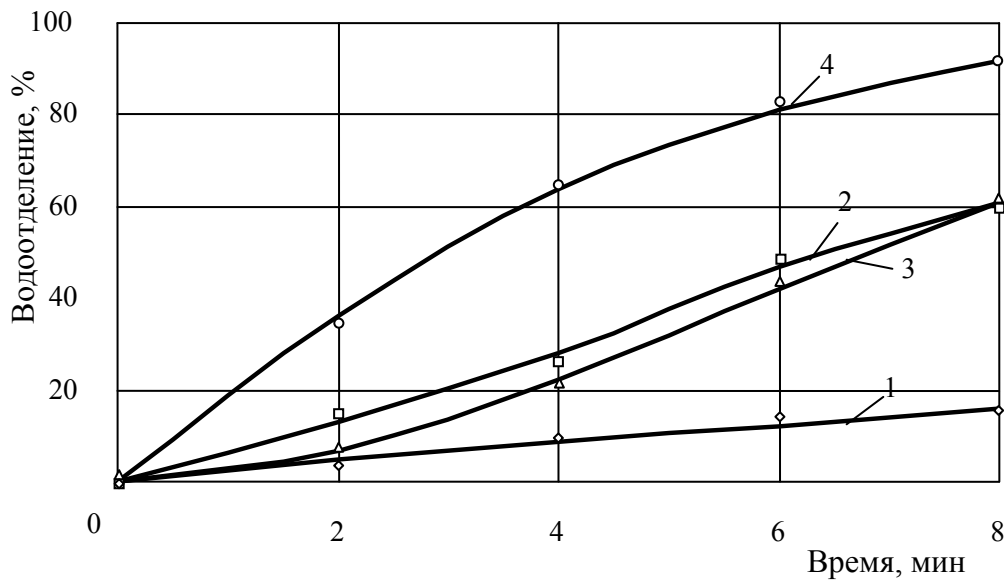


Рис. 3. Влияние добавки Al₂(SO₄)₃ на устойчивость пены: 1—1% ПБ-2000; 2 —1% ПБ-2000+1% Al₂(SO₄)₃; 3—1% ПО-6ТС; 4—1% ПО-6ТС+ 1% Al₂(SO₄)₃

таты экспериментов представлены на рис. 3..6. и табл. 3. Концентрации ПБ-2000 и ПО-6ТС даны без пересчёта на сухое вещество.

Анализ экспериментальных данных показывает, что все использованные стабилизаторы значительно изменяют основные свойства пены, полученной из растворов ПБ-2000 и ПО-6ТС. Как следует из рис. 3..6. и табл. 3, добавки карбамидно-формальдегидной жидкости и поли-

акриламида улучшают свойства пены по показателям устойчивости и кратности, а добавки сульфата алюминия ухудшают устойчивость и кратность пены. Например, добавки 0,5% ПАА и КФЖ снижают водоотделение пены (через 8 минут), полученной из 0,5% раствора ПБ-2000, соответственно на 43,5 и 29,7%, тогда как введение 1% добавки сульфата алюминия через 8 минут почти в 4 раза повышает водоотделение пены, полученной из 1% рас-

