

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

La dissémination

La voix et le phénomène:
introduction au problème du
signe et de la technologie de

animal que,
donc,
je suis

partout où il
est implanté,
pensée» ne veut

Donner le temps: la fau-
n Tom apocalyptique
adopté naguère
en philosophie

la grammatologie

5

2013
Том I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (52) / 2013

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Ответственный редактор: Кайнова Галина Анатольевна

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

На обложке изображен Жак Деррида, французский философ и теоретик литературы, основатель деконструктивизма.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

E-mail: info@moluch.ru

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»

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

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Бухман Н.С., Куликова А.В.**
О соотношениях Крамерса-Кронига для изолированной спектральной линии1
- Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Бочкарев Ю.П., Евдокимов О.В.**
Моделирование асинхронного двигателя с помощью магнитных и электрических схем замещения с двумя пазами на полюс и фазу 4
- Шевелев А.П., Тигеев М.Ю., Киселев Д.А.**
Методика проведения исследований газоконденсатной смеси и построения кривых дифференциальной конденсации16
- Якушова Н.Д., Димитров Д.Ц.**
Чувствительность переходов ZnO/ZnO:Fe к этанолу26

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Авилова Е.Д., Ваганова Т.В., Ширяев С.А., Гудков В.А., Раюшкина А.А.**
Проблемы и перспективы рынка транспортных услуг в России после вступления в ВТО29
- Арискин М.В., Гуляев Д.В., Гарькин И.Н., Родина Е.В.**
Экономическая эффективность проектирования в комплексе Allplan по сравнению с существующими САД-системами32
- Арискин М.В., Гуляев Д.В., Родина Е.В., Гарькин И.Н.**
Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства35
- Бойко И.А., Гурьянов Р.А.**
Управление мобильными роботами в условиях неопределенности внешней среды39

- Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М., Махонин А.С.**
Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях42
- Дюсенова О.С., Пищин О.Н., Павленко Г.С.**
Исследование использования новых стандартов сотовой связи и широкополосного доступа LTE и WIGIG для предоставления услуг Triple Play ..45
- Дятлов М.Н., Авдеюк Д.Н.**
Исследование систем проектирования легкого класса для оптимизации конструкторской документации49
- Дятлов М.Н., Долгов К.О., Тодоров А.Н.**
Уменьшение аварийных ситуаций пассажирских автобусных перевозок путем внедрения современных технологий безопасности.....52
- Жумаев К.К., Рахимов Б.Б., Бакаев Б.Б.**
Многоступенчатые гидроциклонные установки для разделения нефтяных шламов56
- Жумаев К.К., Рахимов Б.Б., Дуров Ш.Ш.**
Экспериментальные исследования температурных зависимостей вязкости нефтяных шламов 57
- Жумаев К.К., Рахимов Б.Б., Рустамов Э.С., Шомуродов А.Ю.**
Исследования по разделению нефтяных шламов в поле центробежных сил 60
- Иовлева Е.Л., Захарова С.С.**
Изучение эксплуатационных свойств арктического дизельного топлива г. Якутска....62
- Крохмаль Н.В., Трусова Т.В.**
On the Problem of Increasing the Efficiency of Car Service Centres in Russia64
- Куприн А.Г.**
О непараметрическом регуляторе для линейных динамических систем 67

Мелков Д.А. Сравнение алгоритмов нечёткого вывода с использованием языков стандарта МЭК 74	Хоробрых М.А., Каширский Д.А. Методы изготовления деталей из композиционных материалов пропиткой под давлением в оснастке 116	
Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Зависимость областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазора между телами качения при вводе поправкой по дорожке качения внутреннего кольца 79	Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ)..... 123	
Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Особенности химических способов извлечения марганца из технических растворов 84	Ягольник Е.С. Малоэтажная жилая застройка в структуре крупного города (на примере Иркутска)..... 125	
Моисеева М.В., Алтуньян М.К. Напитки на основе овощного сырья..... 86	ИНФОРМАТИКА	
Монгуш Г.Р., Котельников В.И. Установка экстракции углей диоксидом углерода. На примере Улуг-Хемского угольного бассейна..... 89	Аль Егоби Хуссейн Али Абдулла Comparison of statistical functions for programs (SAS, SPSS, and MINITAB) 131	
Назаревич С.А. Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований 91	Безрученко А.Ю. Автоматизированная система учёта выполненных ремонтных работ на участке ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ» 142	
Нежданов К.К., Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н. Эффективные профили для неразрезных подкрановых балок 94	Гавриленко Д.В. Организационная структура системы аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации 143	
Паневина Е.А., Осипов А.М. Статистический анализ в технологическом процессе изготовления малошумящего усилителя 97	Гавриленко Д.В. Организация документооборота органа по аттестации объекта информатизации. Порядок формирования документов 148	
Сироткин О.С., Андрюнина М.А., Беликов Д.В., Васечкин А.В., Талалаева Е.Е. Создание трубопроводных систем с применением бипластмассовых и полимерных композиционных материалов для изделий гражданской морской техники..... 101	Гребенникова О.Н. Разработка автоматизированной системы учёта груза на складе 153	
Соловьева А.А., Зинина О.В., Ребезов М.Б., Лакеева М.Л., Гаврилова Е.В. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности 105	Козлова Е.А. Оценка рисков информационной безопасности с помощью метода нечеткой кластеризации и вычисления взаимной информации 154	
Таишев С.Р. О нелинейности вольт-амперных характеристик хеморезисторных сенсоров газа в мультисенсорных системах 108	Крячко О.А. Самостоятельная работа как фактор мотивации учебной деятельности студентов 161	
Фадеева Г.Д., Паршина К.С., Давыдов А.С. Строительство малоэтажного жилья: зарубежный опыт 111	Нгуен Ной Хыу Обзор некоторых алгоритмов нестрогого сопоставления записей применительно к задаче исключения дублирования персональных данных..... 163	
Филиппов Д.А., Фирсова Т.О. Дифференциальный датчик магнитного поля на основе магнитострикционно-пьезоэлектрической структуры 114	Полтораки В.П., Голков В.Б., Перов Б.Г., Олешко А.О. Система конфиденциальной голосовой связи через Интернет 166	
	Рыбанов А.А., Коростелев Р.А., Киселев В.В. IDEF1X-модель базы данных web-ориентированной информационной системы оценки семантического качества меню пользователя..... 170	

**Рыбанов А.А., Сержантова Е.О.,
Макушкина Л.А.**

Аналитическая платформа Deductor как средство анализа результатов активности пользователей системы дистанционного обучения Moodle 173

**Теленик С.Ф., Жук С.В., Лыско В.Т.,
Ефремов К.В.**

Каталогизация и интеграция разнородных информационных ресурсов 176

Шпак Г.А., Несбытнов А.Е.

Разработка CRM-системы для НОУ «Учебный центр «Эксперт» с целью улучшения клиентоориентированности учебного центра 180

ХИМИЯ

**Гаджиева С.Р., Алиева Т.И., Мурадова Г.Г.,
Абдуллаев Р.А., Халилова Ф.К., Велиева З.Т.**

Фотометрическое определение скандия (III) в горной породе трапп (СТ-IA) 183

Кудакова А.В., Рыжова В.Н., Матвеева Л.Ю.

Огнезащитная композиция для изготовления самослипающихся изоляционных лент 185

Лизунова Г.М., Ямбулатова Е.В.

Обзор методов количественного определения алкалоидсодержащих лекарственных препаратов..... 187

**Фозилев С.Ф., Султонов Г.Н., Атауллаев Ш.Н.,
Фармонов Х.Ф., Мавлонов Б.А., Садуллаев Ш.А.**

Исследование депрессорных присадок к дизельным топливам, полученных на основе гетероциклических эфиров полиметакриловых кислот 192

ЭКОЛОГИЯ

Дрожжина К.В.

Особенности природно-климатических условий бассейна реки Мзымта для целей рекреационной деятельности 196

Дрожжина К.В.

Особенности геоморфологического строения территории бассейна реки Мзымта в целях рекреационной деятельности 199

Дрожжина К.В.

О некоторых экологических проблемах рекреационного освоения бассейна реки Мзымта и прилегающих территорий 201

Киселёва С.П., Шевченко М.О.

Анализ эколого-экономических аспектов взаимодействия участников инновационной деятельности 204

ГЕОГРАФИЯ

**Атаев З.В., Гусендибиров Д.С., Хусаинов И.М.,
Магомедова М.А., Магомедова А.З.**

Географические факторы и закономерности формирования и эволюции ландшафтов Северо-Восточного Кавказа 209

Магомедова А.З., Атаев З.В.

Региональные физико-географические различия предгорного Дагестана 212

ФИЗИКА

О соотношениях Крамерса-Кронига для изолированной спектральной линии

Бухман Николай Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор;
Куликова Анастасия Владиславовна, аспирант
Самарский государственный университет путей сообщения

Общеизвестна важная роль, которую играют в теории волн соотношения Крамерса-Кронига, связывающие вещественную и мнимую часть диэлектрической проницаемости вещества (или вещественную и мнимую часть его диэлектрической восприимчивости, или вещественную и мнимую часть его показателя преломления, см. [1–3]). Универсальность этих соотношений связана с тем, что они следуют непосредственно из принципа причинности и для их применения не требуется сведений о микроскопической картине процессов, происходящих в веществе при взаимодействии с электромагнитным излучением.

К сожалению, применение этих соотношений в точной формулировке требует информации о поведении диэлектрической проницаемости при изменении частоты от минус до плюс бесконечности. В данной статье предложен приближенный аналог соотношений Крамерса-Кронига, пригодный для изучения связи вещественной и мнимой части диэлектрической восприимчивости вещества вблизи изолированной спектральной линии.

Будем исходить из соотношений Крамерса-Кронига для диэлектрической восприимчивости вещества $\chi(\omega)$ в формулировке [2]:

$$\begin{aligned} \chi(\omega) &= \chi'(\omega) + i\chi''(\omega), \\ \chi'(\omega) &= \chi'(-\omega), \chi''(\omega) = -\chi''(-\omega), \\ \pi\chi'(\omega) &= \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega_1 \frac{\chi''(\omega_1)}{\omega_1 - \omega}, \quad \pi\chi''(\omega) = -\int_{-\infty}^{+\infty} d\omega_1 \frac{\chi'(\omega_1)}{\omega_1 - \omega}. \end{aligned} \tag{П.1}$$

Интегралы в (П.1) понимаются в смысле главного значения. Введя в рассмотрение центральную частоту спектральной линии ω_0 и отстройку от нее Ω , в предположении $\Omega \ll \omega_0$ нетрудно вместо (П.1) получить соответствующие приближенные «низкочастотные» выражения

$$\begin{aligned} \pi\chi'(\omega_0 + \Omega) &= \int_{-\infty}^{+\infty} d\Omega_1 \frac{\chi''(\omega_0 + \Omega_1)}{\Omega_1 - \Omega}, \\ \pi\chi''(\omega_0 + \Omega) &= -\int_{-\infty}^{+\infty} d\Omega_1 \frac{\chi'(\omega_0 + \Omega_1)}{\Omega_1 - \Omega}. \end{aligned} \tag{П.2}$$

Физический смысл соотношений (П.2) совершенно очевиден и сводится к требованию выполнения принципа причинности не для произвольного сигнала (как в соотношениях (П.1)), а для его комплексной огибающей (при частоте несущей ω_0).

Избавиться от интегрирования в смысле главного значения в (П.2) можно за счет появления неопределенности $0/0$ под знаком интеграла:

$$\begin{aligned} \pi\chi'(\omega_0 + \Omega) &= \int_0^{+\infty} (dx/x) [\chi''(\omega_0 + \Omega + x) - \chi''(\omega_0 + \Omega - x)], \\ \pi\chi''(\omega_0 + \Omega) &= -\int_0^{+\infty} (dx/x) [\chi'(\omega_0 + \Omega + x) - \chi'(\omega_0 + \Omega - x)]. \end{aligned} \tag{П.3}$$

В соотношениях (П.3) сходимость интегралов на нижнем пределе интегрирования обеспечена ограниченностью подинтегральной функции, а на верхнем — её стремлением к нулю быстрее, чем по закону X^{-1} .

Далее будем для определенности говорить о газе с показателем преломления [1–3]

$$n(\omega) = 1 + 2\pi\chi(\omega), \quad (\text{П.4})$$

где $\chi(\omega)$ — комплексная диэлектрическая восприимчивость газа. Тогда, введя в рассмотрение коэффициент ослабления света по амплитуде

$$\alpha_0 \equiv -2\pi i k_0 \chi(\omega_0), \quad k_0 \equiv \omega_0 / c \quad (\text{П.5})$$

и нормированный на 1 в центре спектральной линии ω_0 комплексный форм-фактор линии $g(\Omega)$

$$g(\Omega) \equiv -2\pi i k_0 \alpha_0^{-1} \chi(\omega_0 + \Omega), \quad (\text{П.6})$$

нетрудно переформулировать соотношения Крамерса-Кронига в форме (П.2) или (П.3) как соотношения для связи вещественной и мнимой части комплексного форм-фактора спектральной линии $g(\Omega) = g'(\Omega) + i g''(\Omega)$:

$$\pi g''(\Omega) = - \int_{-\infty}^{+\infty} d\Omega_1 \frac{g'(\Omega_1)}{\Omega_1 - \Omega}, \quad \pi g'(\Omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} d\Omega_1 \frac{g''(\Omega_1)}{\Omega_1 - \Omega}, \quad (\text{П.7})$$

$$\pi g''(\Omega) = - \int_0^{+\infty} (dx/x) [g'(\Omega + x) - g'(\Omega - x)], \quad (\text{П.8})$$

$$\pi g'(\Omega) = \int_0^{+\infty} (dx/x) [g''(\Omega + x) - g''(\Omega - x)].$$

Соотношения (П.7) или (П.8) позволяют по вещественной части форм-фактора линии (то есть по контуру поглощения) определить ее мнимую часть, то есть изменение показателя преломления газа на частотах вблизи спектральной линии, обусловленное поглощением (или усилением) излучения вблизи спектральной линии.

Применим соотношения (П.7), (П.8) для трех типичных форм-факторов спектральных линии [2,3] — лоренцева (L), когда профиль линии определяется радиационным или столкновительным уширением, гауссова (G), когда профиль линии определяется доплеровским уширением, и «временпролетного» (T), когда профиль линии определяется ограниченностью времени взаимодействия излучения с веществом.

Для вещественной части форм-фактора линии в этих случаях имеем (см. [2,3]):

$$\begin{aligned} g'_L(\Omega) &= [1 + (2\Omega/\Delta\Omega_L)^2]^{-1}, \\ g'_T(\Omega) &= \text{sinc}^2[x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)], \\ g'_G(\Omega) &= \exp[-\ln(2)(2\Omega/\Delta\Omega_G)^2], \end{aligned} \quad (\text{П.9})$$

где $x_0 \approx 1,39$ — корень уравнения $\text{sinc}^2(x_0) = 1/2$ ($\text{sinc}(x) \equiv \sin(x)/x$), параметры $\Delta\Omega_L$, $\Delta\Omega_T$ и $\Delta\Omega_G$ — ширины вещественной части форм-факторов линий (g'_L , g'_T , g'_G) на уровне 1/2 от максимума. Зависимость этих параметров от свойств среды приведена, например, в [2,3].

С использованием соотношений (П.7), (П.8) для мнимой части форм-факторов линий нетрудно получить

$$\begin{aligned} g''_L(\Omega) &= (2\Omega/\Delta\Omega_L) [1 + (2\Omega/\Delta\Omega_L)^2]^{-1}, \\ g''_T(\Omega) &= [x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)]^{-1} - \\ &- [x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)]^2 \sin[2x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)]/2, \\ g''_G(\Omega) &= (2\pi^{-1/2}) F(\sqrt{\ln(2)} 2\Omega/\Delta\Omega_G). \end{aligned} \quad (\text{П.10})$$

В итоге для комплексных форм-факторов линий имеем

$$g_L(\Omega) = [1 - i(2\Omega/\Delta\Omega_L)^2]^{-1},$$

$$g_T(\Omega) = \left(\frac{\sin[x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)]}{x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)} \right)^2 +$$

$$+ i \frac{2[x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)] - \sin(2[x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)])}{2[x_0(2\Omega/\Delta\Omega_T)]^2}, \tag{П.11}$$

$$g_G(\Omega) = \exp(-\ln(2)(2\Omega/\Delta\Omega_G)^2) +$$

$$+ i(2\pi^{-1/2})F(\sqrt{\ln(2)}2\Omega/\Delta\Omega_G).$$

Для лоренцева форм-фактора линии полученные соотношения находятся, как и следовало ожидать, в полном соответствии с «микроскопическим» рассмотрением (см. [1–3]). Использованная в (П.10) и (П.11) функция

$$F(x) \equiv \exp(-x^2) \int_0^x \exp(t^2) dt \tag{П.12}$$

табулирована и называется интегралом Досона [4]. Ее асимптотическое поведение при больших или малых значениях аргумента определяется соотношениями [4] $F(x) \xrightarrow{x \rightarrow \infty} 1/(2x)$, $F(x) \xrightarrow{x \rightarrow 0} x$.

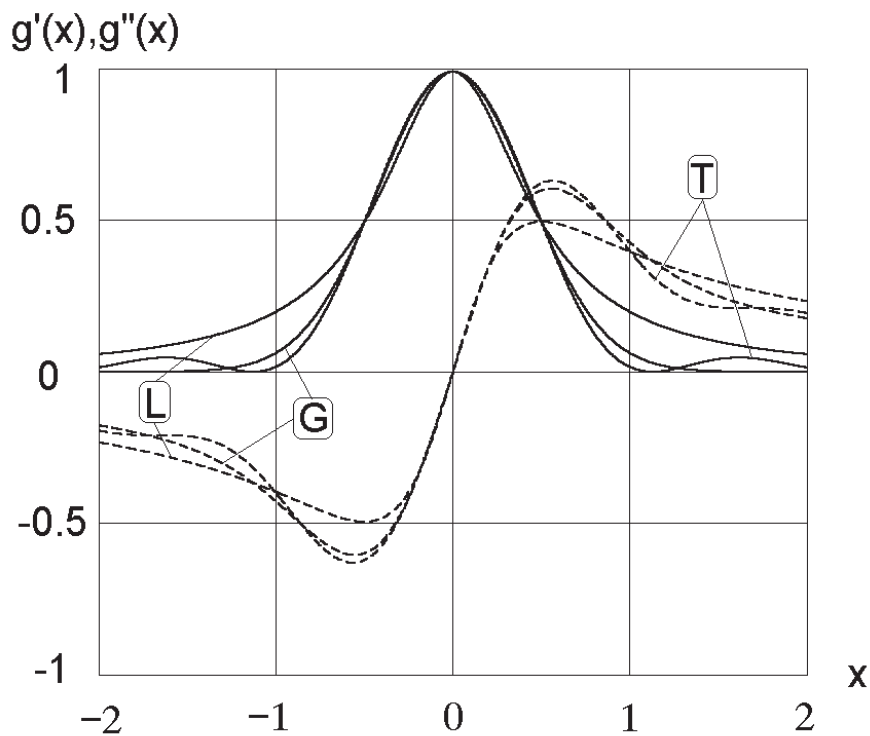


Рис. П.1. Зависимость вещественной $g'(x)$ (сплошная линия) и мнимой $g''(x)$ (пунктир) части форм-фактора спектральной линии от безразмерной частоты $x = \Omega/\Delta\Omega_L$ (для лоренцева форм-фактора), $x = \Omega/\Delta\Omega_G$ (для гауссова форм-фактора), $x = \Omega/\Delta\Omega_T$ (для времяпролетного форм-фактора). Буквой L обозначены вещественная и мнимая часть лоренцева форм-фактора линии, буквой G – гауссова, буквой T – времяпролетного форм-фактора.

Графики вещественной и мнимой части комплексных форм-факторов спектральной линии в случае лоренцева, гауссова и времяпролетного контуров спектральной линии приведены на рис. П.1. На этом рисунке по оси абсцисс отложена нормированная частота $x \equiv 2\Omega/\Delta\Omega_{L,T,G}$, сплошной линией обозначены вещественные части форм-факторов линий, а пунктиром – мнимые.

Совпадение вещественных частей форм-факторов линий при $x = 0.5$ не удивительно и связано просто с нормировкой ширины форм-факторов на единицу. Более интересным представляется почти точное совпадение мнимых частей форм-

факторов линий при малых значениях параметра x , то есть вблизи центра спектральной линии. Видно также, что «осцилляционный» характер контура поглощения линии при времяпролетном механизме уширения линии «передается» и мнимой части форм-фактора спектральной линии. Можно также отметить, что вблизи линии поглощения столкновительный механизм уширения линии (лоренцев контур) обеспечивает меньшее изменение вещественной части показателя преломления, чем доплеровский (гауссов профиль линии) или времяпролетный. Вдали от спектральной линии ситуация меняется на противоположную.

Тем не менее в любом из трех рассмотренных случаев (а не только в случае лоренцева контура линии) мнимая часть форм-фактора линии (то есть вещественная часть диэлектрической восприимчивости) при удалении от линии спадает весьма медленно — по гиперболическому закону $\sim 1/\Omega$, что и является основным выводом проведенного рассмотрения.

Литература:

1. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1979. 383 с.
2. Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники. М.: Наука, 1986. 296 с.
3. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983. 320 с.
4. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. М.: Наука, 1979. 832 с.

Моделирование асинхронного двигателя с помощью магнитных и электрических схем замещения с двумя пазами на полюс и фазу

Емельянов Александр Александрович, старший преподаватель;

Медведев Алексей Владимирович, аспирант;

Кобзев Антон Валерьевич, студент;

Бочкарев Юрий Павлович, студент;

Евдокимов Олег Викторович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением работ [1], [2] и [3]. В работе [4] рассматривалось моделирование двухполюсного асинхронного двигателя с числом пазов на полюс и фазу $q = 1$. В этом случае размерность квадратной матрицы \mathbf{A} равна девяти. В данной работе с увеличением числа пазов на полюс и фазу до двух размерность квадратной матрицы \mathbf{A} , как будет показано ниже, возрастет до пятнадцати, что существенно расширит требования к инструментарию при программировании. В данной работе будет представлено сравнение характеристик линейного асинхронного двигателя с разомкнутым магнитопроводом, приведенного в работе [3], с круговым асинхронным двигателем. В обоих случаях расчет проводился с помощью магнитных и электрических схем замещения.

В пакете учебных программ по матрицам при подготовке студентов к исследовательской работе данная статья, на наш взгляд, займет важной место.

На рис. 1, а показана линейная развертка кругового асинхронного двигателя с одной парой полюсов ($2p = 2$) и двумя числами пазов на полюс и фазу ($q = 2$). На рис. 1, б дана его магнитная схема замещения, где токи и потоки на входе двигателя являются соответствующими токами и потоками на его выходе.