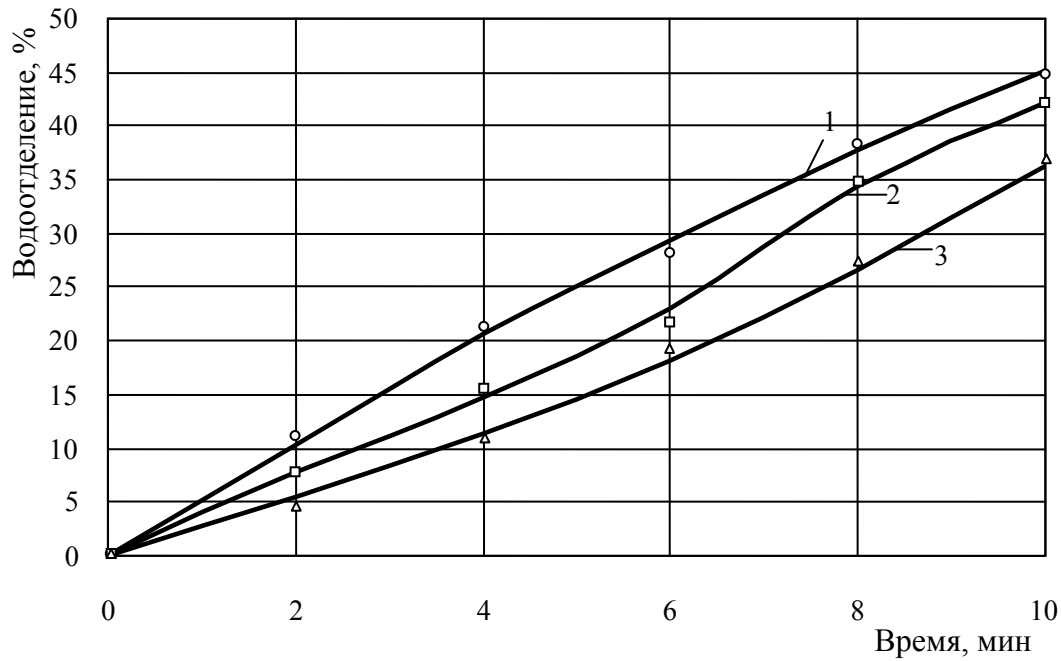


Рис. 4. Влияние добавки КФЖ на водоотделение пены (0,5% раствор ПБ-2000): 1 — без добавок; 2—0,25%; 3—0,5%

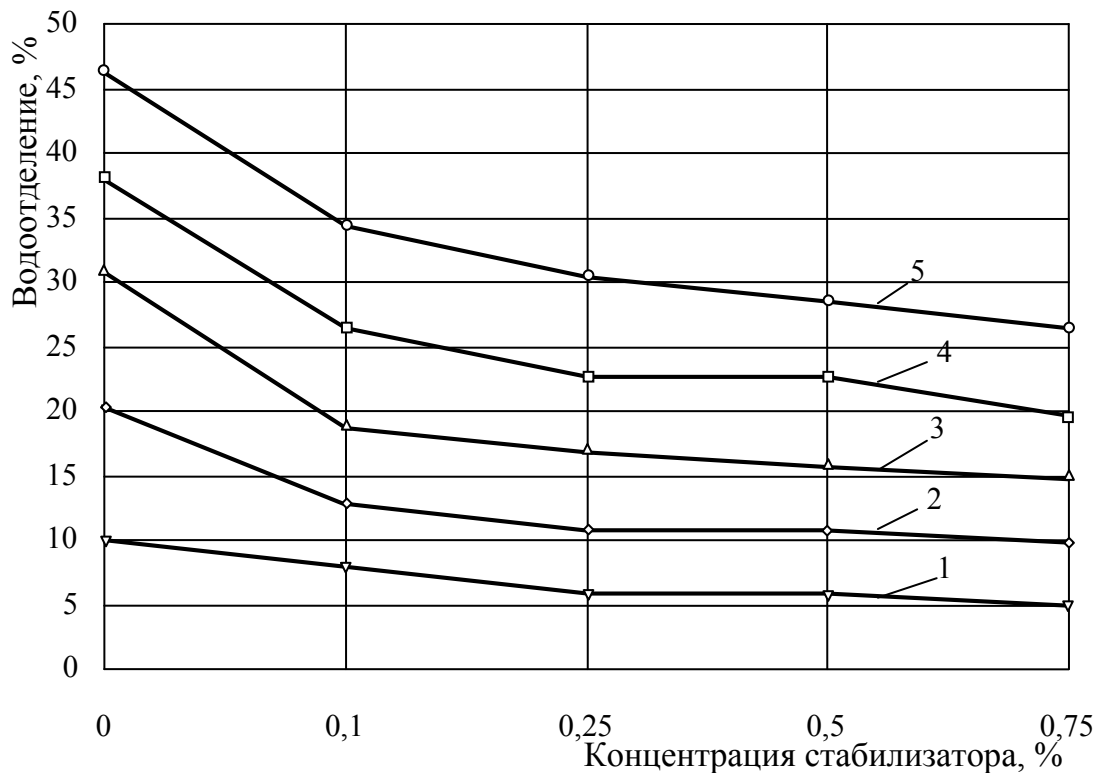
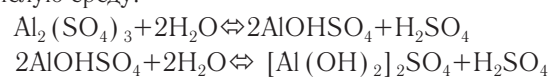


Рис. 5. Влияние добавки ПАА на водоотделение пены (0,5% раствор ПБ-2000) через: 1—2 мин; 2—4 мин; 3—6 мин; 4—8 мин; 5—10 мин