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

Баланс магнитных напряжений магнитной цепи

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

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

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

$F_n^S = 0$ — в шунтирующих зонах;

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

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

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

Отсюда ток в стержне ротора определится по следующему выражению:

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

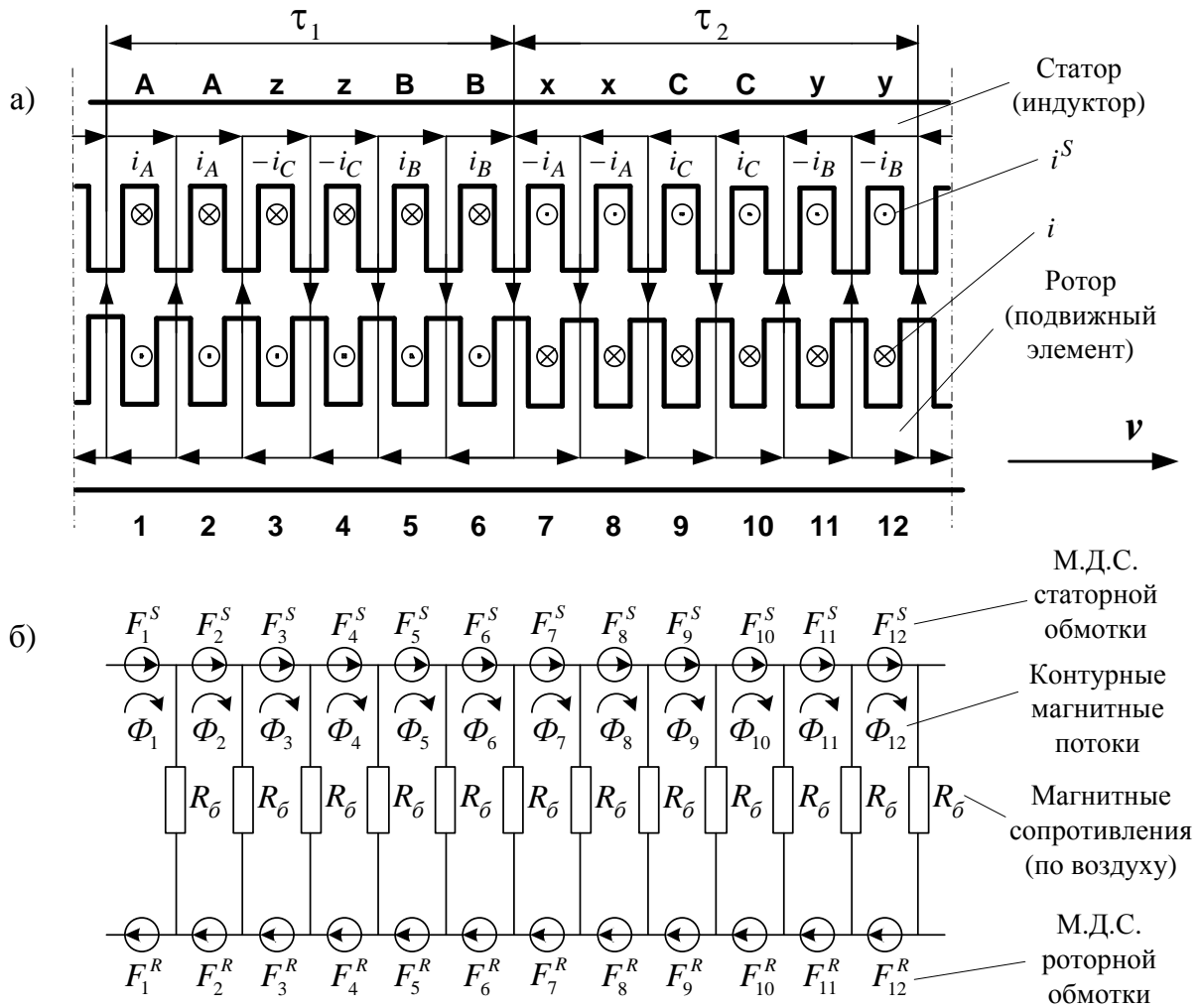


Рис. 1. а) Асинхронный двигатель (2р=2, q=2), б) Магнитная схема замещения

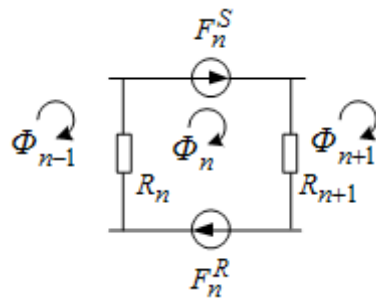


Рис. 2. Магнитная схема замещения

Уравнение баланса напряжений электрической цепи ротора

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

Выразим производные во времени через конечные разности:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Это уравнение может быть реализовано при произведении матрицы **A**, элементы которой записаны в квадратных скобках, на матрицу-столбец из потоков (Φ) и токов статорной обмотки. Правая часть уравнения (4) формирует матрицу-столбец **S** из свободных членов в $(k-1)$ момент времени. Матрица-столбец **X** сформирована из первых двенадцати элементов, которые соответствуют потокам, а с 13 по 15 – токам i_A, i_B, i_C . Общий вид матриц при числе пазов на полюс и фазу $q = 2$ и числе полюсов $2p = 2$ примет следующий вид:

Матрица A															X		S	
$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{1,11}$	$a_{1,12}$	$a_{1,13}$	0	$a_{1,15}$	$x_1 = \Phi_1$	s_1		
$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{2,12}$	$a_{2,13}$	$a_{2,14}$	0	$x_2 = \Phi_2$	s_2		
$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$	$a_{3,5}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{3,13}$	$a_{3,14}$	0	$x_3 = \Phi_3$	s_3		
0	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	$a_{4,5}$	$a_{4,6}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{4,14}$	$a_{4,15}$	$x_4 = \Phi_4$	s_4		
0	0	$a_{5,3}$	$a_{5,4}$	$a_{5,5}$	$a_{5,6}$	$a_{5,7}$	0	0	0	0	0	0	$a_{5,14}$	$a_{5,15}$	$x_5 = \Phi_5$	s_5		
0	0	0	$a_{6,4}$	$a_{6,5}$	$a_{6,6}$	$a_{6,7}$	$a_{6,8}$	0	0	0	0	$a_{6,13}$	0	$a_{6,15}$	$x_6 = \Phi_6$	s_6		
0	0	0	0	$a_{7,5}$	$a_{7,6}$	$a_{7,7}$	$a_{7,8}$	$a_{7,9}$	0	0	0	$a_{7,13}$	0	$a_{7,15}$	$x_7 = \Phi_1$	s_7		
0	0	0	0	0	$a_{8,6}$	$a_{8,7}$	$a_{8,8}$	$a_{8,9}$	$a_{8,10}$	0	0	$a_{8,13}$	$a_{8,14}$	0	$x_8 = \Phi_2$	s_8		
0	0	0	0	0	0	$a_{9,7}$	$a_{9,8}$	$a_{9,9}$	$a_{9,10}$	$a_{9,11}$	0	$a_{9,13}$	$a_{9,14}$	0	$x_9 = \Phi_3$	s_9		
0	0	0	0	0	0	0	$a_{10,8}$	$a_{10,9}$	$a_{10,10}$	$a_{10,11}$	$a_{10,12}$	0	$a_{10,14}$	$a_{10,15}$	$x_{10} = \Phi_4$	s_{10}		
$a_{11,1}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{11,9}$	$a_{11,10}$	$a_{11,11}$	$a_{11,12}$	$a_{11,13}$	0	$a_{11,15}$	$x_{11} = \Phi_5$	s_{11}		
$a_{12,1}$	$a_{12,2}$	0	0	0	0	0	0	0	$a_{12,10}$	$a_{12,11}$	$a_{12,12}$	$a_{12,13}$	0	$a_{12,15}$	$x_{12} = \Phi_6$	s_{12}		
$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	0	0	$a_{13,5}$	$a_{13,6}$	$a_{13,7}$	$a_{13,8}$	0	0	$a_{13,11}$	$a_{13,12}$	$a_{13,13}$	0	$a_{13,15}$	$x_{13} = i_A$	s_{13}		
0	0	$a_{14,3}$	$a_{14,4}$	$a_{14,5}$	$a_{14,6}$	0	0	$a_{14,9}$	$a_{14,10}$	$a_{14,11}$	$a_{14,12}$	0	$a_{14,14}$	$a_{14,15}$	$x_{14} = i_C$	s_{14}		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	$x_{15} = i_B$	s_{15}		

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

$$\begin{aligned}
 & \left[\frac{\omega_n^s \cdot L' \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n-1,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot (r^r + \frac{L'}{\Delta t}) \right] \cdot i_{n,k}^s + \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L' \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot i_{n+1,k}^s + \left[\frac{R_\sigma \cdot L' \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-2,k} + \\
 & + \left[-R_\sigma \cdot (r^r + \frac{L'}{\Delta t}) - (2R_\sigma \cdot L' + 1) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n-1,k} + \left[2R_\sigma \cdot (r^r + \frac{L'}{\Delta t}) + \frac{1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k} + \\
 & + \left[-R_\sigma \cdot (r^r + \frac{L'}{\Delta t}) + (2R_\sigma \cdot L' + 1) \cdot \frac{v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+1,k} + \left[-R_\sigma \cdot \frac{L' \cdot v_{k-1}}{2t_z} \right] \cdot \Phi_{n+2,k} = \\
 & = \left[-\omega_n^s \cdot \frac{L'}{\Delta t} \right] \cdot i_{n,k-1}^s + \left[-R_\sigma \cdot \frac{L'}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n-1,k-1} + \left[\frac{2R_\sigma \cdot L' + 1}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n,k-1} + \left[-R_\sigma \cdot \frac{L'}{\Delta t} \right] \cdot \Phi_{n+1,k-1}.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Введем следующие обозначения:

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

$$B = 2R_\sigma \cdot (r^r + L'/\Delta t) + 1/\Delta t;$$

$$C = -R_\sigma \cdot (r^r + L'/\Delta t) + (2R_\sigma \cdot L' + 1) \cdot v_{k-1}/2t_z;$$

$$D = -R_\sigma \cdot L' \cdot v_{k-1}/2t_z;$$

$$E = -R_\sigma \cdot (r^r + L'/\Delta t) - (2R_\sigma \cdot L' + 1) \cdot v_{k-1}/2t_z;$$

Элементы матрицы **A**, перемножаемые на токи i_a, i_b, i_c матрицы **X**:

$$T = -\omega_n^s \cdot L' \cdot v_{k-1}/2t_z;$$

$$Y = -\omega_n^s \cdot (r^r + L'/\Delta t);$$

$$M = Y + T;$$

$$N = Y - T;$$

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

$$W1 = -\omega_n^s \cdot L' / \Delta t;$$

$$P = -R_\sigma \cdot L' / \Delta t;$$

$$Q = (2R_\sigma \cdot L' + 1) / \Delta t.$$

С учетом обозначений уравнение (5) примет следующий вид:

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

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

$$n = 1.$$

$$\begin{aligned}
 & \underbrace{[(-T) \cdot (-1)]}_{a_{1,15}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{[M]}_{a_{1,13}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{13}} + \underbrace{[-D]}_{a_{1,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[E]}_{a_{1,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \underbrace{[B]}_{a_{1,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{[C]}_{a_{1,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[D]}_{a_{1,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} = \\
 & = \underbrace{[W1] \cdot i_{A,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{1,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{12,k-1} + \Phi_{2,k-1})}_{s_1}.
 \end{aligned}$$

Запишем элементы матрицы **A**:

$$a_{1,1} = B; a_{1,2} = C; a_{1,3} = D; a_{1,11} = -D; a_{1,12} = E; a_{1,13} = M; a_{1,15} = T.$$

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

$$s_1 = [W1] \cdot i_{A,k-1}^s + [P] \cdot (\Phi_{6,k-1} + \Phi_{1,k-1}) + [Q] \cdot \Phi_{2,k-1}.$$

Примечание: Условно в начале обмотки принимаем знак «+», а в конце — «-», поэтому в элементе $a_{1,15}$ появилось умножение на (-1) в соответствии с рис. 1,а.

$n = 2.$

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

Отсюда элементы матрицы **A**:

$$a_{2,1}=E; a_{2,2}=B; a_{2,3}=C; a_{2,4}=D; a_{2,12}=-D; a_{2,13}=N; a_{2,14}=T \cdot (-1).$$

Второй элемент s_2 матрицы-столбца **S**:

$$s_2 = [W1] \cdot i_{A,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{2,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{1,k-1} + \Phi_{3,k-1}).$$

Аналогично, задаваясь n от 3 до 12 получим:

$$\begin{aligned} a_{3,3} &= a_{4,4} = a_{5,5} = a_{6,6} = a_{7,7} = a_{8,8} = a_{9,9} = a_{10,10} = a_{11,11} = a_{12,12} = B; \\ a_{3,4} &= a_{4,5} = a_{5,6} = a_{6,7} = a_{7,8} = a_{8,9} = a_{9,10} = a_{10,11} = a_{11,12} = a_{12,1} = C; \\ a_{3,5} &= a_{4,6} = a_{5,7} = a_{6,8} = a_{7,9} = a_{8,10} = a_{9,11} = a_{10,12} = a_{11,1} = a_{12,2} = D; \\ a_{3,2} &= a_{4,3} = a_{5,4} = a_{6,5} = a_{7,6} = a_{8,7} = a_{9,8} = a_{10,9} = a_{11,10} = a_{12,11} = a_{1,12} = E; \\ a_{3,1} &= a_{4,2} = a_{5,3} = a_{6,4} = a_{7,5} = a_{8,6} = a_{9,7} = a_{10,8} = a_{11,9} = a_{12,10} = a_{1,11} = a_{2,12} = -D; \\ a_{3,13} &= a_{6,13} = a_{7,15} = a_{10,15} = a_{11,14} = -T; \\ a_{3,14} &= a_{7,13} = a_{11,15} = -M; \\ a_{4,14} &= a_{6,15} = a_{10,14} = N; \\ a_{5,14} &= a_{8,14} = a_{9,13} = a_{12,13} = a_{4,15} = T; \\ a_{1,13} &= a_{5,15} = a_{9,14} = M. \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} s_3 &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{C,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{3,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{2,k-1} + \Phi_{4,k-1}), \\ s_4 &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{C,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{4,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{3,k-1} + \Phi_{5,k-1}), \\ s_5 &= [W1] \cdot i_{B,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{5,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{4,k-1} + \Phi_{6,k-1}), \\ s_6 &= [W1] \cdot i_{B,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{6,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{5,k-1} + \Phi_{7,k-1}), \\ s_7 &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{A,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{7,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{6,k-1} + \Phi_{8,k-1}), \\ s_8 &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{A,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{8,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{7,k-1} + \Phi_{9,k-1}), \\ s_9 &= [W1] \cdot i_{C,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{9,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{8,k-1} + \Phi_{10,k-1}), \\ s_{10} &= [W1] \cdot i_{C,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{10,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{9,k-1} + \Phi_{11,k-1}), \\ s_{11} &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{B,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{11,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{10,k-1} + \Phi_{12,k-1}), \\ s_{12} &= [W1 \cdot (-1)] \cdot i_{B,k-1}^s + [Q] \cdot \Phi_{12,k-1} + [P] \cdot (\Phi_{11,k-1} + \Phi_{1,k-1}). \end{aligned}$$

Элементы 13 и 14 строк матрицы **A** и элементы s_{13} и s_{14} матрицы-столбца **S** формируются из баланса напряжения электрической цепи статорной обмотки. Если обмотка индуктора питается от трехфазного напряжения с соединением в «звезду» без нулевого провода, то

$$\begin{cases} U_{AB} = \omega_n^s \cdot \frac{d}{dt} (\Phi_{1,k} + \Phi_{2,k} - \Phi_{5,k} - \Phi_{6,k} - \Phi_{7,k} - \Phi_{8,k} + \Phi_{11,k} + \Phi_{12,k}) + r^s \cdot (i_A^s - i_B^s) + L^s \cdot \left(\frac{di_A^s}{dt} - \frac{di_B^s}{dt} \right); \\ U_{BC} = \omega_n^s \cdot \frac{d}{dt} (\Phi_{3,k} + \Phi_{4,k} + \Phi_{5,k} + \Phi_{6,k} - \Phi_{9,k} - \Phi_{10,k} - \Phi_{11,k} - \Phi_{12,k}) + r^s \cdot (i_B^s - i_C^s) + L^s \cdot \left(\frac{di_B^s}{dt} - \frac{di_C^s}{dt} \right), \end{cases} \quad (7)$$

где $U_{AB} = U_M \cdot \cos(\omega t + 2\pi / 3)$, $U_{BC} = U_M \cdot \cos \omega t$, $U_{AB} + U_{BC} + U_{CA} = 0$.

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

$$\begin{cases} U_{AB} = U_M \cdot \cos[\omega \cdot (k-1) \cdot \Delta t + 2\pi / 3], \\ U_{BC} = U_M \cdot \cos[\omega \cdot (k-1) \cdot \Delta t]. \end{cases}$$

Уравнения (7) при выражении производных по времени через конечные разности примут следующий вид:

$$\begin{aligned} & \underbrace{[U]}_{a_{13,1}} \cdot \underbrace{\Phi_{1,k}}_{x_1} + \underbrace{[U]}_{a_{13,2}} \cdot \underbrace{\Phi_{2,k}}_{x_2} + \underbrace{[-U]}_{a_{13,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[-U]}_{a_{13,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[-U]}_{a_{13,7}} \cdot \underbrace{\Phi_{7,k}}_{x_7} + \underbrace{[-U]}_{a_{13,8}} \cdot \underbrace{\Phi_{8,k}}_{x_8} + \underbrace{[U]}_{a_{13,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[U]}_{a_{13,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \\ & + \underbrace{\left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right]}_{x_{13,13}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{13}} + \underbrace{\left[-\left(r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right) \right]}_{a_{13,15}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{15}} = \\ & = \underbrace{[U] \cdot (\Phi_{1,k-1} + \Phi_{2,k-1} - \Phi_{5,k-1} - \Phi_{6,k-1} - \Phi_{7,k-1} - \Phi_{8,k-1} + \Phi_{11,k-1} + \Phi_{12,k-1})}_{s_{13}} + \left(\frac{L^s}{\Delta t} \right) \cdot (i_{A,k}^s - i_{B,k}^s) + U_{AB,k}, \end{aligned}$$

где $U = \omega_n^s / \Delta t$.

Обозначим $r^s + L^s / \Delta t = KS$, тогда

$$a_{13,1} = a_{13,2} = a_{13,11} = a_{13,12} = U;$$

$$a_{13,5} = a_{13,6} = a_{13,7} = a_{13,8} = -U;$$

$$a_{13,13} = KS;$$

$$a_{13,15} = -KS;$$

Правая часть определяет свободный член s_{13} матрицы-столбца **S**:

$$s_{13} = [U] \cdot (\Phi_{1,k-1} + \Phi_{2,k-1} - \Phi_{5,k-1} - \Phi_{6,k-1} - \Phi_{7,k-1} - \Phi_{8,k-1} + \Phi_{11,k-1} + \Phi_{12,k-1}) + \left(\frac{L^s}{\Delta t} \right) \cdot (i_{A,k}^s - i_{B,k}^s) + U_{AB,k}$$

Аналогично, для второго уравнения (7) определим элементы 14 строки матрицы **A** и элемент s_{14} матрицы-столбца **S**:

$$\begin{aligned} & \underbrace{[U]}_{a_{14,3}} \cdot \underbrace{\Phi_{3,k}}_{x_3} + \underbrace{[U]}_{a_{14,4}} \cdot \underbrace{\Phi_{4,k}}_{x_4} + \underbrace{[U]}_{a_{14,5}} \cdot \underbrace{\Phi_{5,k}}_{x_5} + \underbrace{[U]}_{a_{14,6}} \cdot \underbrace{\Phi_{6,k}}_{x_6} + \underbrace{[-U]}_{a_{14,9}} \cdot \underbrace{\Phi_{9,k}}_{x_9} + \underbrace{[-U]}_{a_{14,10}} \cdot \underbrace{\Phi_{10,k}}_{x_{10}} + \underbrace{[-U]}_{a_{14,11}} \cdot \underbrace{\Phi_{11,k}}_{x_{11}} + \underbrace{[-U]}_{a_{14,12}} \cdot \underbrace{\Phi_{12,k}}_{x_{12}} + \\ & + \underbrace{\left[r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right]}_{x_{14,15}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{\left[-\left(r^s + \frac{L^s}{\Delta t} \right) \right]}_{a_{14,14}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{14}} = \\ & = \underbrace{[U] \cdot (\Phi_{3,k-1} + \Phi_{4,k-1} + \Phi_{5,k-1} + \Phi_{6,k-1} - \Phi_{9,k-1} - \Phi_{10,k-1} - \Phi_{11,k-1} - \Phi_{12,k-1})}_{s_{14}} + \left(\frac{L^s}{\Delta t} \right) \cdot (i_{B,k}^s - i_{C,k}^s) + U_{BC,k}, \end{aligned}$$

Тогда:

$$a_{14,3} = a_{14,4} = a_{14,5} = a_{14,6} = U;$$

$$a_{14,9} = a_{14,10} = a_{14,11} = a_{14,12} = -U;$$

$$a_{14,14} = -KS;$$

$$a_{14,15} = KS;$$

Правая часть определяет свободный член s_{14} матрицы-столбца **S**:

$$s_{14} = [U] \cdot (\Phi_{3,k-1} + \Phi_{4,k-1} + \Phi_{5,k-1} + \Phi_{6,k-1} - \Phi_{9,k-1} - \Phi_{10,k-1} - \Phi_{11,k-1} - \Phi_{12,k-1}) + \left(\frac{L^S}{\Delta t}\right) \cdot (i_{B,k}^s - i_{C,k}^s) + U_{BC,k}$$

Наконец, сумма токов определяет элементы пятнадцатой строки матрицы **A** и элемент s_{15} матрицы-столбца **S**.

$$\underbrace{[1]}_{a_{15,13}} \cdot \underbrace{i_{A,k}^s}_{x_{13}} + \underbrace{[1]}_{a_{15,15}} \cdot \underbrace{i_{B,k}^s}_{x_{15}} + \underbrace{[1]}_{a_{15,14}} \cdot \underbrace{i_{C,k}^s}_{x_{14}} = \underbrace{0}_{s_{15}}$$

Окончательно, матрица **A** примет следующий вид, удобный для программирования в MatLab:

A=	B	C	D	0	0	0	0	0	0	0	-D	E	M	0	T
	E	B	C	D	0	0	0	0	0	0	0	-D	N	-T	0
	-D	E	B	C	D	0	0	0	0	0	0	0	-T	-M	0
	0	-D	E	B	C	D	0	0	0	0	0	0	0	-N	T
	0	0	-D	E	B	C	D	0	0	0	0	0	0	T	M
	0	0	0	-D	E	B	C	D	0	0	0	0	-T	0	N
	0	0	0	0	-D	E	B	C	D	0	0	0	-M	0	-T
	0	0	0	0	0	-D	E	B	C	D	0	0	-N	T	0
	0	0	0	0	0	0	-D	E	B	C	D	0	T	M	0
	0	0	0	0	0	0	0	-D	E	B	C	D	0	N	-T
	D	0	0	0	0	0	0	0	-D	E	B	C	0	-T	-M
	C	D	0	0	0	0	0	0	0	-D	E	B	T	0	-N
	U	U	0	0	-U	-U	-U	-U	0	0	U	U	KS	0	-KS
	0	0	U	U	U	U	0	0	-U	-U	-U	-U	0	-KS	KS
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