твора ПБ-2000. Последнее обстоятельство объясняется, по-видимому, реакциями взаимодействия добавки сульфата алюминия с составляющими компонентами используемых пенообразователей. Кроме того, сульфат алюминия, являясь солью слабого основания и сильной

кислоты, создаёт в водном растворе вследствие гидролиза кислую среду:



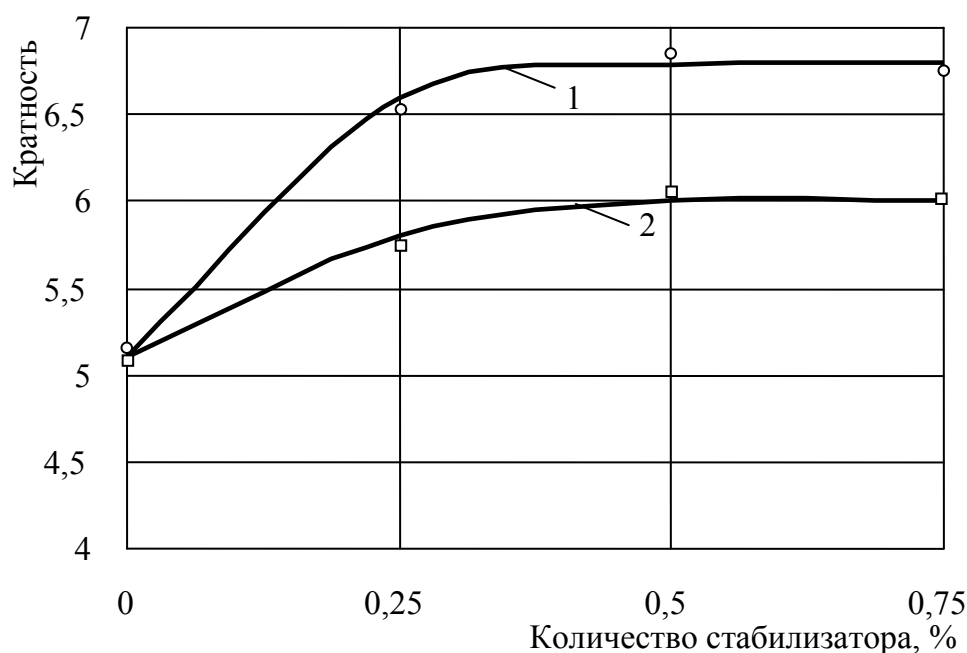


Рис. 6. Влияние количества стабилизатора на кратность пены (0,5% раствор ПБ-2000): 1 — ПАА; 2 — КФЖ

Таблица 3. Влияние концентрации пенообразователя и стабилизатора на водоотделение пены

Наименование пенообразователя и стабилизатора	Концентрация, %	Водоотделение, (%), через				
		2 мин	4 мин	6 мин	8 мин	10 мин
ПБ-2000	0,5	10,1	20,6	29,4	37,7	46,1
ПБ-2000	1,0	4,9	10,1	15,1	20,7	26,5
ПБ-2000	1,5	0,8	4,9	6,9	9,8	12,7
ПБ-2000	2,0	0,6	3,9	6,9	8,8	10,8
ПБ-2000 КФЖ	0,5 0,25	7,85	14,7	23,0	34,3	42,2
ПБ-2000 КФЖ	0,5 0,5	5,5	11,3	18,2	26,5	36,3
ПБ-2000 ПАА	0,5 0,25	5,9	10,8	16,7	22,6	30,4
ПБ-2000 ПАА	0,5 0,5	5,9	10,8	15,7	21,3	28,5

Это приводит к снижению водородного показателя (рН) раствора пенообразователя и переводу растворимых солеобразных ПАВ в менее растворимые органические кислоты, что приводит к ухудшению свойств получаемой пены:



На рис. 7. показано влияние добавок стабилизаторов КФЖ и ПАА на устойчивость пенной массы, содержащей пенообразователь и ШПЦ. Экспериментальные данные показывают, что в присутствии стабилизатора пенная масса становится более устойчивой, процесс водоотделения значительно замедляется, особенно в том случае, когда ста-

билизатором является полиакриламид. Например, если через 10 мин водоотделение пенной массы без добавки стабилизатора составляет 69 %, то с добавками КФЖ и ПАА, соответственно, 47 и 30 %.