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

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

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

$$i_1^R = -\omega_n^s \cdot x_{13} - R_\delta \cdot x_{12} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_1 - R_\delta \cdot x_2;$$

$$i_2^R = -\omega_n^s \cdot x_{13} - R_\delta \cdot x_1 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_2 - R_\delta \cdot x_3;$$

$$i_3^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{14} - R_\delta \cdot x_2 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_3 - R_\delta \cdot x_4;$$

$$i_4^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{14} - R_\delta \cdot x_3 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_4 - R_\delta \cdot x_5;$$

$$i_5^R = -\omega_n^s \cdot x_{15} - R_\delta \cdot x_4 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_5 - R_\delta \cdot x_6;$$

$$i_6^R = -\omega_n^s \cdot x_{15} - R_\delta \cdot x_5 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_6 - R_\delta \cdot x_7;$$

$$i_7^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{13} - R_\delta \cdot x_6 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_7 - R_\delta \cdot x_8;$$

$$i_8^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{13} - R_\delta \cdot x_7 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_8 - R_\delta \cdot x_9;$$

$$i_9^R = -\omega_n^s \cdot x_{14} - R_\delta \cdot x_8 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_9 - R_\delta \cdot x_{10};$$

$$i_{10}^R = -\omega_n^s \cdot x_{14} - R_\delta \cdot x_9 + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{10} - R_\delta \cdot x_{11};$$

$$i_{11}^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{15} - R_\delta \cdot x_{10} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{11} - R_\delta \cdot x_{12};$$

$$i_{12}^R = -\omega_n^s \cdot (-1) \cdot x_{15} - R_\delta \cdot x_{11} + 2 \cdot R_\delta \cdot x_{12} - R_\delta \cdot x_1.$$

Электромагнитные усилия на зубцовом делении определяются по следующим формулам:

$$F_1 = \frac{x_2 - x_{12}}{2t_z} \cdot i_1^R; \quad F_2 = \frac{x_3 - x_1}{2t_z} \cdot i_2^R; \quad F_3 = \frac{x_4 - x_2}{2t_z} \cdot i_3^R;$$

$$F_4 = \frac{x_5 - x_3}{2t_z} \cdot i_4^R; \quad F_5 = \frac{x_6 - x_4}{2t_z} \cdot i_5^R; \quad F_6 = \frac{x_7 - x_5}{2t_z} \cdot i_6^R;$$

$$F_7 = \frac{x_8 - x_6}{2t_z} \cdot i_7^R; \quad F_8 = \frac{x_9 - x_7}{2t_z} \cdot i_8^R; \quad F_9 = \frac{x_{10} - x_8}{2t_z} \cdot i_9^R;$$

$$F_{10} = \frac{x_{11} - x_9}{2t_z} \cdot i_{10}^R; \quad F_{11} = \frac{x_{12} - x_{10}}{2t_z} \cdot i_{11}^R; \quad F_{12} = \frac{x_1 - x_{11}}{2t_z} \cdot i_{12}^R.$$

Суммарное усилие: $F_{\Sigma} = \sum_{n=1}^6 F_n.$

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

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

```
function AD_q_2
    % Начальные условия
    Rb=0.1003*10^7;
    rs=19;
    Ls=0.074;
    rr=9.269*10^-5;
    Lr=0.00372*10^-5;
    dt=0.001;
    tz=9.769*10^-3;
    m=1.9;
    v0=0;
    wn=200;
    f=50;
    w=2*pi*f;
    U=wn/dt;
    Um=310;
    X=zeros (15,1);
    F=0;
    K=input ('длительность цикла k=');
    for k=1: (K+1)
        v (1,k)=v0; % Создание вектор-строки для графика скорости
        f (1,k)=sum (F); % Создание вектор-строки для графика усилия
        uab=Um*cos (w* (k-1)*dt+2*pi/3);
        ubc=Um*cos (w* (k-1)*dt);

        % Заполнение матрицы A
        A=zeros (15);
        B=2*Rb* (rr+Lr/dt)+1/dt;
        C=-Rb* (rr+Lr/dt)+ (2*Rb*Lr+1)*v0/ (2*tz);
        D=-Rb*Lr*v0/ (2*tz);
        E=-Rb* (rr+Lr) - (2*Rb*Lr+1)*v0/ (2*tz);
        T=-wn*Lr*v0/ (2*tz);
        F1=-wn* (rr+Lr/dt);
        M=F1+T;
        N=-T+F1;
```

```

KS=rs+Ls/dt;
W=-wn*Lr/dt;
P=-Rb*Lr/dt;
Q= (2*Rb*Lr+1)/dt;
    % Заполнение матрицы сопротивлений
for n=1:12
    A (n,n)=B;
end;
for n=1:11
    A (n,n+1)=C;
    A (n+1,n)=E;
end;
for n=1:10
    A (n,n+2)=D;
    A (n+2,n)=-D;
end;
for n=1:2
    A (n,n+10)=-D;
    A (n+10,n)=D;
end;
A (1,12)=E;
A (12,1)=C;

    % Заполнение столбцов 13,14 и 15 матрицы A
for n=1:2
    A (4-n,n+12)=-T;
    A (6-n,n+13)=T;
    A (10-n,n+12)=T;
    A (12-n,n+13)=-T;
    A (n,13)= (2-n)*M+ (n-1)*N;
    A (n+2,14)= (n-2)*M+ (1-n)*N;
    A (n+4,15)= (2-n)*M+ (n-1)*N;
    A (n+5,13)= (n-2)*T+ (1-n)*M;
    A (n+8,14)= (2-n)*M+ (n-1)*N;
    A (n+10,15)= (n-2)*M+ (1-n)*N;
end;
A (1,15)=T;
A (7,15)=-T;
A (8,13)=-N;
A (12,13)=T;

for n=1:2
    A (12+n,12+n)= ((-1)^(n+1))*KS;
    A (12+n,15)= ((-1)^n)*KS;
end;
for n=1:3
    A (15,n+12)=1
end;

    % Заполнение строк 13 и 14 матрицы A
for n=1:4
    A (13,n+4)=-U;
    A (14,n+2)=U;
    A (14,n+8)=-U;
end;
for n=1:2

```

```

A (13,n)=U;
A (13,n+10)=U;
end;

% Матрица свободных членов
S= [W*X (13)+P* (X (12)+X (2))+Q*X (1);
W*X (13)+P* (X (1)+X (3))+Q*X (2);
W* (-1)*X (14)+P* (X (2)+X (4))+Q*X (3);
W* (-1)*X (14)+P* (X (3)+X (5))+Q*X (4);
W*X (15)+P* (X (4)+X (6))+Q*X (5);
W*X (15)+P* (X (5)+X (7))+Q*X (6);
W* (-1)*X (13)+P* (X (6)+X (8))+Q*X (7);
W* (-1)*X (13)+P* (X (7)+X (9))+Q*X (8);
W*X (14)+P* (X (8)+X (10))+Q*X (9);
W*X (14)+P* (X (9)+X (11))+Q*X (10);
W* (-1)*X (15)+P* (X (10)+X (12))+Q*X (11);
W* (-1)*X (15)+P* (X (11)+X (1))+Q*X (12);
(X (1)+X (2)-X (5)-X (6)-X (7)-X (8)+X (11)+X (12))*U+ (Ls/dt)* (X (13)-X (15))+Uab;
(X (5)+X (6)-X (11)-X (12)-X (9)-X (10)+X (3)+X (4))*U+ (Ls/dt)* (X (15)-X (14))+Ubc;
0];

% Решение методом Гаусса-Жордана
Z=rref ([A S]);
X=Z (1:15,16:16);

% Матрица токов ротора
Ir= [-wn*X (13)-Rb*X (12)+2*Rb*X (1)-Rb*X (2);
- wn*X (13)-Rb*X (1)+2*Rb*X (2)-Rb*X (3);
- wn* (-1)*X (14)-Rb*X (2)+2*Rb*X (3)-Rb*X (4);
- wn* (-1)*X (14)-Rb*X (3)+2*Rb*X (4)-Rb*X (5);
- wn*X (15)-Rb*X (4)+2*Rb*X (5)-Rb*X (6);
- wn*X (15)-Rb*X (5)+2*Rb*X (6)-Rb*X (7);
- wn* (-1)*X (13)-Rb*X (6)+2*Rb*X (7)-Rb*X (8);
- wn* (-1)*X (13)-Rb*X (7)+2*Rb*X (8)-Rb*X (9);
- wn*X (14)-Rb*X (8)+2*Rb*X (9)-Rb*X (10);
- wn*X (14)-Rb*X (9)+2*Rb*X (10)-Rb*X (11);
- wn* (-1)*X (15)-Rb*X (10)+2*Rb*X (11)-Rb*X (12);
- wn* (-1)*X (15)-Rb*X (11)+2*Rb*X (12)-Rb*X (1)];

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

% Скорость
v0=v0+ (sum (F)/m)*dt;
end;

```

```

% Построение графиков
k=0: (к);
subplot (2,1,1);
plot (k*dt,v);title ('Скорость');
xlabel ('t, с');
ylabel ('v, м/с');
grid on
subplot (2,1,2);
plot (k*dt,f);
title ('Электромагнитное усилие');
xlabel ('t, с');
ylabel ('F, Н');
grid on
end
    
```

Результаты моделирования представлены в таблице 1, а также на рис. 3 и 4.

Таблица 1. Результаты расчета

k = 1					k = 2				
	X	S	$i'_{n,k}$	$F_{n,k}$		X	S	$i'_{n,k}$	$F_{n,k}$
ϕ_1	-1,74E-05	-0,001	147,78	0,57	ϕ_1	-4,88E-05	-0,011	323,19	1,88
ϕ_2	-2,91E-06	0,002	44,55	0,19	ϕ_2	-2,16E-05	-0,001	171,12	1,28
ϕ_3	6,81E-05	0,022	-347,01	-1,39	ϕ_3	9,77E-05	0,055	-321,33	-2,22
ϕ_4	7,54E-05	0,024	-413,91	-0,36	ϕ_4	0,000113	0,06	-442,01	-1,1
ϕ_5	8,55E-05	0,024	-494,79	-0,07	ϕ_5	0,000146	0,067	-644,53	-0,71
ϕ_6	7,83E-05	0,021	-458,47	1,59	ϕ_6	0,000135	0,061	-613,13	3,06
ϕ_7	1,74E-05	0,001	-147,78	0,57	ϕ_7	4,88E-05	0,011	-323,19	1,88
ϕ_8	2,91E-05	-0,002	-44,55	0,19	ϕ_8	2,16E-05	0,001	-171,12	1,28
ϕ_9	-6,81E-05	-0,02	347,01	-1,39	ϕ_9	-9,77E-05	-0,05	321,33	-2,22
ϕ_{10}	-7,54E05	-0,02	413,91	-0,36	ϕ_{10}	-0,00011	-0,06	442,01	-1,105
ϕ_{11}	-8,55E-05	-0,02	494,79	-0,07	ϕ_{11}	-0,00014	-0,06	644,53	-0,71
ϕ_{12}	-7,83E-05	-0,02	458,47	1,59	ϕ_{12}	-0,0001	-0,06	613,13	3,06
I_a	-0,51	-358,98	$F_{\Sigma k}$	0,064	I_a	-1,31	-583,89	$F_{\Sigma k}$	1,061
I_c	-2,05	552,29			I_c	-2,12	715,37		
I_b	2,56	0			I_b	3,44	0		

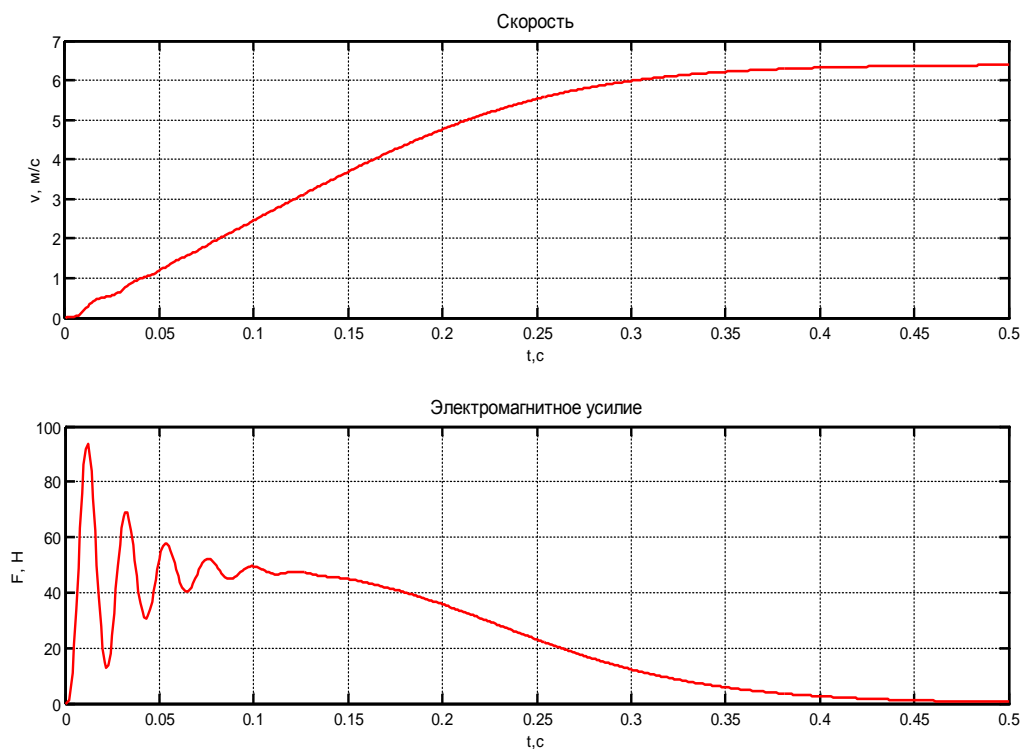


Рис. 3. Результат моделирования асинхронного двигателя в режиме прямого пуска

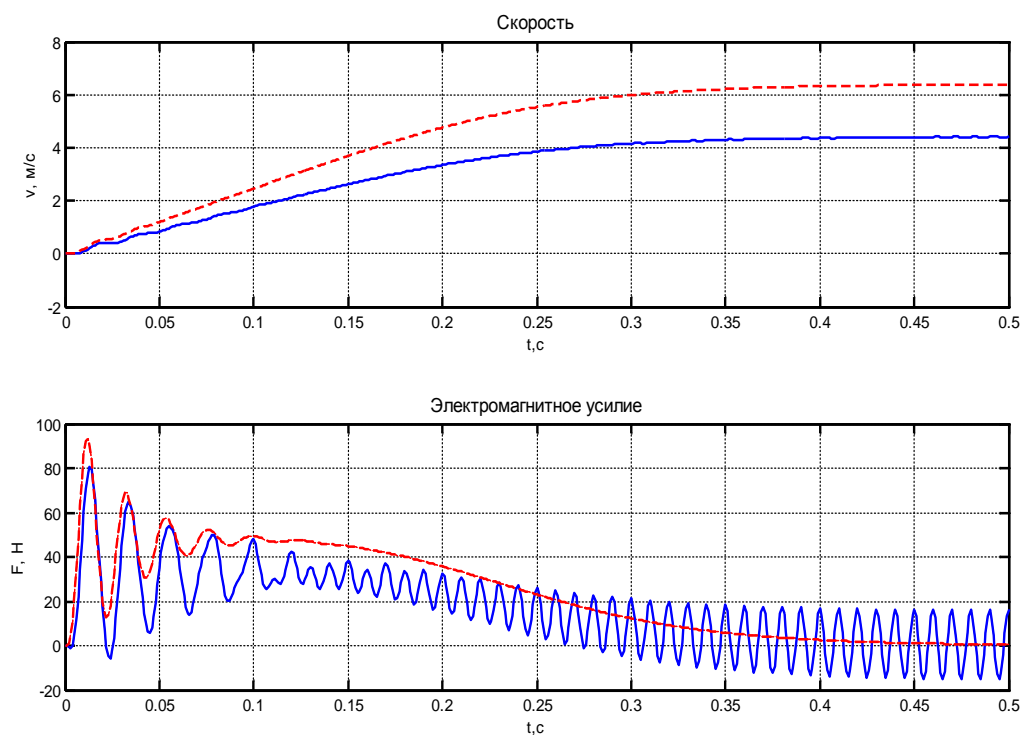


Рис. 4. Сравнение характеристик $F(t)$ и $v(t)$ линейного () и кругового (- -) асинхронных двигателей для $2p = 2$ и $q = 2$

Как и следовало ожидать, в линейном асинхронном двигателе (рис. 4) с увеличением скорости возрастают тормозные усилия от взаимодействия токов в подвижном элементе с неподвижным в пространстве и пульсирующим во времени потоками индуктора, возникающими вследствие разомкнутости магнитопровода. Это, в свою очередь, приводит к снижению скорости подвижного элемента (ротора), как это и было отмечено в [1].

Литература:

1. Сарапулов Ф.Н., Емельянов А.А., Иваницкий С.В., Резин М.Г. Исследование электромеханических переходных процессов линейного асинхронного короткозамкнутого двигателя // *Электричество*. — 1982. — № 10. — С. 54–57.
2. Емельянов А.А., Богатов Е.А., Клишин А.В., Медведев А.В., Симонович В.Г. Математическая модель линейного асинхронного двигателя на основе магнитных схем замещения // *Молодой ученый*. — 2010. — № 5. — с. 14–22.
3. Емельянов А.А., Медведев А.В., Богатов Е.А., Кобзев А.В., Бочкарев Ю.П. Программирование линейного асинхронного двигателя в MATLAB // *Молодой ученый*. — 2013. — № 3. — С. 129–143.
4. Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Бочкарев Ю.П., Евдокимов О.В. Моделирование асинхронного двигателя с помощью магнитных и электрических схем замещения // *Молодой ученый*. — 2013. — № 4. — С. 1–10.
5. Ануфриев И.Е. и др. MATLAB 7 / Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 1104 с.

Методика проведения исследований газоконденсатной смеси и построения кривых дифференциальной конденсации

Шевелев Александр Павлович, кандидат физико-математических наук, доцент;
Тигеев Максим Юрьевич, аспирант;
Киселев Данила Алексеевич, студент
Тюменский государственный университет

Разработка газоконденсатных месторождений требует качественного изучения фазовых превращений, происходящих в пласте. Явления фазовых превращений формируют целый ряд особенностей поведения газоконденсатных систем в процессе их разработки. Учет их способствует выбору рациональных решений, обеспечивающих осуществление разработки месторождений с максимальным эффектом. В этой связи важное значение приобретает изучение особенностей газоконденсатных систем, возможность прогнозирования их поведения при различных способах разработки. Эта задача выполняется при помощи комплексного исследования газоконденсатных месторождений, охватывающего термодинамические, геолого-промысловые, газодинамические и гидрогеологические исследования залежей. В настоящей статье остановимся более подробно на термодинамических исследованиях в лаборатории.

При исследовании в лаборатории процессов фазовых превращений углеводородной смеси соблюдают термодинамическое подобие тем процессам, которые происходят в пласте.

Соотношения объемов газовой и жидкой фаз измеряют при контактной и дифференциальной конденсации. При контактной конденсации масса и состав газоконденсатной смеси остаются постоянными, а давление снижают, перемещая поршень в бомбе PVT, т.е. изменяя ее объем. При дифференциальной конденсации газ выпускают из бомбы PVT, не изменяя ее объема.

В данной работе проведен лабораторный эксперимент по изучению пластовых потерь конденсата методом дифференциальной конденсации на установке для исследования газоконденсатных смесей УФР-2. Процесс дифференциальной конденсации имитирует отбор газа из месторождения, так как соблюдается условие постоянства объема PVT бомбы.

Описание установки УФР-2

Основным узлом установки является бомба равновесия (3), корпус которой состоит из двух цилиндров: верхнего — газового (2) и нижнего — жидкостного (9). Пространства со стороны штоков цилиндров связаны обводной трубкой (6), уменьшающей осевые усилия на поршни и обеспечивающей синхронное их перемещение при механическом воздействии на поршень (8) жидкостного цилиндра. Привод поршня (8) осуществляется от синхронного двигателя через редуктор и безлюфтовую передачу винт-гайка (10).

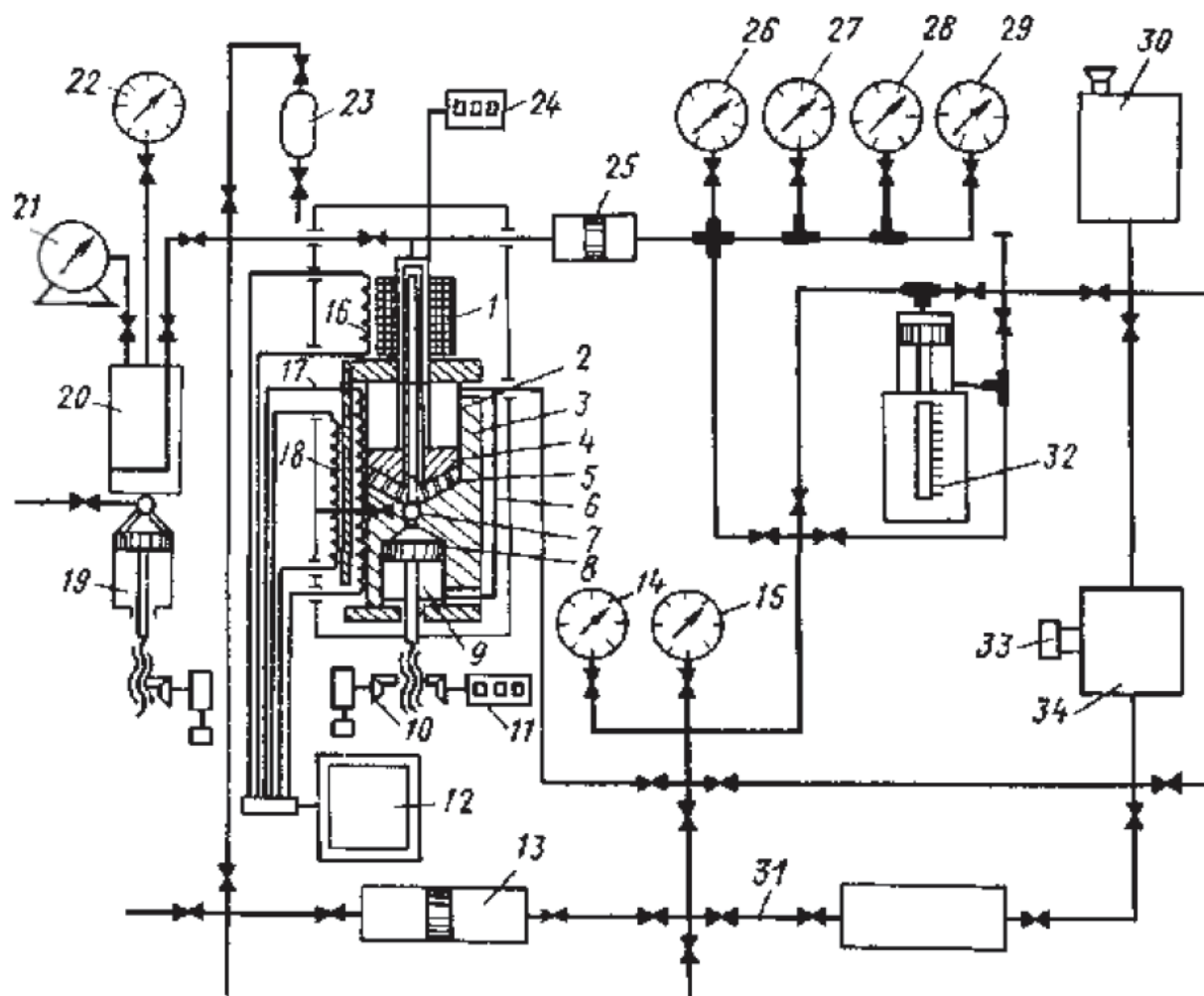


Рис. 1. Схема установки УФР-2 для исследования газоконденсатных смесей. 1 – электромагнит; 2 – цилиндр газовый; 3 – камера PVT; 4 – шток поршня; 5 – мешалка электромагнитная; 6, 31 – трубки обводные; 7 – стекло смотровое; 8 – поршень; 9 – цилиндр жидкостный; 10 – передача безлюфтовая; 11, 24 – указатели объема; 12 – потенциометр; 13, 25 – контейнер поршневой; 14, 22, 26–29 – манометры образцовые; 15 – манометр электроконтактный; 16, 17, 18 – электронагреватели; 19 – плунжер измерительный; 20 – сепаратор; 21 – счетчик; 23 – пробоотборник газа (пикнометр); 30 – бачок напорный; 32 – гидропресс; 33 – насос масляный; 34 – ресивер

Объем жидкой фазы отсчитывают по счетчику указателя объема (11). Сельсин-приемник счетчика дистанционно связан с сельсин-датчиком привода и соединен со счетчиком конической передачей, рассчитанной так, что полный объем замеряют в тот момент, когда уровень жидкой фазы находится в середине смотрового стекла.