Как показали исследования, улучшение технологических свойств пены в присутствии добавок стабилизаторов ПАА и КФЖ связано, в основном, с их способностью увеличивать вязкость пены за счёт образования пространственных сетчатых структур [4], а также с преимущественной адсорбцией стабилизатора на поверхности минеральных компонентов.

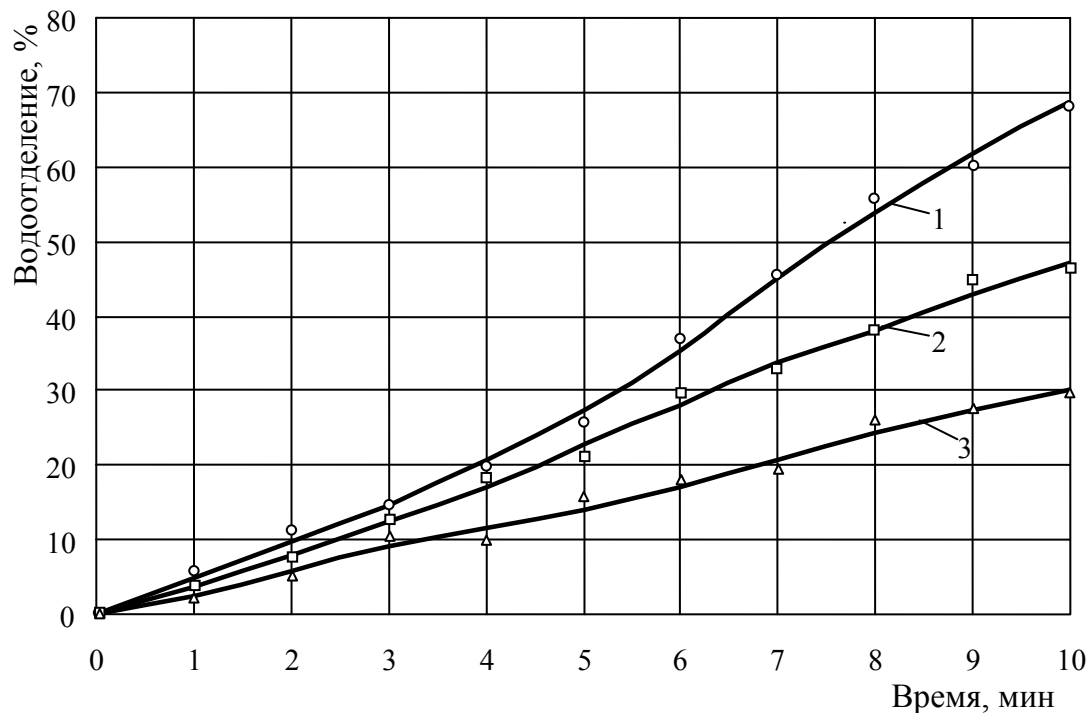


Рис. 7. Влияние добавок стабилизаторов на водоотделение пеномассы (0,5% раствор ПБ-2000, 10% ШПЦ):
 1 — без добавок; 2—0,5% КФЖ; 3—0,5% ПАА

Литература:

1. Горлов, Ю.П. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы [Текст]/Ю.П. Горлов, Н.Ф. Ерёмин, Б.У. Седунов. — М.: Стройиздат, 1976. — С. 192.
2. Некрасов, К.Д. Лёгкие жаростойкие бетоны на пористых заполнителях [Текст]/К.Д. Некрасов, М.Г. Масленникова. — М.: Стройиздат, 1982. — С. 94–106.
3. Некрасов, К.Д. Развитие технологий жаростойких бетонов [Текст]/К.Д. Некрасов // Новое в технологии жаростойких бетонов. — М., НИИЖБ, 1981. — С. 3–11.
4. Николаев, А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе [Текст]/А.Ф. Николаев. — Ленинград: «Химия», 1966. — 768 с.
5. Петров, Г.С. Нефтяные сульфокислоты и их техническое применение [Текст]/Г.С. Петров, А.Ю. Рабинович. — М., 1932.
6. Розенфельд, Л.М. Алюмосульфатный пенообразователь для производства пенобетона и пеносиликата [Текст]/Л.М. Розенфельд, А.Т. Баранов/В кн. Сборник материалов по обмену опытом. Новое в производстве строительных материалов. Дориздат, 1954.

Современное геодезическое обеспечение внедрения трехмерного лазерного сканирования в строительстве

Балшикеева Карлыгаш Сериковна, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В данной статье рассматриваются проблемы и перспективы применения лазерного сканирования при решении инженерных задач, при использования современных инновационных технологий в строительстве.