Объем газовой фазы отсчитывают по счетчику указателя объема (24). Сельсин-датчик счетчика закреплен на валу двигателя, имеющего контактное устройство, которое включает двигатель при перемещении штока (4) поршня газового цилиндра. Сельсин-приемник соединен со счетчиком газа цилиндрической передачей, рассчитанной таким образом, что объем жидкой фазы отсчитывают в единицах объема.

В газовом цилиндре проба перемешивается электромагнитной мешалкой (5), ось которой является сердечником электромагнитной катушки (1).

Раздел фаз исследуемой пробы фиксируется визуально на зеркале, отражающем луч света от осветителя, который проходит через смотровое окно бомбы равновесия.

Бомбу PVT нагревают электронагревателем (17). Стабилизация температуры в исследуемой пробе осуществляется электронагревателем (18). Нагреватель 9160 предусмотрен для того, чтобы не выпадал конденсат при отборе пробы через шток из цилиндра газовой фазы, и не было оттока теплоты, с его помощью температура по всему пути движения газа поддерживается равной температуре внутри бомбы или 1–2 градуса выше.

Температура в бомбе равновесия регулируется потенциометром (12) с помощью трех термопар, расположенных у спиралей нагревателей. Давление в гидросистеме и рабочей камере бомбы создается масляным насосом (33) и гидропрессом (32) с механическим приводом. Ресивер (34) установлен в системе для сглаживания пульсаций при работе масляного насоса.

Гидропресс обеспечивает также автоматическое поддержание заданного давления: для этого он снабжен обводной линией (31). При открытой обводной линии пресс создает давление до 80 МПа, при закрытой — до 160 МПа. Гидропресс включается в режим регулирования поршневым разделителем (25), снабженным электрическим индикатором.

Регулирование ведут по заданному давлению (манометры 26–29). Давление в системе контролируют по манометру (14), а защита от превышения давления осуществляется электроконтактным манометром (15).

Для определения выхода конденсата из газа по мере снижения давления при различных режимах сепарации в нижней части сепаратора (20) вмонтированы смотровое стекло с осветителем и измерительный плунжер (19). Давление в сепараторе регистрирует манометр (22), а количество отобранного из системы газа — счетчик (21).

Рабочую жидкость подают в систему из напорного бачка через гидропресс и масляный насос. При помощи поршневого контейнера заполняют бомбы газом и повышают давление.

Установка снабжена специальным термостатируемым пикнометром высокого давления (23) для отбора пробы паровой фазы при различных режимах работы.

Методика исследования на установке УФР-2

При полностью вдвинутом поршне и нижнем плунжере бомбу вакуумируют до 3350 Па и заполняют пробой газа из баллона. Под давлением газа поршень уходит в крайнее верхнее положение. После выравнивания давления в бомбе и баллоне последний отключают от бомбы и подключают к поршневому контейнеру, с помощью которого дополнительно подают необходимое количество газа.

Контейнер заполняют газом до остаточного давления пробы в баллоне, затем перекрывают баллон, а контейнер соединяют с масляным насосом и, подняв в нем давление выше, чем давление в бомбе, пробу газа передавливают в бомбу. Затем контейнер отключают от бомбы и соединяют с баллоном, чтобы вытеснить гликоль из контейнера в напорный бачок. Далее цикл повторяется снова, пока в бомбе не будет создано давление, необходимое для проведения опыта.

Загрузив в бомбу необходимое количество газовой пробы, рассчитывают объем жидкости, необходимый для закачки, и измерительным прессом передавливают ее в бомбу. После загрузки бомбы включают обогрев и по достижении определенной температуры опыта включают мешалку. Постоянное давление в бомбе поддерживается верхним поршнем, который перемещается под давлением гликоля, нагнетаемого насосом в камеру бомбы. Заключенную между крышкой цилиндра и поршнем.

Пробу перемешивают до тех пор, пока не установится фазовое равновесие при заданных температуре и давлении.

Для определения пластовых потерь конденсата в бомбе устанавливается фазовое равновесие газоконденсатной смеси при пластовых давлениях и температуре. Затем создают условия для дифференциальной конденсации путем выпуска газа из PVT бомбы. Эта операция производится поэтапно, причем первые 10% снижения давления осуществляются небольшими ступенями (1–1,5 МПа). В дальнейшем этапы снижения давления в бомбе устанавливаются из расчета получения 6–8 точек для построения кривой, отображающей пластовые потери конденсата. По окончании каждого этапа снижения давления газоконденсатная смесь перемешивается и отстаивается до установления фазового равновесия в системе (до постоянства объема жидкой фазы).

На каждом этапе, после установления фазового равновесия в системе, фиксируется объем жидкой и паровой фазы в бомбе PVT и соответствующее давление. Пластовые потери сырого конденсата на i -ом этапе определяются как отношение объема образовавшейся жидкости $V_{жи}$ к объему бомбы PVT V_0 :

$$K_{pi} = \frac{V_{жи}}{V_0}$$

Результатом эксперимента является график зависимости пластовых потерь конденсата от давления — кривая дифференциальной конденсации.

В результате проведения лабораторных экспериментов по исследованию дифференциальной конденсации пластовых проб с различных месторождений получены следующие зависимости:

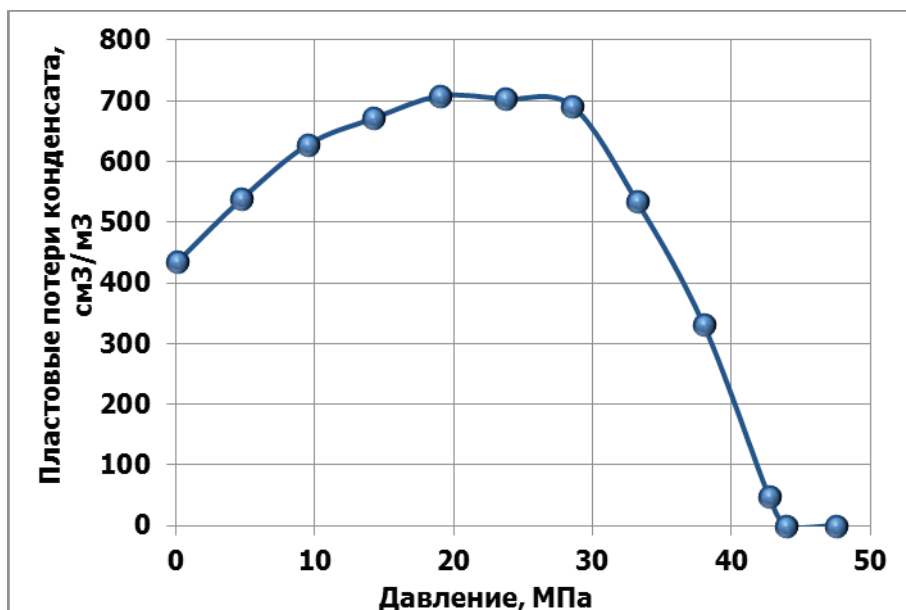
Месторождение Оренбургской области.

Скважина № 555. Пласт D_{IV}.

Пластовое давление 484 кгс/см² (47.5 МПа).

Пластовая температура 97 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 43.9 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 21 МПа.

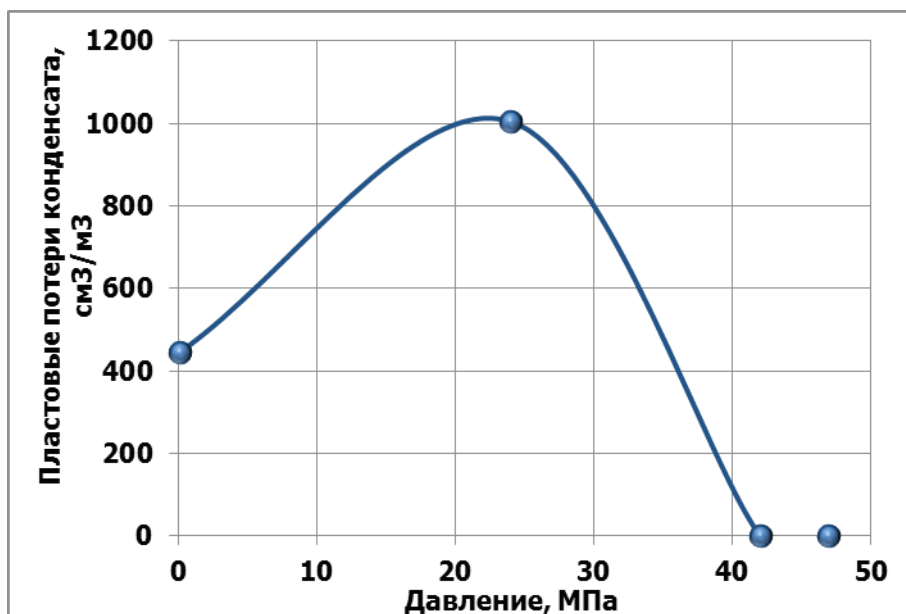
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 434.8 см³/м³ или 350 г/м³.

Скважина № 555. Пласт D_{IV}.

Пластовое давление 478 кгс/см² (46.9 МПа).

Пластовая температура 97 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 42 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 24 МПа.

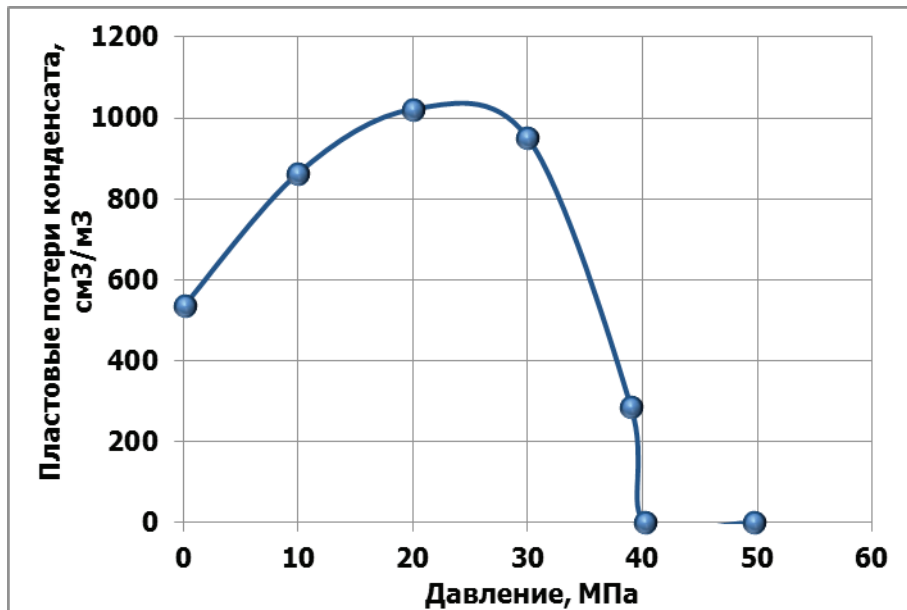
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 445 см³/м³ или 361 г/м³.

Скважина № 565. Пласт D_{IV}.

Пластовое давление 49.7 МПа.

Пластовая температура 95 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 40.2 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 20 МПа.

При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 537.2 см³/м³ или 436.5 г/м³.

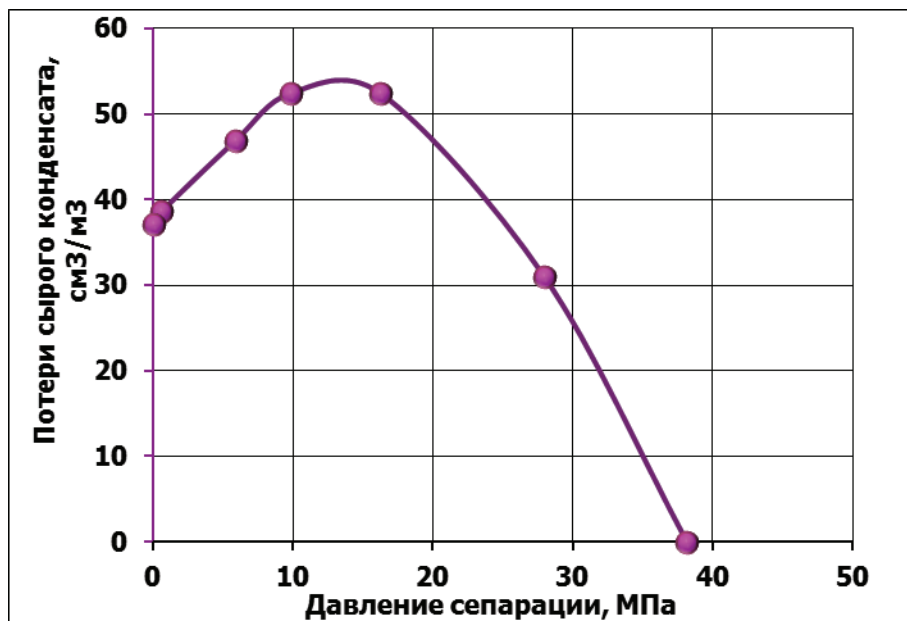
Месторождение Саратовской области № 1.

Скважина № 5. Пласт D_{2V}.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 38.2 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 16.3 МПа.

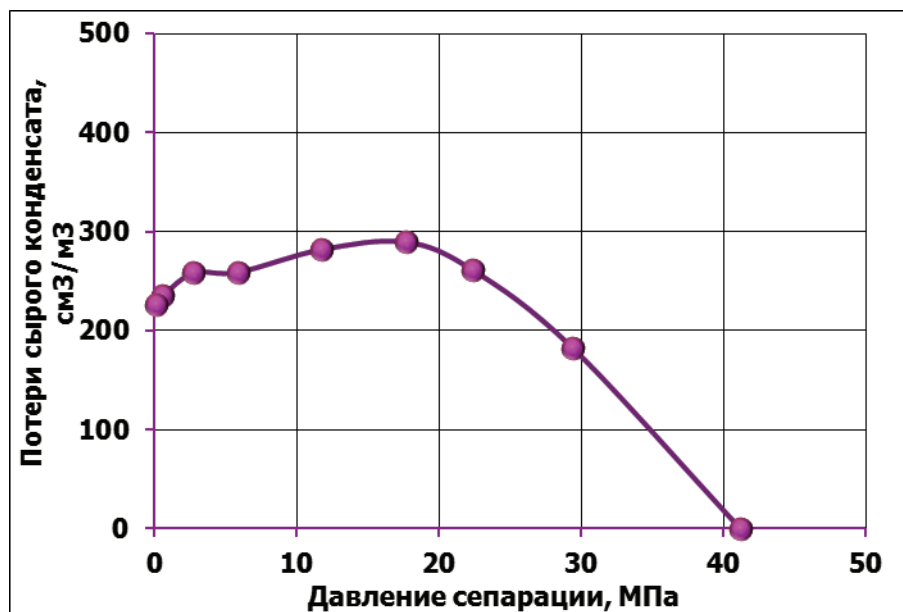
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 37.2 см³/м³.

Скважина № 11. Пласт D₂V.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 41.2 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 17.7 МПа.

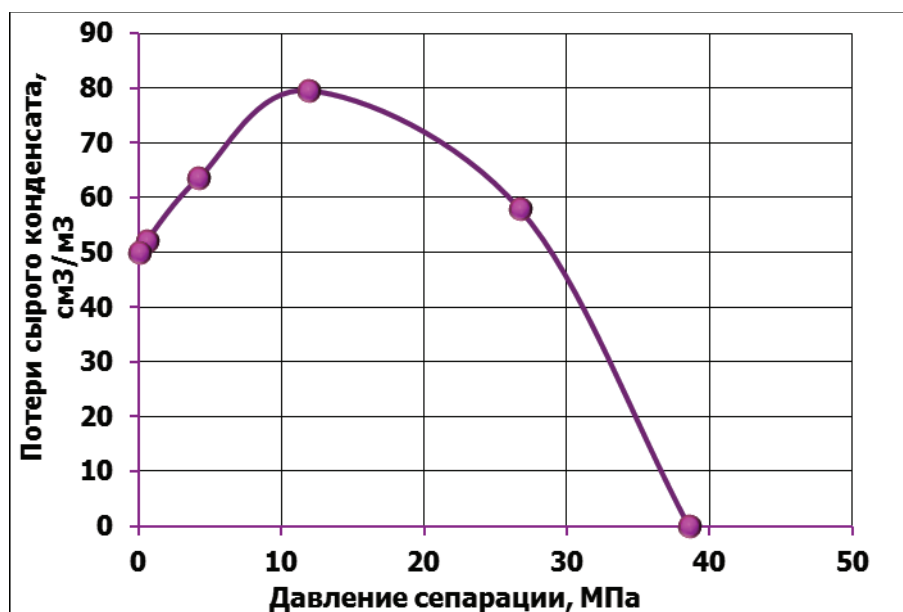
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 235 см³/м³.

Скважина № 4. Пласт D₂V.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 38.5 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 12 МПа.

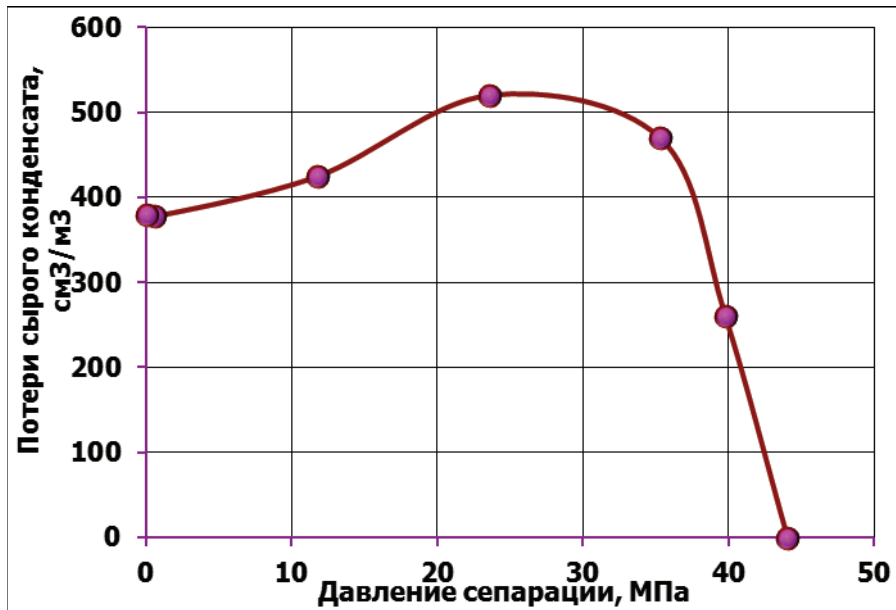
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 52.2 см³/м³.

Скважина № 1. Пласт D₂IVb.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 44 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 23.5 МПа.

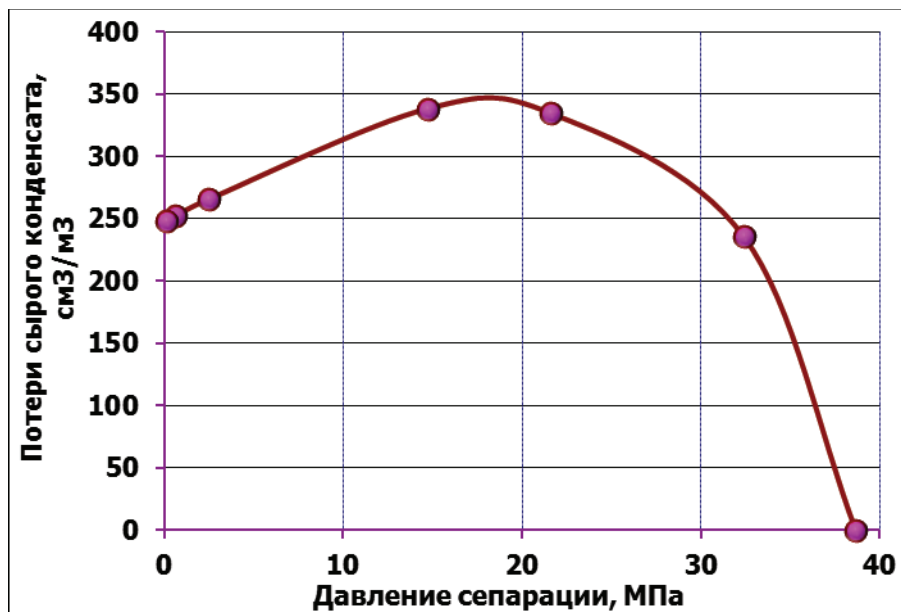
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 377.3 см³/м³.

Скважина № 3. Пласт D₂IVb.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 38.7 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 21.6 МПа.

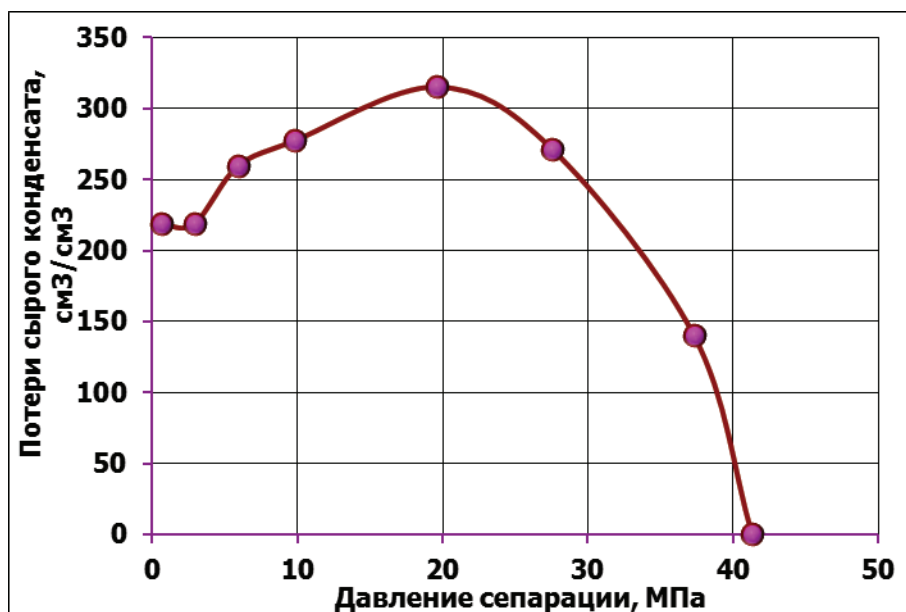
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 252.2 см³/м³.

Скважина № 3. Пласт D₂IVb.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 41.3 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 19.6 МПа.

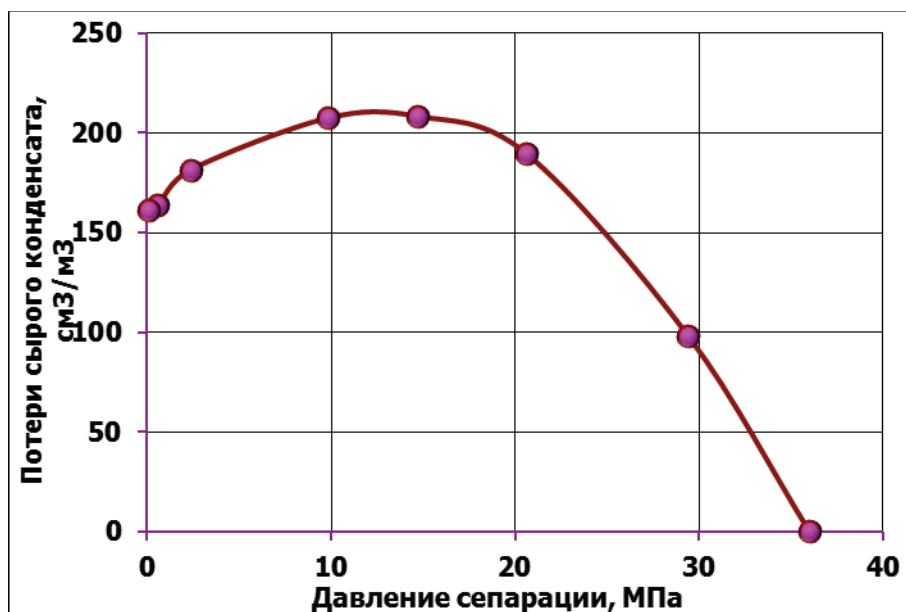
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 218.6 см³/м³.

Скважина № 10. Пласт D₂IVb.

Пластовое давление 46.4 МПа.

Пластовая температура 94 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 36 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 14.7 МПа.

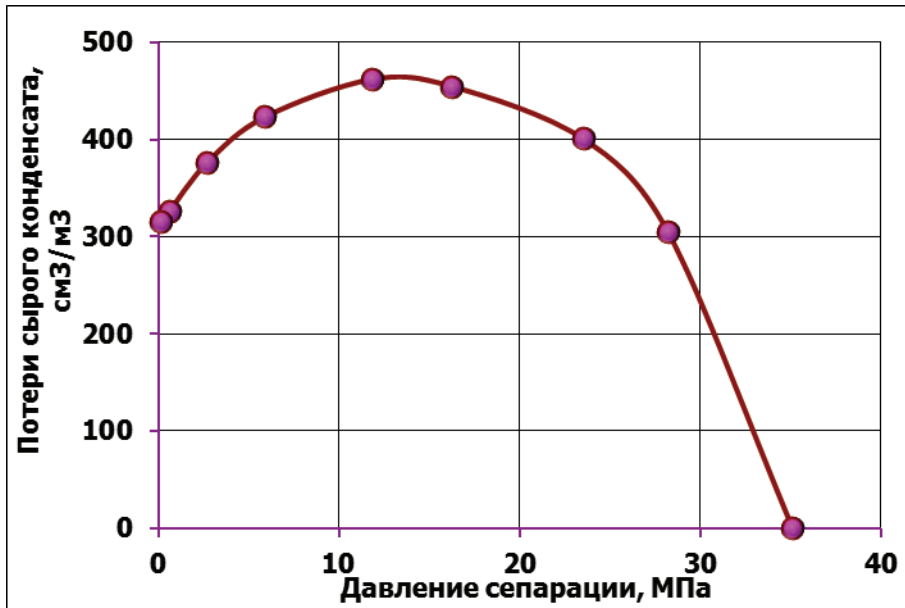
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 163.9 см³/м³.

Скважина № 4. Пласт D₃ tm-psh.

Пластовое давление 45.5 МПа.

Пластовая температура 90 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 35.1 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 11.8 МПа.

При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 328.2 см³/м³.

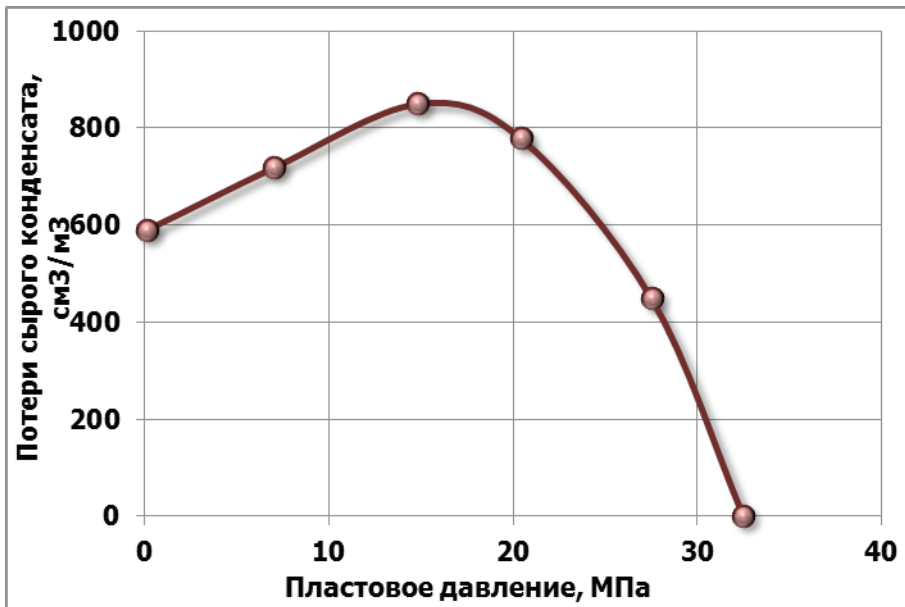
Месторождение Саратовской области № 2.

Скважина № 11. Пласт D₃ tm-psh.

Пластовое давление 32.6 МПа.

Пластовая температура 85 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 32.5 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 18.4 МПа.

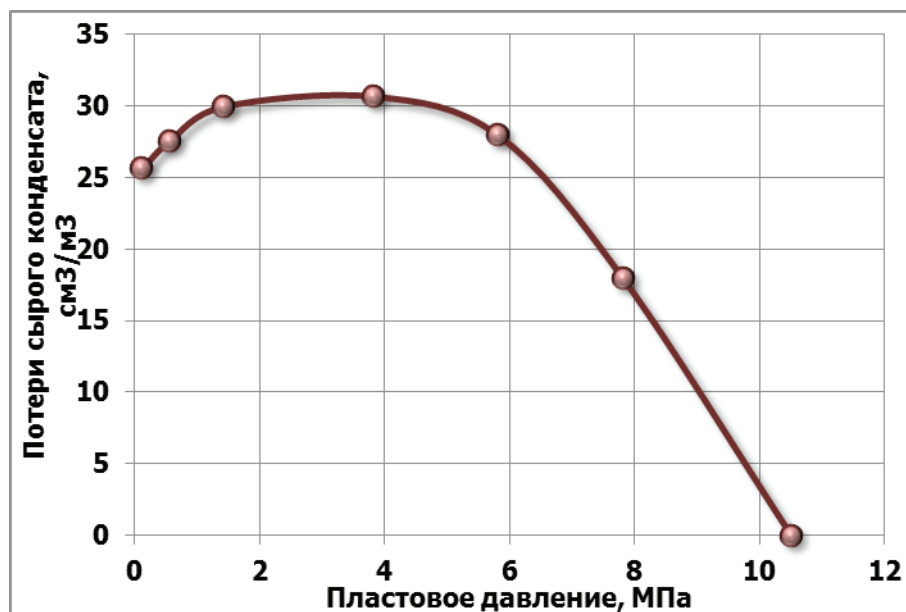
При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 590.2 см³/м³.

Скважина № 10П. Пласт D₂ vбV.

Пластовое давление 34,8 МПа.

Пластовая температура 92 °С.

Кривая дифференциальной конденсации:



Давление начала конденсации 10,5 МПа.

Давление максимальной конденсации соответствует 3,8 МПа.

При остаточном давлении 1 атм. количество выпавшего конденсата равно 25,7 см³/м³.

По полученным данным определены давления начала конденсации, которое составляет по месторождению Оренбургской области в среднем 42 МПа, по месторождению Саратовской области № 1 в среднем 38,7 МПа. Давление максимальной конденсации, которое составляет в среднем 21,7 МПа по месторождению Оренбургской области и 17,5 МПа по месторождению Саратовской области № 1. Пластовые потери конденсата (количество выпавшего при остаточном давлении 0,1 МПа) составили по месторождению Оренбургской области в среднем 472,3 см³/м³, по месторождению Саратовской области № 1 в среднем 208,5 см³/м³. По месторождению Саратовской области № 2 были проведены исследования на двух пробах с тимано-пашийского и воробьевского горизонтов и получены различные результаты, что позволяет сделать вывод о различном составе газоконденсатной смеси на этих горизонтах.

Полученные показатели необходимы для принятия рациональных решений при проектировании и разработке газоконденсатных месторождений на начальной стадии разработки.

Однако экспериментальное исследование дифференциальной конденсации газоконденсатной смеси очень трудоемкий и дорогостоящий процесс, который целесообразно проводить на крупных месторождениях. В настоящее время в разработку вовлекается все больше мелких месторождений, для которых проведение исследований по изучению дифференциальной конденсации не рентабельны. Поэтому актуальным направлением исследований является математическое моделирование процесса дифференциальной конденсации газоконденсатной смеси на основе расчета фазового равновесия многокомпонентных углеводородных систем.

Литература:

1. Ширковский А.И. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений — М.: Недра, 1987. — 309 с.
2. Гиматулинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта Изд. 3-е перераб. и доп. — М.: Недра, 1982. — 311 с.

Чувствительность переходов ZnO/ZnO:Fe к этанолу

Якушова Надежда Дмитриевна, студент
Пензенский государственный университет

Димитров Димитр Ценов, доктор физико-математических наук, доцент
University of Sofia, Sofia 1164, Bulgaria

Снижение рабочих температур и повышение чувствительности и селективности — одни из основных задач современной газовой сенсорики. В настоящее время промышленностью выпускаются сенсоры, полученные с помощью дорогостоящих методов, использующих оборудование создания и поддержания определенного уровня вакуума в рабочей камере [1–6]. Основной из них — метод магнетронного распыления. В качестве альтернативы традиционным методам перспективны методы золь-гель-технологии, использующие при формировании газочувствительных слоев, как операции центрифугирования, так и окусания [7–12].

Достоинством золь-гель методов для получения газочувствительных сенсоров является возможность получения сетчатых иерархических структур с геометрическими размерами ветвей, соизмеримых со значением дебаевской длины экранирования. При этом обеспечивается высокая равномерность распределения чувствительных наноэлементов иерархических структур по поверхности адсорбента [13–15].

В работе исследуются газочувствительные свойства интерфейсных областей с развитым нанорельефом между фрактальными слоями ZnO и ZnO:Fe — рисунок 1, а. Нижний слой представляет фрактальную структуру из нелегированного оксида цинка, занимающего 2/3 поверхности подложки из ситалла, а верхний — фрактальную структуру оксида цинка, легированного железом в различных концентрациях. Оба фрактальных слоя получены с помощью золь-гель-технологии. Плёнкообразующие золи получали путём растворения хлорида цинка и сульфата железа бутаноле-1 с добавлением соляной кислоты в качестве катализатора. Нанесение плёнок из золь-гелей осуществлялось способом погружения покрываемого образца в пленкообразующий раствор. Для получения желаемой толщины плёнок проводилось многократное погружение с последующей сушкой в течение 30 минут при 80°C после каждого. Из литературных данных известно, что структуры имеют развитую пористо-фрактальную поверхность, ветви сеток состоят из квазисферических кластерных образований. Такие структуры типичны при получении в результате спонтанного распада на две фазы — спинодального распада [16, 17]. Исследованные методом АСМ образцы, полученные мной в ходе работы, имели подобную морфоструктуру поверхности — рисунок 1, б.

Изучение газочувствительных и электрофизических свойств изготовленных структур производилось путём измерения термо-ЭДС, причём горячий конец термодатчика представляет собой контакт на слое ZnO вблизи интер-

фейса ZnO/ZnO:Fe, а холодные — контакты на поверхности ZnO:Fe и ZnO.

Анализ концентрационной зависимости термо-ЭДС при детектировании этанола, получен с помощью автоматизированной установки. Интересно отметить, что во всем исследованном диапазоне концентраций этанола термо-ЭДС структуры ZnO — ZnO:Fe в случае двух погружений для формирования верхнего слоя, имеет отрицательное значение и меняется от –6,6 мВ в отсутствии паров до –2,4 мВ при концентрации паров этанола 3000 ppm. Для структуры ZnO/ZnO:Fe в случае трёх погружений для формирования верхнего слоя, термо-ЭДС имеет положительное значение в диапазоне от 0,9 мВ в отсутствии паров до 2,8 мВ при концентрации паров этанола 3000 ppm. В обоих случаях термо-ЭДС структуры достигает насыщения при концентрации этанола в районе 2000 ppm.

Для качественного объяснения полученных результатов воспользуемся подходом, предложенным в [18]. Допустим, толщина нижнего слоя ZnO h_1 много больше длины экранирования Дебая в оксиде цинка ($h_1 \gg L_D$), толщина плёнки ZnO:Fe h_2 много меньше длины экранирования Дебая ($h_2 \ll L_D$). Данное приближение оправдано при формировании нижнего слоя пятью и более погружениями, а формировании нижнего — не более трёх. Разработанная модель позволяет качественно объяснить ход чувствительности от концентрации этанола, а также найти модуль термо-ЭДС при различных соотношениях концентраций носителей заряда в верхней и нижней пленках. Максимум чувствительности, причем для трёхслойного образца он смещён в область низких температур.

В заключении отметим, что предложенная качественная модель позволяет описать характер изменения свойств сенсорных структур [19–23]. Модель описывает линейный характер возрастания термо-ЭДС с ростом перепада температур, а также наличие максимума сигнала в определенном температурном интервале и смещение его в область более низких температур при увеличении концентрации железа. Вид наноструктурированной поверхности контакта не позволял надеяться на количественное описание экспериментальных результатов столь простых модельных предположений. Как правило, в термоэлектрических материалах с нанорельефом приходится учитывать особенности явлений переноса с учетом целого семейства значений характерных длин. Кроме дебаевской длины экранирования вводятся характерные длины изменения температуры (отношение значения температуры на значение градиента температуры). Эти характерные длины изменения температуры сравниваются с характер-

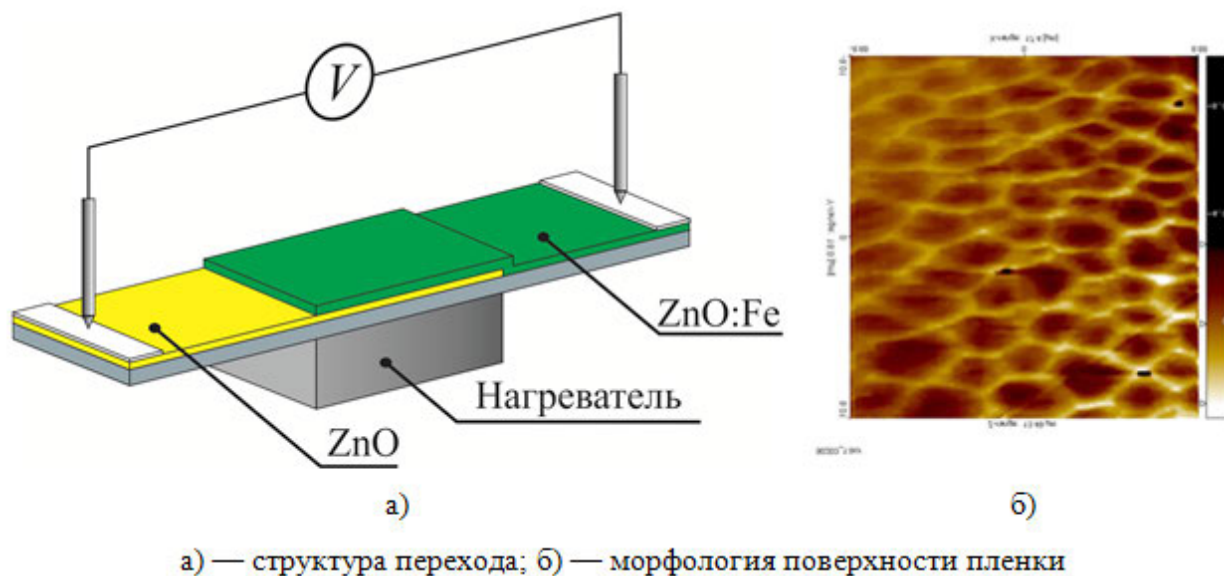


Рис. 1. Переход ZnO/ZnO:Fe

ными длинами свободного пробега носителей заряда по импульсам, значением характерной диффузионной длины, значением рекомбинационной длины и др. Физика описания процессов переноса резко осложняется. Но в области невысоких значений температуры, а точнее низких значений градиента температуры, влияние этих эффектов

незначительно. Фактически модель, описывающая термоэлектрические свойства сенсора, учитывает только особенность допирования ZnO атомами Fe. При этом предполагается, что при растворении Fe в ZnO в виде Fe_2O_3 образуется твердый раствор замещения, а атомы железа играют роль доноров.

Литература:

1. Якушова Н.Д. Методы синтеза пленок модифицированного диоксида олова и их сенсорные свойства // Молодой ученый. 2013. №2. С. 9–14;
2. Аверин И.А., Никулин А.С., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Чувствительный элемент газового сенсора с наноструктурированным поверхностным рельефом // Датчики и системы. – 2011. – №2. – 24–27;
3. Грачёва И.Е., Мошников В.А., Пронин И.А. Исследование материалов на основе диоксида кремния в условиях кинетики самосборки и спинодального распада двух видов // Нанотехника. – 2011. – №2. – с. 46–54;
4. Аверин И.А., Карпова С.С., Никулин А.С., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Управляемый синтез тонких стекловидных пленок // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – №1. – с. 23–25;
5. Пронин И.А., Аверин И.А., Димитров Д.Ц., Крастева Л.К., Папазова К.И., Чаначев А.С. Исследование чувствительности к этанолу переходов ZnO – ZnO:Fe на основе тонких наноструктурированных пленок, полученных с помощью золь-гель-технологии // Нано- и микросистемная техника. – 2013. – №3 – С. 6–10;
6. Пронин И.А., Аверин И.А., Александрова О.А., Мошников В.А. Модифицирование селективных и газочувствительных свойств резистивных адсорбционных сенсоров путем целенаправленного легирования // Датчики и системы. – 2013. – №3. – С. 13–16;
7. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Влияние типа и концентрации собственных дефектов на структуру и свойства диоксида олова // Нано- и микросистемная техника. 2013. – №1. – С. 27–29;
8. Аверин И.А. Пронин И.А. Особенности фазового состояния неравновесных термодинамических систем полимер-растворитель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – №2. – С. 163–170;
9. Аверин И.А., Александрова О.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Типы фазового распада растворов полимеров // Нано- и микросистемная техника, №7, 2012. – с. 12–14;
10. Gracheva I.E., Moshnikov V.A., Maraeva E.V., Karpova S.S., Aleksandrova O.A., Alekseyev N.I., Kuznetsov V.V., Semenov K.N., Startseva A.V., Sitnikov A.V., Olchowik G., Olchowik J.M. Nanostructured materials obtained under conditions of hierarchical self-assembly and modified by derivative forms of fullerenes // Journal of Non-Crystalline Solids. 2012. T. 358. №2. С. 433–439;

11. Вошилова Р.М., Димитров Д.П., Долотов Н.И., Кузьмин А.Р., Махин А.В., Мошников В.А., Таиров Ю.М. Формирование структуры газочувствительных слоев диоксида олова, полученных реактивным магнетронным распылением // Физика и техника полупроводников. 1995. Т. 29. № 11. С. 1987;
12. Аверин И.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности низкотемпературной самоорганизации зольей на основе двухкомпонентных систем на основе $\text{SiO}_2 - \text{SnO}_2$ // Нано- и микросистемная техника, № 11, 2011 год, с. 27–30;
13. Пронин И.А. Управляемый синтез газочувствительных пленок диоксида олова, полученных методом золь-гель-технологии // Молодой ученый. – 2012. – № 5. – С. 57–60;
14. Давыдов С.Ю., Мошников В.М., Федотов А.А. Адсорбция газов на полупроводниковых оксидах // Письма в «Журнал технической физики». 2004. Т. 30. № 17. С. 39;
15. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Особенности созревания и спинодального распада самоорганизующихся фрактальных систем // Нано- и микросистемная техника, № 5, 2012 год, с. 29–33;
16. Томаев В.В., Гарькин Л.Н., Мирошкин В.П., Мошников В.А. Исследование газочувствительности в наноструктурированных пленках на основе диоксида олова методом импедансной спектроскопии // Физика и химия стекла. 2005. Т. 31. № 2. С. 331–339;
17. Аверин И.А., Карманов А.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности синтеза и исследования нанокompозитных плёнок, полученных методом золь-гель-технологии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – № 2. – С. 155–163;
18. Пронин И.А. Анализ концентрации собственных дефектов при создании газочувствительных структур на основе диоксида олова // Молодой ученый. – 2012. – № 8. – С. 7–8;
19. Грачева И.Е., Карпова С.С., Мошников В.А., Пшелко Н.С. Сетчатые иерархические пористые структуры с электроадгезионными контактами // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2010. № 8. С. 27–32;
20. Мошников В.А., Грачева И.Е. Сетчатые газочувствительные нанокompозиты на основе диоксидов олова и кремния // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2009. № S30. С. 92–98;
21. Gracheva I.E., Moshnikov V.A., Karpova S.S., Maraeva E.V. Net-like structured materials for gas sensors // Journal of Physics: Conference Series. 2011. Т. 291. № 1. С. 012017;
22. Калинина М.В., Мошников В.А., Тихонов П.А., Томаев В.В., Дроздова И.А. Электронно-микроскопические исследования структуры газочувствительных нанокompозитов, полученных гидропиролитическим методом // Физика и химия стекла. 2003. Т. 29. № 3. С. 450;
23. Бестаев М.В., Махин А.В., Мошников В.А., Томаев В.В. Способ приготовления шихты для получения твердых растворов халькогенидов свинца и олова парофазными методами // патент на изобретение RUS 2155830 09.07.1997.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Проблемы и перспективы рынка транспортных услуг в России после вступления в ВТО

Авилова Елена Дмитриевна, магистрант;
Ваганова Татьяна Владиславовна, магистрант;
Ширяев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Гудков Владислав Александрович, доктор технических наук, профессор;
Раюшкина Алевтина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Вступление России в ВТО — событие, предвещающее большие перемены в структуре всей экономики страны и, в том числе, в структуре рынка транспортных услуг. Существует вероятность, что многим транспортным компаниям придется пройти достаточно сложные процессы поглощения, слияния, а некоторым и вовсе покинуть рынок транспортных услуг. Перед транспортным комплексом России встает ряд проблем, связанных с повышением конкурентоспособности отечественных транспортных компаний, — это развитие транспортных коммуникаций, обновление технической базы транспортных предприятий, устранение административных барьеров, совершенствование нормативно-правовой базы и т.д.