Ключевые слова: лазерное сканирование, строительство, проектирование, технология.

Modern geodetic enable the introduction of three-dimensional laser scan in construction

K. S. Balshikeyeva
Karaganda state technical university

This article discusses the use of modern technologies in construction. The relevance of laser scanning to solve engineering problems.

Keywords: laser scanning, construction, engineering, technology

Геодезические работы являются составной частью процесса строительного проектирования, и следовательно геодезическое сопровождение представляют собой комплекс измерений, вычислений и построений в чертежах и натуре, при этом обеспечивается правильное и точное размещение зданий и сооружений, их конструктивных элементов в соответствии с параметрами строительного проекта и требованиями СНиПов.

В последнее время при строительстве автомобильных дорог, зданий и сооружений, в Казахстане все большее применение находит технология лазерного сканирования с помощью тахеометров всемирно известных фирм Leica, Topcon, Nikon, Trimble, Sokkia.

Во время проектирования и строительства дорог, а также придорожных зданий и сооружений требуется представление о данных, которые наиболее точно и в полном объеме описывают рельеф, расположение будущих частей зданий и сооружений. Как отмечает А. Фрейдин, «использование традиционных для геодезии методов и инструментов позволяет решать большинство задач, однако существуют ограничения, связанные с тяжелыми условиями видимости, со скоростью сбора и обработки, получаемых при помощи электронных тахеометров данных» [1], что подтверждается при строительстве дорог в сложных климатических условиях Казахстана.

Использование лазерного сканирования при съемке дорог в городских условиях и на междугородних трассах Казахстана, делает во многом работу геодезиста безопасной, по сравнению с измерениями, проводимыми оптическими средствами (тахеометрами), когда необходимо размещать вехи на проезжей части осложняет работу.

«На узкой двухполосной дороге с небольшим движением эту проблему можно решить, но при выполнении изысканий на многополосной магистрали с плотным движением транспорта не представляется возможным, и здесь лазерное сканирование является самым надежным способом съемки, качество съемки при использовании сканера повышается в тысячи раз, можно получить подробную (до сантиметров) цифровую модель дорожного покрытия в полигональном виде» [2].

Во время лазерного сканирования автомобильных дорог отчетливо отображается на дисплее информация о деформациях, повреждениях дорожной одежды, трещинах, которые можно сравнить с проектными данными и выявить геометрические ошибки. Работа с традиционными средствами, в частности, нивелиром предполагает точность работы, но отсутствует подробная модель проезжей части, учитывающей небольшие просадки и другие дефекты в силу того, что точек съёмки недостаточно мало.

Появление GNSS-технологий и безотражательных тахеометров при строительстве зданий, автомобильных дорог в Казахстане, позволяют получить точные координаты местоположения точек, и является важным технологическим прорывом в области геодезических измерений. В тоже время, применение спутниковых геодезических приемников и безотражательного тахеометра не позволяет с максимальной точностью описывать объект съемки и строить полноценную цифровую модель, т.к. координатные данные, хотя и точны, но слишком разрежены.

Для получения точной и наиболее полной информации об объекте, лазерное сканирование на данный момент, является одним из самых оперативных и высокоточных средств.

«Суть технологии сканирования заключается в определении пространственных координат точек объекта. Процесс реализуется посредством измерения расстояния до всех определяемых точек с помощью фазового или импульсного безотражательного дальномера. Измерения производятся с очень высокой скоростью — тысячи, сотни тысяч, а порой и миллионы измерений в секунду» [3].

Управление работой прибора осуществляется с помощью портативного компьютера с набором программ или с помощью панели управления, встроенной в сканер. В большинстве случаев, во время строительства автомобильных дорог в Казахстане, используются приборы со встроенными панелями управления в сканер из-за их компактности и мобильности. Полученные в результате работы координаты точек накапливаются в базе данных сканера, создавая так называемое облако точек.

Сканер имеет определенную область обзора, или так называемое «поле зрения». Сканирование исследуемых объектов осуществляется с помощью встроенной цифровой фотокамеры, или по результатам предварительного разреженного сканирования. Изображение, получаемое с помощью цифровой фотокамеры, передаваемое на экран компьютера, позволяет оператору осуществлять визуальный контроль ориентирования прибора, и отмечать необходимую область сканирования.