Сегодня по данным [1] среди российских перевозчиков, готовыми успешно конкурировать на отечественном рынке считает себя лишь четверть российских предприятий, к конкуренции на рынках СНГ настроены 18%, в дальнем зарубежье — 9%, а отвечать требованиям ВТО — всего 10% транспортных компаний, что, конечно же, вероятно мало.

У вступления в ВТО есть как плюсы, так и минусы. К плюсам можно отнести:

- рост внешнеторгового обмена, который приведет к росту грузооборота, в том числе за счет увеличения объемов перевалки транзитных грузов;

- рост инвестиций в транспортный сектор страны, однако сомнения в том, что из-за недостаточной информационной прозрачности деятельности российских компаний инвесторы их финансировать не будут.

- доступ отечественных перевозчиков на внешние рынки, однако это не так очевидно потому что в России будет продолжать действовать система двусторонних соглашений и резких изменений в условиях реализации услуг для наших транспортных компаний не ожидается [2].

- возможность модернизации подвижного состава. Для российских транспортных компаний характерна высокая доля эксплуатируемого морально и физически устаревшего парка транспортных средств. Обновлять же подвижной состав предпочитают зарубежной техникой, поскольку транспортные средства, производимые за рубежом, имеют более высокие показатели экономической и энергоэффективности, а также безопасности и надежности. Членство в ВТО предоставит новые возможности по обновлению парка транспортных средств (за счет снижения пошлин на средства транспорта и комплектующие) и будет способствовать повышению конкурентоспособности предприятий [2].

- повышение качества транспортных услуг. Для нашей страны на данный момент очевидны лишь два пути: защищать национальных поставщиков услуг и оградить их от иностранной конкуренции или же открывать рынок иностранным перевозчикам. В первом случае пострадает потребитель, поскольку отсутствие конкуренции грозит монополизмом, снижением качества услуг и повышением цен на них. Во втором случае потребитель будет удовлетворен снижением цен при растущем качестве и ассортименте услуг, однако отечественным перевозчикам придется работать в условиях жесткой конкуренции [3].

Помимо сомнительных преимуществ, которые получит транспортный бизнес страны, существуют и явные риски. Основными из них являются серьезная конкуренция, унификация транспортных тарифов и тарифов на погрузочно-разгрузочные работы.

Со стороны иностранных компаний существует серьезная опасность вытеснения с рынка небольших фирм. Сегодня отреагировать на эту угрозу пытаются с помощью интеграции мелких компаний в альянсы, созданием консорциумов, укрупнением компаний за счет сделок по сли-

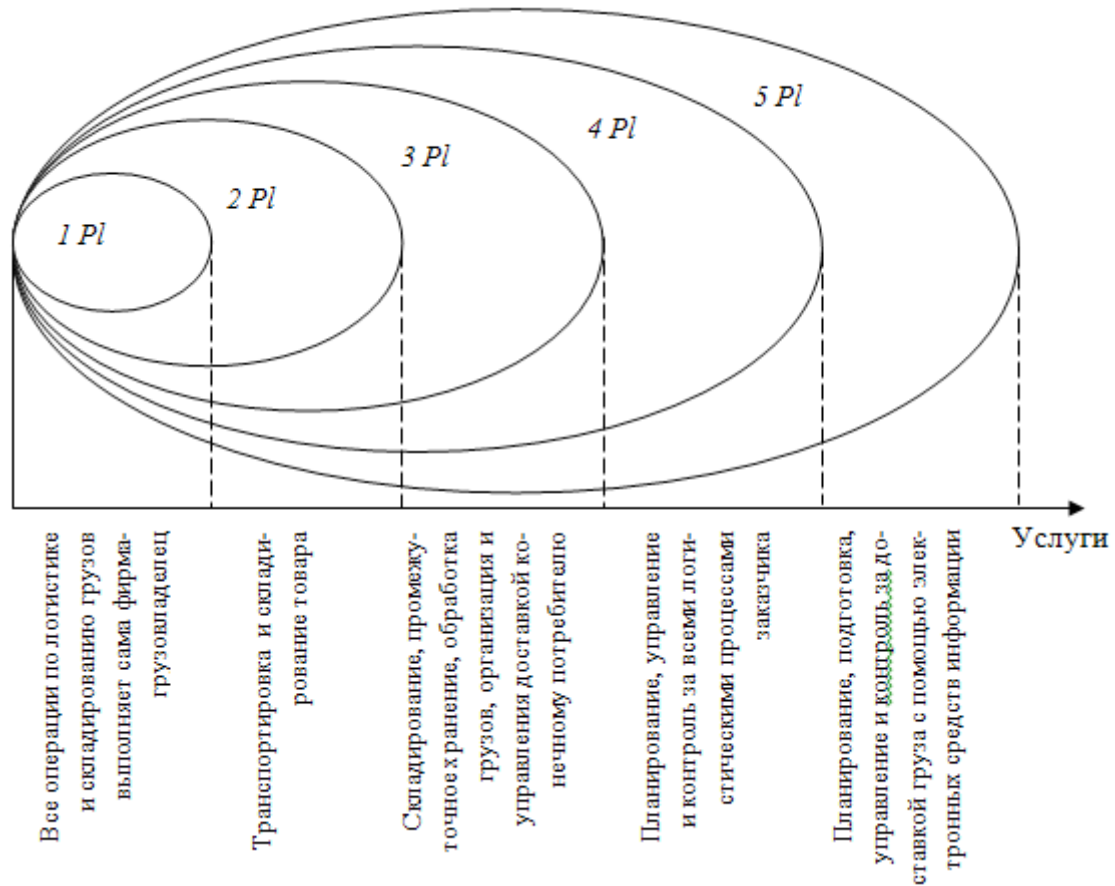


Рис. 1. Распределение оказываемых услуг операторами по классификации PI

нениям и поглощениям и продуманной политикой государства по поддержке отечественных перевозчиков [4].

Таким образом, в настоящее время основная цель — повышение конкурентоспособности транспортной отрасли нашей страны, достичь которой возможно помогут следующие мероприятия:

- развитие транспортной и терминально-складской инфраструктуры страны, в особенности по направлениям концентрации наибольших объемов международных перевозок, а также повышение согласованности взаимодействия различных видов транспорта и пользователей транспортных услуг;
- отход от специализированных услуг и концентрация на комплексных, т.е. увеличение доли 3PL-провайдеров, способных решать все вопросы — от выполнения отдельных операций в сфере логистики до предоставления комплексных услуг;
- повышение качества услуг транспортной отрасли за счет применения современных информационных и телекоммуникационных технологий;
- а так же повышение технологического, технического, информационного и самое главное управленческого уровня транспортной системы [4].

Весомую роль в стратегии повышения конкурентоспособности российских компаний в условиях вступления в

ВТО играют именно интеллектуальный капитал: творческий потенциал персонала, уникальные организационные знания, а так же инновации на всех стадиях создания товара, включая и его движение от производителя к потребителю.

По всем характеристикам сегодня российские перевозчики еще уступают зарубежным: отсутствует логистическое управление и взаимодействие разных видов транспорта; 2/3 грузовых перевозок осуществляются неспециализированными перевозчиками, а также слабо развито информационное обеспечение движения грузов; и наиболее значимой проблемой является уровень транспортных и в целом логистических издержек в конечной цене товара.

Транспортные издержки в России представляют большую проблему, как для перевозчиков, так и для промышленного производства. В конечной стоимости товара доля затрат на транспортировку груза в России может достигать до 50% (в среднем 24%), тогда как в странах Европы и США этот показатель не превышает 10% [5].

На сегодняшний день такое положение дел вполне устраивает как перевозчиков, так и промышленные предприятия. Товары по завышенным ценам и так покупаются, а разнообразие тарифов на оказание транспортных услуг не гарантирует их качества [6].

В целом доля логистических издержек в России составляет 20–24 % от ВВП, что более чем в 2 раза превышает среднемировой уровень [4]. Причины таковы:

- плохая организация транспортных процессов;
- значительные расстояния перевозок;
- отсутствие на транспортных предприятиях эффективной системы сбора и обработки информации, серьезного анализа и прогнозирования своей деятельности;
- низкий квалификационный уровень работников транспортной отрасли, отсутствие духа предпринимательства и ряд других [4];
- неразвитость транспортной инфраструктуры.

Очевидно, что логистические издержки необходимо снижать. В целом по России уменьшение издержек на 1 % экономит около 445 млрд. руб./год [4].

Известно, что насыщенность рынка транспортных услуг *3Pl*- и *4Pl*-провайдером (рис. 1), (доля которых в России не превышает 3 %, а в мире уже достигла 31 %) сокращает логистические издержки и способствует повышению качества, предоставляемых услуг. Так же не стоит забывать о контейнерных перевозках, рынок которых необходимо развивать. На сегодняшний день доля контейнерных перевозок в России составляет лишь 2 %

от общего объема перевозок, в то время как в Японии и США – свыше 20 % [7].

Отечественные перевозчики обеспечивают лишь 40 % в общем объеме перевозок экспортно-импортных грузов России, при этом доля иностранных перевозчиков с каждым годом увеличиваются. Суммарно из-за перевозки российских грузов иностранными автомобильными компаниями Россия теряет в год порядка 180 млрд. руб. [2]. После вступления в ВТО сложившаяся ситуация только ухудшится.

Отечественные перевозчики обеспечивают лишь 40 % в общем объеме перевозок экспортно-импортных грузов России, при этом доля иностранных перевозчиков с каждым годом увеличиваются. Суммарно из-за перевозки российских грузов иностранными автомобильными компаниями Россия теряет в год порядка 180 млрд. руб. [2]. После вступления в ВТО сложившаяся ситуация только ухудшится.

Чтобы решить вопрос издержек, государству также не стоит оставаться в стороне, необходимо создание благоприятных условий для предпринимательства. Системное взаимодействие государства и частного сектора даст положительные результаты обеим сторонам.

Литература:

1. А. Быстров Вступление в ВТО: угроза потери бизнеса или новые перспективы развития? // Международные автомобильные перевозки, 2012, №3. С. 39–40.
2. С.Д. Воронцова Развитие транспортного комплекса в условиях членства России в ВТО // Государство и транспорт. 2012, №5. С. 24–31
3. Озун С. Транспортная политика. Золотая середина // Транспорт России, 2012, №10. URL: <http://www.transportrussia.ru>
4. О.Н. Дунаев Логистика в условиях присоединения России к ВТО // Информационно-аналитический портал Таможня.ру. 2012. URL: <http://www.tamognia.ru/people/articles/detail.php?ID=1612164>
5. Е. Гаврилюк Транспорт слишком дорог // RBK daily. 2007. URL: <http://www.rbcdaily.ru/industry/562949979114178>
6. Транспортные издержки – «тормоз» для развития экономики России / Т.В. Ваганова, Е.Д. Авилова, В.А. Гудков, С.А. Ширяев, А.А. Раюшкина // Тезисы докладов конференции-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгогр. гос. техн. ун-та, Волгоград, 23–26 окт. 2012 г. / ВолгГТУ, Совет СНТО. – Волгоград, 2012. – С. 116–117.
7. Современное состояние и пути развития контейнерных перевозок / Т.В. Ваганова, Е.А. Авилова, С.А. Ширяев, В.А. Гудков, А.А. Раюшкина // Модернизация и инновационное развитие архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: фундаментальные и прикладные исследования: [матер.] всерос. 65-й науч.-техн. конф. (с междунар. участием), 28–30 нояб. 2011 г. Сб. науч. тр. №4 / ФГБОУ ВПО СибАДИ. – Омск, 2011. – С. 32–35.
8. М. Медведков Присоединение России к ВТО и ее транспортная политика // Транспорт Российской Федерации, 2006, №2. С. 17.

Экономическая эффективность проектирования в комплексе Allplan по сравнению с существующими САД-системами

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;

Гуляев Дмитрий Владимирович, студент;

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Гарькин Игорь Николаевич, инженер

Центр независимой экспертизы промышленной безопасности «ПРОМТЭК»

Родина Екатерина Вячеславовна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Уже неоднократно говорилось, что проектирование должно выйти на новый уровень [1], но никто не считал стоимость данного перехода, какова она, во сколько предприятию обойдутся инновации в проектировании, авторы данной статьи сделали анализ и экономическое сравнение использования комплекса Allplan по сравнению с существующими САД-системами, а именно с широко распространенным AutoCad.

В данной статье приведен расчет экономической эффективности от использования автоматизированного программного комплекса Allplan, при сравнении с программным комплексом AutoCad.

При использовании AutoCad, в проектировании задействованы:

1 архитектор, 3 конструктора, 1 смежник, 1 сметчик. А при использовании Allplan на 2 конструктора меньше.

Определим затраты труда при выполнении работ в AutoCad по формуле:

$$T_o = P_i \times 22 \times 8,$$

где T_o – затраты труда работников при исходном варианте, человеко-часы;

P_i – численность основных исполнителей при работе в данной программе, чел.;

22×8 – месячный фонд времени, час;

$$T_{AutoCad} = 6 \times 22 \times 8 = 1056 \text{ [человеко – часов].}$$

Определим стоимостные затраты при проектировании в AutoCad по формуле:

$$C_{AutoCad} = Con_{AC} + Ca + Cm + Cnp + Cэ + Собсл,$$

Где $Con_{AC} = 15 \times 3 + 20 + 10 + 12 = 87000 \text{ [руб.]}$

Cm – стоимость вспомогательных материалов (бумага, чернила для заправки и т. д.);

$Cэ$ – стоимость израсходованной электроэнергии, равна произведению рабочего времени ПЭВМ на потребляемую мощность и на стоимость 1кВт/ч;

$Собсл$ – передача и годовое сопровождение программного комплекса:

Cnp – сумма накладных расходов, составляющая 30 % от суммы основной оплаты труда (Con), руб.,

Ca – сумма ежемесячных амортизационных отчислений по компьютеру, руб.;

$$Ca = \frac{C_k \times Ha}{12 \times 100},$$

C_k – стоимость одного компьютера, руб.;

Ha – норма амортизации, %;

$$Ha = \frac{1}{T_{сл}} \times 100,$$

где $T_{сл}$ – срок службы компьютеров, равный 4 года.

$$Ha = \frac{1}{4} \times 100 = 25 [\%]$$

$$Ca = \frac{20000 \times 25}{12 \times 100} = 416,7 \text{ [руб.]}$$

$$Cnp.AC = 87000 \times 0,3 = 26100 \text{ [руб.]}$$

$$Cэ = 0,2 \text{ кВт} \times 8 \text{ ч} \times 2,2 \text{ руб.} \times 22 \text{ дн.} = 77,44 \text{ [руб./мес.]}$$

$$C_{AutoCad} = 87000 + 416,7 + 1000 + 26100 + 77,44 + \frac{135000}{12мес.} = 125844 [\text{руб./мес.}]$$

Общая сумма затрат при выполнении работ в AutoCad равна 125844 рублей в месяц.

Далее произведем расчет затрат труда и стоимости при использовании автоматизированного программного комплекса Allplan.

Определим трудовые затраты по формуле:

$$T = Pi \times 22 \times 8, [\text{человеко – часов}],$$

где Pi – численность основных исполнителей, чел.;

$$T_{Allplan} = 4 \times 22 \times 8 = 704, [\text{человеко – часов}].$$

Определим общую сумму затрат:

$$C_{Allplan} = Con_A + Ca + Cm + Cnr + Cэ + Собсл,$$

$$\text{где } Con_A = 15 + 20 + 12 + 10 = 57000 [\text{руб.}]$$

Cm – стоимость вспомогательных материалов (бумага, чернила для заправки и т. д.);

$Cэ$ – стоимость израсходованной электроэнергии, равна произведению рабочего времени ПЭВМ на потребляемую мощность и на стоимость 1кВт/ч;

$Собсл$ – передача и годовое сопровождение программного комплекса:

Cnr – сумма накладных расходов, составляющая 30 % от суммы основной оплаты труда (Con), руб.,

Ca – сумма ежемесячных амортизационных отчислений по компьютеру, руб.;

$$Ca = \frac{Ck \times Ha}{12 \times 100},$$

Ck – стоимость одного компьютера, руб.;

Ha – норма амортизации, %;

$$Ha = \frac{1}{Tсл} \times 100,$$

где $Tсл$ – срок службы компьютеров, равный 4 года.

$$Ha = \frac{1}{4} \times 100 = 25 [\%].$$

$$Ca = \frac{20000 \times 25}{12 \times 100} = 416,7 [\text{руб.}]$$

$$Cnr = 57000 \times 0,3 = 17100 [\text{руб.}];$$

$$Cэ = 0,2кВт \times 8ч \times 2,2руб. \times 22дн. = 77,44 [\text{руб./мес.}];$$

$$C_{Allplan} = 57000 + 416,7 + 1000 + 17100 + 77,44 + \frac{393000}{12мес.} = 108344 [\text{руб./мес.}]$$

Общая сумма затрат при выполнении работ в Allplan равна 108344 рублей в месяц.

Исходя из произведенного исследования затрат по ведению проектирования в 2-х программах можно рассчитать прямую экономию по трудовым ресурсам и экономию в стоимостном выражении.

Прямая экономия по трудовым ресурсам составит:

$$T = T_{AutoCad} - T_{Allplan}, \quad T = 1056 - 704 = 352 [\text{человеко – часов}].$$

Прямая экономия в стоимостном выражении за месяц:

$$\mathcal{E}c = C_{AutoCad} - C_{Allplan},$$

$$\mathcal{E}c = 125844 - 108344 = 17500 [\text{руб./мес.}].$$

Прямая экономия в стоимостном выражении за год составит:

$$\mathcal{E}nc = \mathcal{E}c \times 12 = 17500 \times 12 = 210000 [\text{руб./год.}].$$

Кроме того, определим срок окупаемости введенной программы:

$$Tок = \frac{Ck + A_0 + C_{ПК}}{\mathcal{E}nc},$$

где A_0 – сумма ежегодной амортизации,
 $C_{ПК}$ – стоимость программного комплекса.

$$T_{ок} = \frac{20000 + 5000 + 393000}{210000} \approx 1,9[\text{года}] \text{ или } 22[\text{мес.}]$$

Кроме того, определим индексы и коэффициенты снижения труда и стоимости обработки при использовании Allplan.

Индекс снижения трудовых затрат:

$$I_m = T_0 / T_1,$$

$$I_m = 1056 / 704 = 1,5.$$

Процентное снижение трудовых затрат:

$$K_m = \frac{(T_0 - T_1)}{T_0} \times 100\%,$$

$$K_m = \frac{(1056 - 704)}{1056} \times 100\% = 33,3\%$$

Индекс снижения стоимости:

$$I_c = C_0 / C_1,$$

$$I_c = 125844 / 108344 = 1,16$$

Процентное снижение стоимости:

$$K_c = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\%,$$

$$K_c = \frac{(125844 - 108344)}{125844} \times 100\% = 13,9\%$$

Технико-экономическое сравнение:

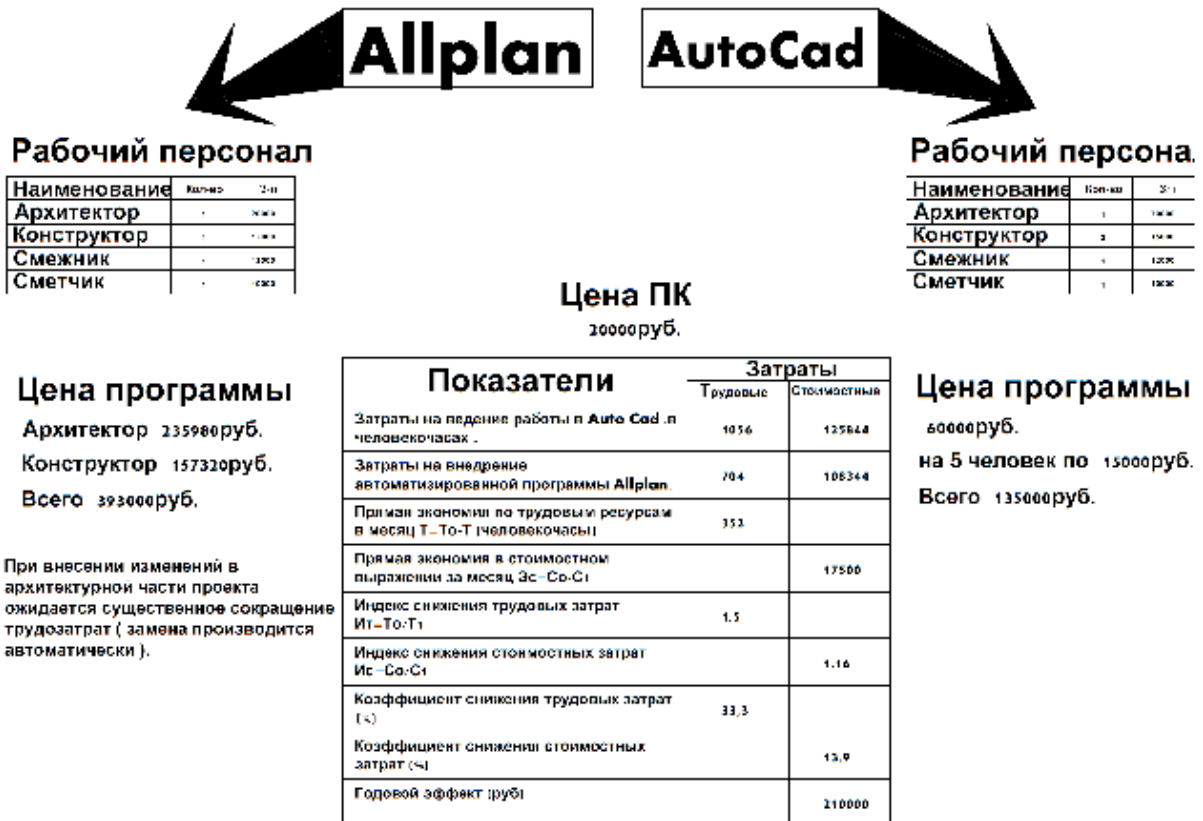


Рис. 1. Технико-экономическое сравнение комплексов

Таким образом, при внедрении автоматизированного программного комплекса Allplan, трудовые затраты снизились в 1,5 раза, при этом экономия трудозатрат составит 352 человеко-часов в месяц. Стоимость затрат уменьшилась в 1,16 раза, при этом экономия в месяц составит 17500 руб. Иными словами, трудовые затраты снизятся в месяц на 33,3 %, а стоимостные — на 13,9 %.