Благодаря своей универсальности и высокой степени автоматизации процессов измерений лазерный сканер является не просто геодезическим прибором, это инструмент оперативного решения самого широкого круга прикладных инженерных задач.

Технология лазерного сканирования открывает целый ряд новых, ранее недоступных возможностей, связанных с использованием современных компьютерных технологий. Получаемые результаты в форме трехмерной модели можно быстро передвигать, масштабировать и вращать, возможно также виртуально исследовать изображение с последующей записью и сохранением в стандартный мультимедийный файл для дальнейшей демонстрации. Полного представления об объекте, которое дает лазерное сканирование, не может дать ни один другой метод.

Лазерное сканирование предполагает также возможность получения информации и документов в привычном виде, т.е. в виде чертежей профилей, поперечников, планов или схем. Обмен через общепринятые форматы

графических данных позволяет свободно встроить технологию лазерного сканирования в схему уже используемого программного обеспечения.

Высокая производительность и оперативность процесса лазерного сканирования с возможностью оперативного контроля полевых измерений позволяет решать задачи по предупреждению различного рода аварий.

Лазерное сканирование, в отличие от традиционных геодезических измерений позволяет получить с минимальной детальностью в 1–2 см. цифровую модель всего объекта, а не его отдельных частей. Большое количество проводимых измерений в строительстве автомобильных дорог позволяет получить наиболее достоверные данные, особенно о местах, труднодоступных для съемки традиционными способами. Во время съемки объектов традиционными методами, большое количество отдельных объектов приводят к неизбежным ошибкам. Материалы, полученные при лазерном сканировании, несут в себе более полную информацию об объекте съемки.

Как отмечают Рысбеков К. Б. и Амиров Ж. И., «учитывая стремительное развитие и дополнительные возможности, которые представляют подобные технологии, используемые для создания трехмерных моделей объектов, топографических планов сложных загруженных территорий, значительно повышает производительность труда и уменьшает затраты времени. Разработка и внедрение новых технологий производства инженерно-геодезических работ, всегда велась с целью сокращения сроков полевых работ. Можно с уверенностью сказать, что лазерное сканирование полностью отвечает этому принципу» [4].

И, необходимо отметить, что лазерное сканирование, применяемое в строительстве различных сооружений в данный момент в Казахстане, наиболее эффективный, и прогрессивный метод сбора пространственной информации. Технология лазерного сканирования открывает новые возможности в строительстве и дает необходимую информацию для развития современного метода трехмерного проектирования.

Таким образом, с каждым годом использование технологии лазерного сканирования охватывает все больше сфер деятельности и невозможно в современный период без них обойтись, когда поставлена грандиозная задача по строительству автомобильных дорог и различных объектов на уровне мировых стандартов.

Литература:

1. http://www.gfk-leica.ru/tehnologii/lazernoe_skanirovanie/, Александр Фрейдин «Новый Уральский строитель» № 3 (110) — 2011.
2. <http://trimetari.com/ru/projects/17>
3. http://www.gfk-leica.ru/tehnologii/lazernoe_skanirovanie/, Александр Фрейдин «Новый Уральский строитель» № 3 (110) — 2011.
4. Рысбеков, К. Б., Амиров Ж. И. Современные геодезические технологии для быстрой и эффективной съемки. / Достижения высшей школы-2011. Чешская Республика: Publishing House «Education and Science» s. r. o., г. Прага. 2011

Совершенствование технологии переработки цыплят-бройлеров (патентный поиск)

Бектасова Самал Сериковна, магистрант;

Асенова Бахыткуль Кажкеневна, кандидат технических наук, профессор
Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Птицеводство, как наиболее динамичная и наукоемкая отрасль агропромышленного производства является одним из важнейших источников пополнения ресурсов продовольствия. Продукция этой отрасли отличается не только высокими потребительскими свойствами, но и доступностью в сравнении с другими продуктами животного происхождения [1–9]. Поэтому развитию птицеводства и увеличению производства яиц и мяса птицы уделяется повышенное внимание в большинстве стран мира. Птицеводство во всем мире продолжает свое интенсивное развитие, становясь для многих стран основным поставщиком диетических продуктов питания. Доля мяса птицы в общем объеме всех видов мяса в настоящее время составляет 26%, а в отдельных регионах до 40%. В настоящее время птицеводство сохраняет перспективу дальнейшего развития и способность быстро и с минимальными потерями обеспечить в кратчайшие сроки потребительский рынок достаточно продуктами. Проведен анализ информации по содержанию по следующим классам (см. табл. 1).

Мы проанализировали следующие изобретения:

1) Патент РФ № 2203554 от 10.05.2003 «Способ производства минерально-белковой добавки» (авторы: Стефанова И.Л., Шахназарова Л. В, Тимошенко Н. В, Перевышин Н.П., Верхососова А. В, Мокшанцева И. В). Изобретение может быть использовано при производстве минерально-белковой добавки для широкого ассортимента продуктов. Способ предусматривает подготовку сырья — ноги цыплят и/или цыплят-бройлеров, термо- и влагообработку, охлаждение, фасовку. Причем термо- и влагообработку проводят при соотношении сырья и воды 2:1 в течение 5–10 мин при температуре 95–98°C. А после охлаждения осуществляют переохладение до температуры –2°C и проводят механическое отделение мяса от костей с получением целевого продукта. Способ позволяет получать минерально-белковую добавку с высоким содержанием соединительнотканного белка и минеральных элементов для использования в производстве сбалансированных мясных продуктов.

2) Патент РФ № 2311805 от 10.12.2007 «Способ получения субпродуктовой пасты и способ получения, вареной колбасы использованием полученной субпродуктовой пасты» (авторы: Рогов И. А., Титов Е. И., Кроха Н. Г., Базилева О. С., Дианова В. Т.) Способ получения субпродуктовой пасты включает измельчение селезенки крупного рогатого скота, добавление предварительно гидратированной муки гороха и куриного пепсина, выдерживание в течение около 1 часа, проведение термической обработки полученной смеси с последующим охлаждением. Увлажнение муки гороха проводят при соотношении мука вода, равном 1:3. Соотношение селезенка: гидратированная мука гороха составляет (65:35) — (75:25). Количество добавляемого куриного пепсина рассчитывают исходя из соотношения куриный пепсин: гидратированная мука гороха, равном 1: (90–100). Способ получения вареной колбасы включает подготовку сырья согласно рецептуре, фаршесоставление на куттере и формовку. Подобраны технологические режимы осадки и термической обработки, включающей обжарку с последующей варкой и охлаждением.

3) Патент РФ № 2162290 от 20.02.2004 «Консервы из свинины для детей раннего возраста» (авторы: Тимошенко Н. В, Устинова А. В, Деревницкая О. К, Белякина Н. Е, Ухова Н. А). Изобретение относится к мясной промышленности, а именно к производству консервов из свинины для детей раннего возраста. Консервы содержат свинину жирную с массовой долей жировой ткани 50% и/или нежирную с массовой долей жировой ткани 13–17%, крахмал, соль профилактическую, мясо птицы, масло растительное, соевый изолят, минерально-белковую добавку, эмульсию пряно-ароматическую и воду питьевую. Это обеспечивает расширение ассортимента специализированных продуктов, обогащенных минеральными и белковыми компонентами, для детей раннего возраста.

4) Патент РФ № 2223671 от 20.02.2004 «Консервы на основе мяса цыплят для профилактического питания

Таблица 1. Темы, по которым проводили поиск (по международной классификацией МПК)

Индекс	Тема
A23J	Белковые составы для пищевых продуктов; обработка белков для пищевых продуктов; композиции на основе фосфатидов для пищевых продуктов
A23L1/312	Из субпродуктов, например кожи, костного мозга, внутренностей, ног, ушей или носов (железы или кости как ингредиенты мясных продуктов)
A23L1/314	Содержащие добавки

для детей» (авторы: Стефанова И. Л., Шахназарова Л. В., Тимошенко Н. В., Перевышин Н. П.). Изобретение может быть использовано при производстве консервов профилактического назначения. Консервы включают мясо цыплят механической обвалки, говядину, жировой и белковый компоненты, соль и воду, минерально-белковую добавку из ног цыплят и витамины В₁, В₂, В₁₂, РР. Изобретение позволяет получать консервы, сбалансированные по основным пищевым веществам для широкого контингента потребителей, включая детей раннего возраста.