Экономическая эффективность составит 210000 рублей в год в стоимостном выражении.

Срок окупаемости внедрения программного комплекса составит 22 месяца. При этом существенно повысится качество проектирования, что приведет к рациональному использованию производственных ресурсов, а соответственно, к экономии материальных, трудовых затрат и снижению себестоимости работ, повышению культуры и производительности труда.

Литература:

1. Арискин М.В., Гуляев Д.В., Гарькин И.Н., Агеева И.Ю. Современные тенденции развития проектирования в строительстве // Молодой учёный (№ 10 (45) Октябрь 2012 г.) с. 31–33.

Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;

Гуляев Дмитрий Владимирович, студент;

Родина Екатерина Вячеславовна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Гарькин Игорь Николаевич, инженер

Центр независимой экспертизы промышленной безопасности «ПРОМТЭК»

Рамные и арочные конструкции из клееной древесины традиционно применяются на различных объектах. В последнее десятилетие они стали особенно популярны при строительстве спортзалов, теннисных кортов, конноспортивных манежей, мансардных надстроек и др. Приведенные в статье проекты каркасов разработаны в ЦНИИСК, изготовление конструкций производилось на Волоколамском ЗСМ или на ДСК-160 в г. Королев.

Прямоугольный в плане конно-спортивный манеж в Огарево построен в 2002 г. Основные несущие конструкции — клееные деревянные 3-шарнирные рамы пролетом 24 м имеют криволинейные подкосы, опирающиеся совместно со стойками на фундамент с упором в ригель. Для обеспечения устойчивости длинного подкоса он соединен с карнизным узлом рамы клееным деревянным элементом. Ригель имеет утолщение для упора подкоса. Кривизна подкоса выбрана согласно требованию обеспечения габарита манежа по нормам конно-спортивных состязаний. Подкос выполнен с криволинейными наружными накладками, закрывающими место стыка подкоса и ригеля.

В конструкции рамы этого манежа исключены некоторые недостатки аналогичных рам манежей, построенных ранее в Красногорском районе Московской области, комплекс «Новый век» (рис. 1) и в пос. Котельники, комплекс «Белая лошадь». Например, в первом из них угловой элемент выполнен спаренным, что ухудшает внешний вид карнизного узла, а во втором накладки подкоса не закры-

вают место упора в ригель, что требует повышенного качества выполнения шарнира. В приведенных примерах конструкция рамы совместно с клееными деревянными прогонами крыши, горизонтальными и вертикальными связями, обеспечивают жесткость и прочность здания манежа и внутренние габариты при минимально возможном для данного пролета объеме с учетом архитектурных требований.

Многоугольный конно-спортивный манеж-погонялка комплекса «Новый век» построен в 1999 г. Основные несущие конструкции — клееные деревянные рамы пролетом 18 м (рис. 2), стойки которых установлены на многоугольном железобетонном основании, а ригели объединены в центре многоугольного купола металлическим кольцом, имеющим вентиляционную вытяжку. Рамы имеют подкосы, выпущенные наружу здания от каждой стойки и поддерживающие карнизный свес шириной более метра, который позволяет защитить стены от косога дождя и прямого солнечного света. Рама имеет простую конструкцию с ясной статической работой. Помещение удовлетворяет требованиям техники разминки лошадей: внутри помещения нет выступающих конструкций, габариты достаточны при минимальном экономичном объеме воздуха.

Торговый дом на ул. Сходненская в Москве построен в 1997 г. (рис. 4). Основные несущие конструкции — клееные деревянные рамы пролетом 25,5 м. Рамы имеют наклонные стойки и наружные подкосы, поддерживающие ригель. Ригели объединены затяжкой (рис. 4). В створе с подкосами

вдоль продольных стен здания устроены окна. Конструкция рамы (небольшая высота, уклон стоек и др.) позволяет эффективно организовать торговые места. Торговый центр по продаже автомобилей аналогичной конструкции разработан ЦНИИСК и построен в Луанде (Ангола).

При реконструкции одноэтажной кирпичной постройки под жилой дом на кирпичные стены первого этажа были установлены рамы из клееной древесины. Наружные подкосы поддерживают большой карнизный свес. Ригели объединены криволинейной вставкой, что позволяет сделать простой коньковый узел и улучшить интерьер. Жесткость рам позволяет не ставить внутренние несущие стены и организовать свободное пространство. На части здания (новая пристройка) рамы выполнены двухэтажными, причем клееный деревянный ригель перекрытия поддерживается подкосами, что придает жесткость и прочность двухэтажным рамам, которые в этом случае могут монтироваться полностью собранными.

Приведенные примеры показывают, что основное преимущество рам — обеспечение достаточного технологического объема помещения при небольшой высоте несущей конструкции. Это достигается различным расположением подкосов и в необходимых случаях затяжек. Недостатком рамных конструкций является их многодельность, необходимость устройства стеновых ограждений. Рамы применимы не во всех объектах в связи с непростым конструированием подкосов и невозможностью выполнения затяжек в некоторых случаях.

Более универсальными являются клееные деревянные арки. Теннисный корт в пансионате «Липки» Московской области построен в 2002 г. Основные несущие конструкции — клееные деревянные арки пролетом 39 м разработаны институтом «Курортпроект» совместно с ЦНИИСК. Высота арок в коньке ограничена требованиями экономии отопления при достаточных по нормам габаритах игровых площадок. Недостаток конструкции —

выступающие за наружные стены участки несущих арок. В этом случае применена защита наружных участков от атмосферных воздействий.

Склад, противогололедных реагентов, на ул. Суздальской в Москве (рис. 2). Основные несущие конструкции — 3-шарнирные арки пролетом 60 м. Арки стрельчатого очертания выполнены в соответствии с технологическими требованиями складов сыпучих материалов. Достоинство такого арочного решения в простоте изготовления и сборки, совмещения конструкции стен и крыши.

Спортивный комплекс «Буран» в Сергиев-Посадском районе Подмосковья построен в 1999 г. Основные несущие конструкции — 3-шарнирные арки кругового очертания различного пролета, разработаны ЦНИИСК (рис. 3). Различный уровень опирания арок и различные размеры полуарок позволяют варьировать объем здания в соответствии с целевым назначением (бассейн, спортзал, тренажерный зал).

Клееные деревянные арки универсальны. Они могут быть выполнены любого очертания, в том числе в сочетании положительной и отрицательной кривизны, и любого пролета. Технологические и транспортные ограничения по длине элементов решаются в большепролетных деревянных конструкциях с помощью монтажных стыков, разработанных в ЦНИИСК, равнопрочных с основным сечением конструкции, практически не имеющих наружных металлических деталей, что повышает их коррозионную стойкость, огнестойкость и эстетичность. Рамное или арочное решение каркаса здания выбирается в зависимости от области применения. В сочетании с разнообразными фахверковыми и стеновыми решениями, а также конструкциями световых фонарей, позволяющими применять эффективные современные материалы, арочные и рамные несущие конструкции из клееной древесины позволяют создать интересные архитектурные объемы, как показывает опыт строительства последних лет.

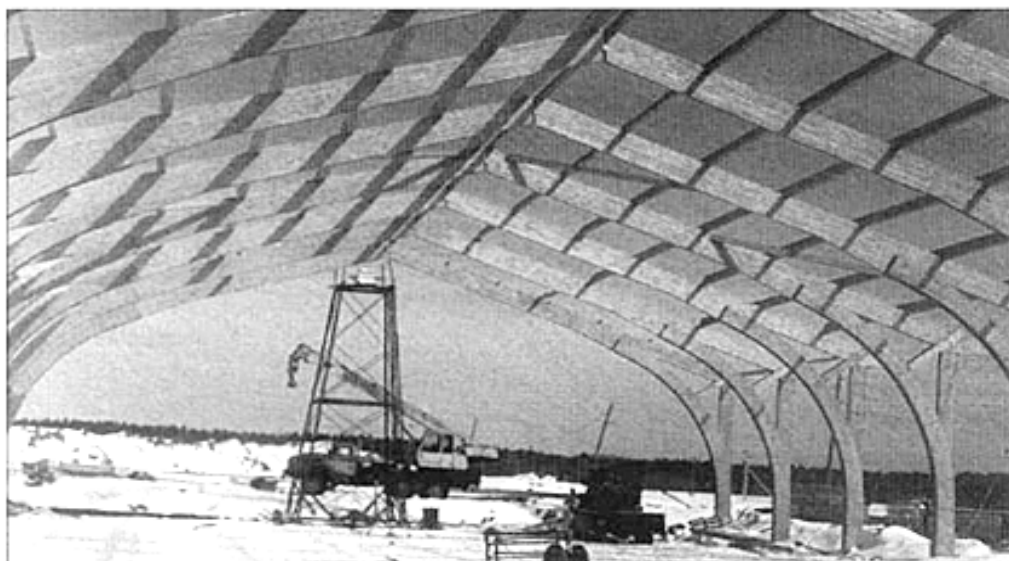


Рис. 1. Рамные конструкции главного манежа конно-спортивного комплекса «Новый век». Пролет 26 м. Высота 12 м.



Рис. 2. Арочные конструкции склада противогололедных реагентов в Москве (ул. Суздальская). Пролет 60 м. высота 21 м.



Рис. 3. Конструкции спортивного комплекса «Буран». Пролеты 24, 29, 34 м

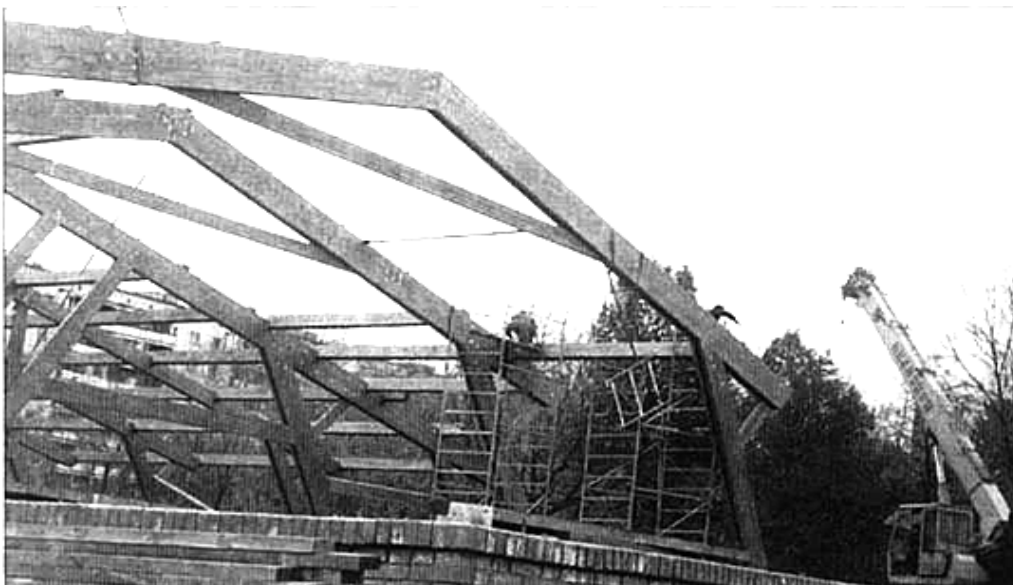


Рис. 4. Рамные конструкции торгового дома Москва (ул. Сходненская)



Рис. 5а. Арочные конструкции теннисного корта в п.Снегири Московской области. Пролёт 18 м.



Рис. 5б. Пергола схода Андреевского моста в Нескучном саду (г. Москва)

Управление мобильными роботами в условиях неопределенности внешней среды

Бойко Иван Александрович, бакалавр, студент магистратуры;
Гурьянов Роман Андреевич, бакалавр, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

Введение

Для робототехнической системы важной задачей является задача идентификации ситуации в текущий момент времени. Решение этой задачи входит в реализацию интеллектуальных алгоритмов управления.

Управление объектами с применением методов искусственного интеллекта — интеллектуальное управление. В связи с автономностью роботов и недостатка информации об окружающей среде и различных видов неопределенности широко распространены методы искусственного интеллекта.

Постановка задачи

Необходимо сформировать подход и общие принципы управления робототехническими системами, учитывающие неполноту входной информации, и работающих в динамически изменяющейся окружающей обстановке.

В связи с этим сформулируем ряд задач:

- разработать архитектуру интеллектуальной системы управления;
- разработать алгоритм идентификации и оценки окружающей среды;
- разработать на основе этих данных систему управления.

Методы исследования

Для решения поставленных задач используются методы теории нечетких множеств, технологии нечеткой логики, теории дифференциальных уравнений, теории автоматического управления, методы обработки цифровых изображений, теории нейронных сетей.

Определение положения системы во внешней среде

Первоначальной задачей, и одной из самых важных для робототехнической системы, является задача определения текущего положения, в которой находится робототехническая система.

Для этого, устройство интеллектуального мобильного робота должно включать программную часть. Прежде чем представить структурную схему системы управления и ситуационной идентификации, необходимо сформулировать ряд задач, которые должна решать система управления. Вот эти задачи:

- планирование траекторий движения;

- разбор целевого задания и разбиение этого задания на ряд подзадач;

- для выполнения движения по сформированным траекториям, необходимо выработать задающие воздействия для исполнительных механизмов робота;

На рисунке 1 представлена схема системы управления.

Блок первичной обработки данных получает необработанную информацию с датчиков о состоянии внешней среды. В этом блоке данные собираются, сгруппировываются и подвергаются обработке. На выходе получают отформатированные данные, передающиеся по стандартным протоколам. Это необходимо для удобства подключения новых датчиков, и четкой систематизации данных, что в дальнейшем облегчает работу с данными.

Информационно-измерительная система идентификации ситуации на основе обработанных данных выстраивает картину окружающего мира. Данные с датчиков преобразуются в набор параметров, на основе которых другие подсистемы принимают решения. Параметры формируются с помощью базы знаний и алгоритмов. Здесь же производится распознавание окружающих объектов и построение сенсорной карты среды.

В базе алгоритмов содержатся математические алгоритмы для выстраивания на основе данных целевой сенсорной карты, распознавания окружающей обстановки и предметов (распознавание звуковых образов и изображений, цифровая обработка сигналов), вычисление необходимых параметров, и проверка полученных данных.

База знаний представляет информацию о внешней среде, заложенную на этапе обучения и приобретаемую в процессе функционирования. Знания упорядочиваются и обновляются.

Система управления поведением разбивает поставленную задачу на последовательность подзадач и формирует поведение робота для выполнения задач. Формирует целевую точку, соответствующие режимы работы информационно-измерительной системы идентификации. От неё получает данные о процессе выполнения и отображает их пользователю. Также предоставляет пользователю обработанную информацию о ситуации и сенсорную карту, полученную от информационно-измерительной системы идентификации.

Система управления движением, учитывая динамические свойства робота и неопределенность среды, формирует значение скорости движения и направление для осуществления поставленных целей.

Интеллектуальный интерфейс используется для связи с оператором. Его задача заключается в том, чтобы

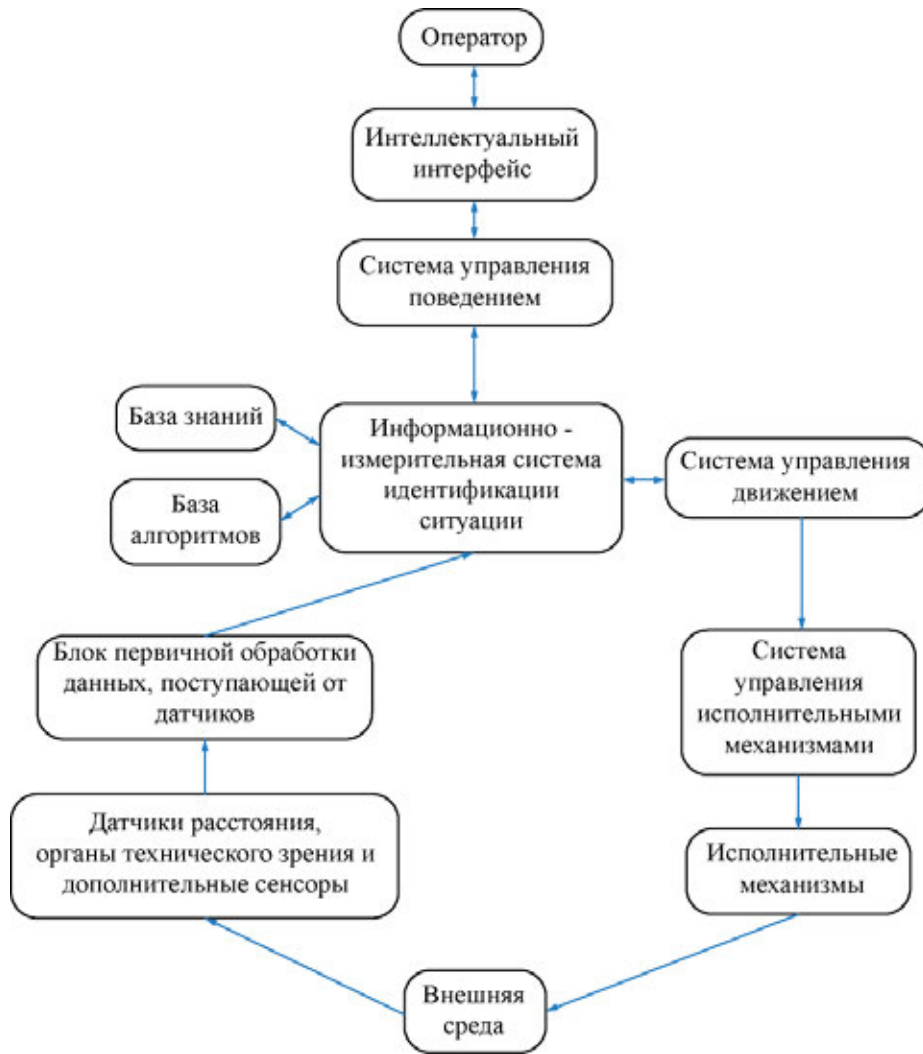


Рис. 1. Структурная схема системы управления и ситуационной идентификации

контролировать функционирование робота и осуществлять наблюдение за процессом выполнения поставленных целей.

Блок первичной обработки производит обработку и анализ изображений, поступающих от оптико-электронных систем. Учитывая характер решаемых задач, необходимо учесть следующие ограничения и особенности:

1) информация о характеристиках фона и наблюдаемых объектов чаще всего содержит неточные размеры объектов или вовсе отсутствует;

2) в связи с ограниченностью времени на принятие решений и наличием замкнутого контура управления движением обработка, анализ и распознавание должны выполняться в реальном времени;

3) работа системы управления, слежения и обработки должна проводиться при минимальном участии человека или в автономном режиме.

В сложных условиях, улучшить качество сигнала и результата наблюдения можно с помощью алгоритмов оценивания параметров геометрических преобразований изображений и методов пространственно-временной фильтрации.

Среди них можно выделить четыре основных метода.

1. Для измерения положения неподвижных и движущихся объектов, наблюдаемых на однородном и неоднородном фоне, используются методы на основе сравнения с эталоном.

2. Используя информацию о статистических свойствах объекта и фона можно выделять движущиеся и неподвижные объекты, наблюдаемые на сравнительно однородном фоне. Такие методы называются методы статистической сегментации.

3. При обнаружении объектов на фоне ясного или облачного неба максимальную эффективность показывают методы выделения объектов с помощью пространственной фильтрации. Данные методы используют операции линейной и нелинейной пространственной фильтрации изображений.

4. Методы выделения динамических изменений основаны на выделении изменений, происходящих с течением времени в наблюдаемой группе изображений. Такие методы применяются при решении задачи выделения движущихся объектов.



Рис. 2. Структура программно-алгоритмического обеспечения оптико-электронной системы обнаружения объектов

На рисунке 2 представлена структура системы обнаружения объектов, которая включает перечисленные выше концепции.

Реализация управления в условиях неопределенности внешней среды

Для решения задачи управления робототехнической системой в условиях неопределенности используется технология динамических экспертных систем. Динамическая экспертная система в своей основе содержит базу знаний, состав которой адаптируется с течением времени. За счет корректирующих алгоритмов осуществляется изменение и обновление неактуальных правил. Такая экспертная система обучается самостоятельно.

От качества проектирования базы знаний экспертной системы будет зависеть эффективность выполнения по-

ставленных целей. База знаний проектируется на этапе разработки системы управления. Блок самообучения должен обладать возможностью оценки знаний, а именно их полноты и качества, а также возможностью коррекции базы знаний.

При планировании траектории движения робота к целевой точке необходимо учитывать динамические и конструктивные возможности робота, а также заданные особенности поведения. Для этого используем теорию нечетких множеств.

Нейронной сети нет необходимости создавать математическую модель объекта. Нейронная сеть воспринимает объект как «черный ящик». Нейросетевая система управления имеет эталонную модель управления роботом. По разнице выходных сигналов объекта и модели нейросетевая система настраивает устройство управления и производит соответствующую корректировку процессов управления.

Литература:

1. Юревич Е.И. Основы робототехники. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 416 с.
2. Рутковская Д., Плинский М., Рутковский Л., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Московский государственный машиностроительный университет

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, доцент;
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор;
Махонин Артем Сергеевич, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Исследование и проектирование любых *сложных систем* возможны лишь с учетом парадоксов целостности и иерархичности. Считается, что система *в определенной степени* может быть разделена на *неделимые части (элементы)* последовательным расчленением на *подсистемы* (более крупные, чем элементы, но более мелкие, чем система в целом). Возможность такого деления требует указания элементов, способных выполнять относительно независимые функции, направленные на достижение *общей цели системы*. Для подсистемы, в свою очередь, должна быть сформулирована *подцель*, являющаяся ее *системообразующим фактором* (в соответствии с известным организмическим принципом цели подсистем не должны противоречить общей цели системы). Поведение системы (развернутая во времени последовательность реакций системы на внешнее воздействие) всегда определяется *структурой системы* (внутренним строением: элементами, связями и их атрибутами (направленность, сила, характер)). Фундаментальными свойствами сложных систем являются *свойства существования* (предшествует всем остальным свойствам; не обладая свойством существования, система не может иметь никаких других свойств), *развития* (системы не являются неподвижными формированиями и не могут существовать в застывшем виде), *познаваемости* (возможность теоретических и экспериментальных исследований, описания, моделирования сложных систем; вскрытие их внутренней сущности), *слабой предсказуемости* (никакое, сколь угодно *подробное* знание морфологии и функций элементов (подсистем) не позволяет определить функций системы, никакое, сколь угодно *подробное* знание поведения системы не позволяет *точно* предсказать ее поведение).

Изучение систем в естественных условиях ограничено их сложностью, а иногда бывает невозможным ввиду того, что нельзя провести натурный или иной эксперимент. В этих условиях порой единственно возможным методом исследования является моделирование (физическое, логическое, математическое). Без модели нет познания. Любая гипотеза — это модель. Правильность гипотезы о будущем состоянии объекта зависит от того, насколько правильно определили параметры исследуемого объекта, взаимосвязи между собой и внешней средой. Научное описание никогда не охватывает всех деталей, оно всегда выделяет существенные элементы структур и связей. Не случайно К. Гельвеций отмечал: «Знание некоторых прин-

ципов легко возмещает незнание некоторых фактов». Поэтому описание содержит обобщенную модель явлений.