5) Патент РФ № 2001135433 от 20.07.2003 «Биологически активная добавка к пище для профилактики, кальциевой недостаточности и оптимизации кальциевого обмена пищевой продукт ее содержащий» (автор: Андрейчук В. П.). Биологически активная добавка к пище для профилактики кальциевой недостаточности и оптимизации кальциевого обмена, содержащая химическое соединение кальция, отличающаяся тем, что соединение кальция представляет собой кальцит биологического происхождения, при этом в состав биологически активной добавки к пище для оптимизации кальциевого обмена дополнительно включают минерально-органический комплекс, состоящий из органических и/или неорганических соединений магния, цинка, меди, калия, органического соединения с ковалентно связанным йодом негормональной природы, лизина, аргинина в свободном и/или связанном состоянии и/или триптофана в свободном и/или связанном состоянии, лимонной и янтарной кислот и/или их солей, витамина D₃, тиосульфата и/или полиурановых кислот и 22-х вариантов реализаций изобретения.

6) Патент РФ № 2226841 от 20.04.2004 «Способ получения белковой пищевой добавки» (авторы: Антипова Л. В., Осминин О. С., Шамханов Ч. Ю., Струкова Т. И.). Изобретение относится к биотехнологическим

методам получения белковой композиции из животного сырья. Способ получения белковой пищевой добавки предусматривает измельчение мясокостного сырья на волчке, перемешивание с водой, обезжиривание на центрифуге, гидролиз ферментными препаратами при температуре 40–50°C и pH 6,5–7,8, отделение осадка от гидролизата на центрифуге, нагрев гидролизата до температуры 90–100°C с выдержкой 10–15 мин и сушку на распылительной сушилке. В качестве исходного сырья используют вторичные продукты переработки птицы. Его перед измельчением подвергают тепловой обработке в автоклаве при температуре 120–123°C, давлении 0,1 МПа в течение 30 мин. Перед ферментативным гидролизом доводят pH среды до 7,0–7,2 путем внесения 1 н. раствора гидроксида натрия. В качестве ферментного препарата используют раствор коллагеназы, который готовят путем растворения в буферном растворе с pH 7,2 при соотношении ферментного препарата и буфера 1:12 соответственно. Внесение раствора ферментного препарата коллагеназы или протосубтилина Г10Х осуществляют из расчета 30–50 единиц протеолитической активности на 1 г белка обрабатываемого сырья. Продолжительность обработки составляет при этом 2,5–3 ч. Это позволяет обеспечить замену ферментно-эндокринного и мясного сырья на вторичное сырье, повышение выхода готового продукта, регулирование фракционного состава гидролизата, улучшение органолептических показателей продукта. При этом улучшаются функциональные возможности добавки, повышается ее биологическая ценность за счет обогащения минеральными веществами, пищевыми волокнами.

Патентные исследования показали наличие инновационных разработок в переработки цыплят-бройлеров и создание инновационных продуктов, в том числе с использованием минеральных веществ.

Литература:

1. Окушанова, Э. К., Асенова Б. К., Ребезов М. Б., Игенбаев А. К. Белковый обогатитель при производстве функциональных мясных продуктов. Инновационное образование и экономика. 2014. Т. 1. № 14 (25). С. 43–47.
2. Тарасова, И. В., Ребезов М. Б., Переходова Е. А., Косолапова А. С., Зинина О. В. Оценка показателей качества полуфабрикатов мясных рубленых с биомодифицированным сырьем. Молодой ученый. 2014. № 8. С. 279–281.
3. Асенова, Б. К., Ребезов М. Б., Амирханов К. Ж., Нургазезова А. Н., Бакирова Л. С. Ет өнімдерін өндірудің физика-химиялық және биохимиялық негіздері. Алматы: Халықаралық жазылым агентігі, 2013. 130 б.
4. Прохасько, Л. С., Ребезов М. Б., Нурымхан Г. Н. Современные проблемы науки и техники в пищевой промышленности. Алматы: МАП, 2015. 112 с.
5. Ребезов, М. Б., Губер Н. Б., Қасымов Қ. С. Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности. — Алматы: МАП, 2015. 208 с.
6. Зинина, О. В., Ребезов М. Б., Нурымхан Г. Н. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения. Алматы: МАП, 2015. 126 с.
7. Миронова, И. В., Галиева З. А., Ребезов М. Б., Мотавина Л. И., Смольникова Ф. Х. Основы лечебно-профилактического питания. Алматы: МАП, 2015. 112 с.
8. Бурцева, Т. И., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Стадникова С. В. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения. Алматы: МАП, 2015. 215 с.
9. Тагиров, Х. Х., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Зубаирова Л. А., Зинина О. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. Алматы: МАП, 2015. 215 с.

Молодой ученый

Научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 11 (91) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешнев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я.

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

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

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