Общая теория систем охватывает комплекс математических и инженерных дисциплин, начиная с кибернетики и кончая инженерной психологией. Более узкое толкование термина связано с выбором класса математических моделей для описания систем и уровня их абстрактного описания. Описание многих процессов, наблюдающихся в системах, внешне не имеющих ничего общего друг с другом, возможно на основе методов синергетики с использованием одних и тех же математических моделей (число которых относительно невелико). Исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения определяется исходя из совокупности современных ценностей, методов, подходов, технических навыков и средств, принятых в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции (парадигмы). Модель можно рассматривать как некий объект-заместитель, воспроизводящий интересные свойства и характеристики оригинала, с существенными преимуществами и удобствами перед ним. При построении модели исходными являются приводимые ниже принципы.

Принцип многомодельности. Описание с достаточной степенью адекватности различных аспектов сложной системы невозможно на основе единственной модели; возможны различные взаимосвязанные представления, отображающие отдельные аспекты поведения или структуры системы. Так как система — не множество подсистем, а целостный объект, допускающий различные членения на подсистемы (быть может, даже бесконечное число членений), она не тождественна никаким ее членениям; не существует оптимального способа описания и измерения сложных систем.

Принцип декомпозиции. Предполагается определенная возможность сведения одной задачи большой размерности (по числу уравнений в системе, по числу переменных и т.д.) к нескольким задачам меньшей размерности. Так декомпозиция проектируемого объекта приводит к иерархическому принципу проектирования по этапам.

Принцип иерархического строения модели сложных систем. Построение модели осуществляется на разных уровнях абстрагирования или детализации в рамках фиксированных представлений. В основе лежит иерархическая структура критериев качества и разработанная в соответствии с ней иерархическая структура собственно

системы. Исходная модель сложной системы дает лишь наиболее общее представление (метод представления) и строится на начальном этапе проектирования; не содержит детали и аспекты моделируемой системы. Далее проводится когнитивное моделирование с построением орграфа. Осуществляется поуровневый спуск от общих моделей концептуального уровня к частным представлениям системы с последовательным дополнением все большим количеством деталей для более адекватного отражения различных аспектов при конкретной реализации сложной системы. Чем сложнее проектируемый объект, тем больше уровней иерархии.

Принцип минимизации размерности критериального пространства. Управление качеством системы в конечном итоге производится на основе совокупности экспериментально определенных основных характеристик. Требуемое число элементов этой совокупности должно устанавливаться исходя из дифференциального порога при выделении классов качества (с обеспечением необходимого уровня соотношения сигнал/шум). Естественно, лучше всего использовать независимые частные критерии качества. Однако, как правило, частные критерии являются противоречивыми. Оценка полноты множества критериев носит субъективный характер. Размерность задачи по оценке качества системы определяется числом частных критериев; чем оно меньше, тем лучше (при числе критериев меньше трех возможна удовлетворительная оценка качества даже с использованием графических методов (визуализации)). Пока поиск методов снижения размерности задач по оценке качества системы с одновременным определением совокупности независимых частных критериев не потерял свою актуальность.

Итерационный принцип проектирования. Выполнение заданных требований осуществляется на основе последовательного приближения по результатам моделирования и оптимизации на каждом этапе проектирования.

Принцип унификации. Для упрощения процесса проектирования используется компактное представление (минимально возможная номенклатура) элементов каждого уровня иерархии. Основная цель унификации — минимизация числа вновь разрабатываемых моделей.

Принцип контролируемости каждого этапа предполагает контроль правильности (*верификация*; подтверждение соответствия конечного продукта предопределенным *эталонным* требованиям) выполнения работ на различных этапах проектирования.

Исходя из приведенных принципов в *общую схему проектирования* системы, следует включить:

- структурный синтез на каждом этапе (уже начальный вариант структуры объекта проектирования оценивается с точки зрения удовлетворения требованиям технического задания);
- составление математической модели,
- анализ математической модели,
- оптимизация параметров математической модели,
- статистический анализ.

На каждом этапе исходными данными являются требуемые параметры объекта проектирования. Если значения выходных параметров не удовлетворяют требованиям технического задания, то осуществляется параметрическая оптимизация, изменение структуры объекта проектирования или корректировка ТЗ (требуется согласие заказчика). При достижении требований к выходным параметрам проводится статистический анализ результатов реализации системы.

Для иллюстрации приведем *приложения указанного подхода к проектированию различных сложных систем*: разработка и управление качеством материалов специального назначения, тренажеры для подготовки операторов, анализ экологической опасности от деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия (выполнены в соответствии с межведомственными программами сотрудничества, по заданиям министерств, Российской академии архитектуры и строительных наук, Федеральной программе уничтожения химического оружия в соответствии с Международной конвенцией и др.).

Во *всех* рассматриваемых задачах в *иерархической структуре критериев* эффективности системы, на верхнем (*первом*) уровне находятся: полезность системы (выходные характеристики, важность, актуальность, перспективность, область применения (критерии *второго* уровня)); качество функционирования (помехозащищенность, точность, надежность, чувствительность, качество управления); организация системы (совершенство структуры, сложность и т.д.); эволюционная эффективность (осуществимость, ресурсы, возможности модификаций и др. характеристики развития); экономическая эффективность. Декомпозиция системы всюду продолжается до получения на нижнем уровне элементов, принадлежащих разработанным типам, или формулируются задачи создания необходимых элементов. Зависимости между критериями выявляются методами факторного анализа и математической статистики (эмпирические закономерности или на основе процедур оценки гипотез и взвешивания факторов). Иерархические структуры систем с оценками её элементов строятся в соответствии с введенной иерархией критериев и выделенными комплексами решаемых частных задач (являются основой перспективного планирования всего комплекса разработок и отдельных систем).

Так, при *синтезе материалов специального назначения* [1], связанном с выбором рецептуры, технологии и способов управления качеством, использовались различные способы оптимизации параметров системы, в том числе *векторной* оптимизации. Неопределенность целей преодолевалась с использованием линейной свертки, введением некоторых контрольных показателей, построением множеств Парето и т.д. Строилась *обобщенная модель* и осуществлялась *параметрическая идентификация* наиболее распространенных видов *кинетических процессов* (набор прочности материалом; изменение модуля упругости материала; кинетика контракции

и усадки; нарастание внутренних напряжений; тепловыделение; кинетика изменения водопоглощения, водостойкости и химической стойкости). В большинстве случаев кинетический процесс $x(t)$ представлялся как решение некоторой задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, z = x - x_m,$$

$$x(0) = x_0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0; n^2 - \omega_0^2 \geq 0,$$

где x_0, \dot{x}_0, x_m определяются видом исследуемого кинетического процесса. В ряде случаев использовались модели четвертого порядка.

Функционал качества принимался в виде:

$$\Phi(S) = f\lambda_m + a \frac{1}{\lambda_m} + br + c \frac{1}{r},$$

$$\lambda_m = \min_i \{\lambda_i\}, \quad r = \max_i \left\{ \frac{\lambda_i}{\lambda_m} \right\},$$

где $(-\lambda)_i$ – корни характеристического полинома, $\lambda_i > 0 \quad i = \overline{1, k}$; f, a, b, c – весовые константы.

При участии в процессе управления человека-оператора, как в случае разработки тренажеров подвижных объектов, в частности, для подготовки операторов транспортных систем, задача осложняется трудностями формализации деятельности оператора по управлению объектом, оценки переноса навыков управления с тренажера на реальный объект и т.д.

Синтез тренажеров осуществляется из условий адекватности управляющих воздействий оператора для управления объектом (реальным и на тренажере). Модель объекта представлялась в виде [2]:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} + \mathbf{f}(t),$$

где $\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{f}(t)$ – соответственно векторы фазовых координат, управляющих и возмущающих воздействий. Оценка качества осуществлялась по областям равных оценок функционала, приведенной выше структуры:

$$\Phi_0(S) = \frac{a}{\max_i |\alpha_i|} + b \cdot \max_i \left| \frac{\beta_i}{\alpha_i} \right| + c \cdot \max_i |\beta_i| + \frac{d}{\max_i |\beta_i|}.$$

Здесь $\lambda_i = \alpha_i + j\beta_i$ – собственные числа матрицы \mathbf{A} , a, b, c, d – весовые константы.

Области равных оценок качества строились по экспериментальным данным в виде:

$$d_{k-1} \leq \Phi(S) < d_k,$$

где k – класс системы; $k = \overline{1, N}$; N – балльность шкалы ($N = 10$ для шкалы Купера-Харпера). Качество системы тем выше, чем меньше $\Phi(S)$.

Правильность и перспективность использования приведенных методологических принципов синтеза технических систем подтвердились при решении обеих задач

При решении задач обеспечения безопасности объектов хранения и уничтожения химического оружия (ОУХО) риск от тяжелых аварий на ОУХО анализировался с точки зрения медико-биологических, экономико-экологических и глобально-социальных факторов с использованием понятия «приемлемый риск». Риск от тяжелых аварий определялся в виде

$$R(P, C) = \sum_{i=1}^k P_i C_i,$$

где $A = (A_1, A_2, \dots, A_k)$ – перечень событий, соответствующих тяжелым авариям; $P = (P_1, P_2, \dots, P_k)$ и $C = (C_1, C_2, \dots, C_k)$ – соответственно вероятности и последствия указанных аварий; $R(P, C)$ должно стремиться к минимуму; естественно $R_{\min}(P, C) = R_0 \neq 0$ (R_0 – допустимый или приемлемый риск; $R > R_0$ определяет класс недопустимого риска).

Выбор приемлемого риска производился для общего случая, когда функции $P = P(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$, $C = C(c_1, c_2, \dots, c_m, t)$ являлись неизвестными.

Так, составление математической модели аварий на объекте хранения и уничтожения химического оружия производилось на основе марковских процессов [3]. Анализ процессов осуществлялся с использованием производящих функций $F(t, x) = Mx^{\mu(t)}$, M – математическое ожидание.

Предполагалось, что произошла тяжелая авария с разрушением помещения и авиабомб; $\mu(t)$ – число авиабомб, находящихся в зоне аварии в не разрушенном состоянии, $\mu(0) = m_0$, $\mu m \Delta t + O(\Delta t)$ – вероятность перехода $m \rightarrow (m - 1)$, $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{O(\Delta t)}{\Delta t} = 0$ (за время Δt с вероятностью $\mu m \Delta t + O(\Delta t)$ разрушается одна авиабомба, и происходит разлив отравляющего вещества).

Вероятность того, что в момент t число не разрушенных авиабомб равна m при $\mu(0 = m_0)$ определится в виде

$$P(m, t) = \frac{m_0!}{m!(m_0 - m)!} (1 - e^{-\mu t})^{m_0 - m} \cdot e^{-\mu m t}.$$

Введя $m_k = m_0 - m$ (число разрушенных авиабомб в момент t), найдем

$$P(m_k, t) = \frac{m_0!}{m_k!(m_0 - m_k)!} (1 - e^{-\mu t})^{m_k} \cdot e^{-\mu(m_0 - m_k)t},$$

что вероятностно и описывает процесс тяжелой аварии на ОУХО. Наиболее вероятное количество разрушенных в результате аварии авиабомб определится из условий экстремума: $m_{k \max} \approx \frac{3}{4} m_0, (\mu t)_{\max} = \ln 4$.

Полученные результаты по проектированию композиционных материалов специального назначения, тренажеров для подготовки операторов по управлению подвижными объектами и моделированию безопасности объектов повышенного риска по хранению и уничто-

жению химического оружия прошли независимую экспертизу. Подтвердилась эффективность использования предлагаемых принципов при проектировании сложных систем различной природы.

Литература:

1. Данилов А.М., Гарькина И.А. Методология проектирования сложных систем при разработке материалов специального назначения // Известия ВУЗов. Строительство, 2011 г. — №1. — с. 80–85.
2. Данилов А.М., Домке Э.Р., Гарькина И.А. Формализация оценки оператором характеристик объекта управления // Информационные системы и технологии. №2 (70), 2012. — с. 52–59.
3. Голованов О.А., Яшин Ю.Г. Данилов А.М., Курков С.М. Математическое моделирование процесса развития и исхода противотеррористической операции на базах хранения боеприпасов и средств поражения // Известия. РАН, №2. — 2006. с. 37–45.

Исследование использования новых стандартов сотовой связи и широкополосного доступа LTE и WIGIG для предоставления услуг Triple Play

Дюсенова Ольга Сергеевна, магистрант;
Пищин Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Павленко Галина Сергеевна, магистрант
Астраханский государственный технический университет

В настоящее время основным усилием операторов сотовой связи стала работа над внедрением систем нового — четвёртого поколения 4G (LTE — Long Term Evolution). Основной задачей разработчиков этого стандарта было увеличение скорости передачи данных на начальном этапе до 150 Мбит/с. На основании этих достижений в телекоммуникационной сфере операторы предлагают возможность предоставления всех телекоммуникационных услуг через одну линию связи от одного провайдера, такая конфигурация услуг называется термином «Triple Play», или «три в одном». Телекоммуникационная технология направлена на то, чтобы удовлетворить самые взыскательные требования современного потребителя и сделать набор сервисов максимально широким.

Скорость совершенствования и смены технологий в системах подвижной радиосвязи не сравнима по времени со временем, затраченным на этапное развитие аналогичных систем связи прошлого века. Начинаясь строительство систем, основанных на новых технологиях зачастую происходит без завершения или оптимизации сетей, основанных на предшествующих технологиях. Экономическая неэффективность проектов из-за ошибок радиопланирования, не следования основным научно обоснованным рекомендациям по строительству сетей, приводит к отсутствию эффекта самой технологии, к отсутствию видимого качественного технологического скачка. Оптимизация сетей и устранение ошибок планирования — мероприятие дорогостоящее, а, как правило, ожидаемое внедрение новых технологий обещает нивелировать все технические недоработки и недочёты сетей предыдущих поколений.

Следуя основному правилу развития сотовых сетей

третьего и четвёртого поколения: «Использование сети GSM, как каркас для развития новых сетей» строительство и расширение их происходит, несмотря на то, что новые стандарты имеют особенности как в технических характеристиках, так и в самом его назначении использования, по шаблону сетей GSM.

В качестве яркого примера можно привести методику совершенствования в системах связи второго поколения: а именно при переходе от систем 2,5G (GPRS — General Packet Radio Service) к системам 2,75G (EDGE — Enhanced Data for Global Evolution или, как еще иногда можно услышать, Enhanced Data rates for GSM Evolution). Технологические преимущества системы кодирования в EDGE практически не привели к сколько-нибудь серьёзным сдвигам в качестве обслуживания клиентов. Задачей новой системы кодирования было увеличение скорости пакетной передачи данных с 17...18 kbit/s/slot до 59,2 kbit/s/slot (рис. 1). Размещение базовых станций, не смотря особые требования к отношению сигнала к шуму в новой системе, происходило на прежних объектах, рассчитанных для систем связи 2-го поколения на её первой ступени. Прежние объекты строились из расчёта соотношения сигнала к помехе 9дБ. Новые схемы кодирования начинают работать при отношении сигнала к помехе уже не в 9, а в 30...60 дБ (Рис. 1). Получить такое соотношение сигнала к помехе на объектах GSM первой ступени без перепланирования размещения базовых станций (БС) технически невозможно. Поэтому ни у кого из операторов результат практического применения технологии EDGE пользователь заметить не смог.

Операторы решили эту проблему ускоренной заменой технологии второго поколения на третье (3G). Не смотря

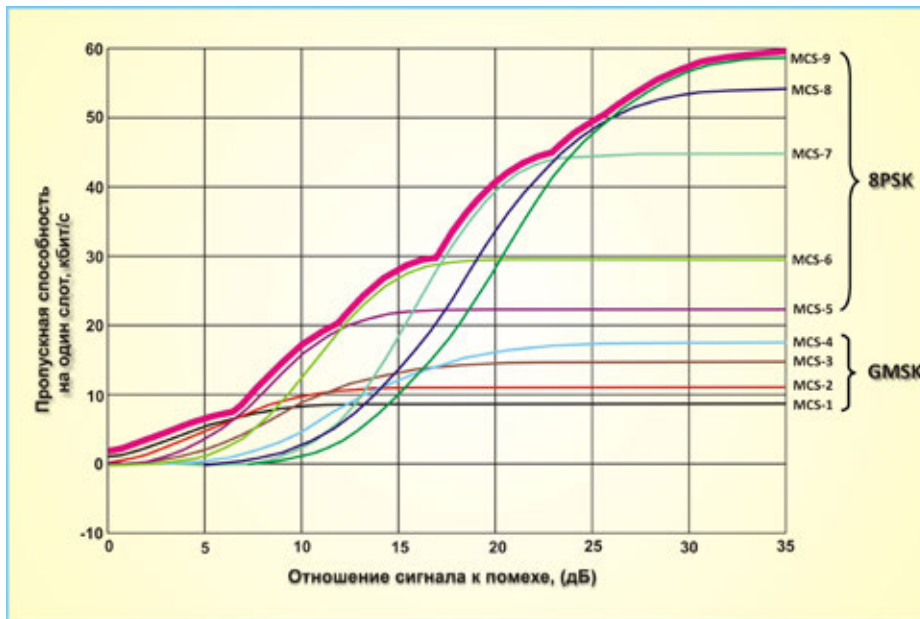


Рис. 1. Зависимость возможного увеличения скорости передачи данных от отношения сигнала к помехе

на явное различие в скорости передачи данных, сетей третьего поколения от систем 2G уже, заявленные возможности на практике не подтверждались и оставались лишь рекламными. Не завершив отладку качества сетей 3G начинается новое строительство — системы нового поколения: 4G!

К начавшемуся строительству сетей стандарта 4G, их использованию в качестве радиодоступа к услугам Triple Play, целесообразно подходить исходя из его технических особенностей и специфичности назначения. Специфичность в назначении стандарта заключается в том, что на первом этапе своего развития он предназначен только для пакетной передачи данных на скоростях до 150 Мбит/с. Если система связи основанная на GSM создавалась в основном для организации связи в движении, то стандарт LTE имеет некоторые ограничения его использования в движении. Начавшееся строительство сетей 4G подтверждает отсутствие учёта его особенностей.

На современном этапе может быть использовано два основных подхода к планированию 4G сетей — это с целью формирования максимальной площади покрытия или с целью обеспечения требуемой емкости. Задачи эти противоречат друг другу. Так, в городских условиях при высокой плотности абонентов зоны обслуживания БС по площади гораздо меньше максимально возможной, но оптимизированы по пропускной способности. В сельской местности наоборот, плотность абонентов — невысокая, и БС устанавливаются на максимальном удалении друг от друга так, чтобы обеспечить максимальное радиопокрытие. И в том и в другом случае оценивают, как радиопокрытие, так и емкость сети для того, чтобы выявить в проекте сети факторы, ограничивающие ее характеристики.

Для представления вопроса о возможности использования сети LTE для организации предоставления услуги

Triple Play необходимо исследование вопросов, связанных с уровнем радиодоступа в жилом помещении.

Планирование радиопокрытия сети LTE начинается с расчёта энергетического бюджета, или максимально допустимых потерь на линии (МДП). МДП рассчитывается как разность между эквивалентной изотропной излучаемой мощностью (ЭИИМ) передатчика и минимально необходимой мощностью сигнала на входе приемника сопряженной стороны, при которой с учетом всех потерь в канале связи обеспечивается нормальная демодуляция сигнала в приемнике.

Рассмотрим бюджет радиолинии во внедряемых системах передачи данных 4G.

Исходными данными будут являться: тип передаваемых данных — VoIP, скорость передачи: от 39,7 кбит/с, полоса пропускания системы: Δf : 10 МГц, высота абонентских станций 1,5 м, высота подвеса антенн базовых станций 30 и 50 м в городской и пригородной зоне соответственно. Максимально допустимые потери при распространении в канале равны:

$$L = P_{TX} + G_{TX} - P_{RX} - B_{BODY} + G_{RX} - B_{fider} - IM - L_{slow}$$

где P_{TX} — мощность передатчика, G_{TX} — коэффициент усиления передающей антенны, P_{RX} — чувствительность приемника, B_{BODY} — потери в теле абонента, G_{RX} — коэффициент усиления приемной антенны, B_{fider} — потери в фидере, IM — запас по интерференции, L_{slow} — запас на медленные замирания, берется равным 10,3 дБ.

Будем рассматривать частотный диапазон, выделенный для современных систем в Российской Федерации 2600 МГц и временным дуплексом [1]. Причем для системы с временным дуплексом рассмотрим два варианта конфигураций кадра 1 и 2. Системная полоса для всех систем рассматривается равной 20 МГц, т.е. в случае FDD

Таблица 1. Энергетический бюджет радиолинии LTE для города со средней застройкой

	Параметр энергетического бюджета	Виды использования радиоресурса					
		Линия FDD 10+10 МГц		TDD 20 МГц (конфигурация кадра 1)		TDD 20 МГц (конфигурация кадра 2)	
		Вниз (DL)	Вверх (UL)	Вниз (DL)	Вверх (UL)	Вниз (DL)	Вверх (UL)
Для передатчика: $P_{EIRP} = P_{Tx} + G_{TxDiv} + G_{TxA} - L_{TxF}$							
P_{Tx}	Вых. мощность, дБм	43,0	23,0	43,0	23,0	43,0	23,0
G_{TxDiv}	Выигрыш от сложения мощности передатчиков, дБ	3,0	-	3,0	-	3,0	-
G_{TxA}	Кэф-нт усиления антенны, дБи	18,0	0	18,0	0	18,0	0
L_{TxF}	Потери в фидерном тракте, дБ	0,4	-	0,4	-	0,4	-
P_{EIRP}	ЭИИМ, дБ	63,6	23,0	63,6	23,0	63,6	23,0
Для приёмника							
	Скорость передачи данных на краю соты, кбит/с	4210	128	4510	128	5910	128
N_{PRB}	Число ресурсных блоков	45	2	86	4	98	20
	Схема модуляции и кодирования	6-QPSK	5-QPSK	6-QPSK	6-QPSK	5-QPSK	1-QPSK
	Эффективная скорость кодирования	0,45	0,28	0,46	0,38	0,38	0,14
P_N	Мощность теплового шума, дБм	-104,4	-118,4	-101,4	-115,4	-101,4	-108,4
M_{SNR}	Требуемое отношение ОСШ, дБ	-0,24	0,61	-0,23	0,01	0,03	-4,35
L_N	Кэф-нт шума приёмника, дБ	7,0	2,5	7,0	2,5	7,0	2,5
S_{Rx}	Чувствительность приёмника, дБм $S_{Rx} = P_N + M_{SNR} + L_N$	-97,6	-115,3	-94,6	-112,8	-94,3	-110,2
G_{RxA}	Кэф-нт усиления антенны, дБи	0,0	18,0	0,0	18,0	0,0	18,0
L_{RxF}	Потери в фидерном тракте, дБ	-	0,4	-	0,4	-	0,4

системная полоса будет разделяться на два канала по 10 МГц для линии вверх (UL) и линии вниз (DL), а в случае TDD вся полоса 20 МГц будет использоваться как на UL, так и на DL.

В рассматриваемой БС, радиочастотный блок каждого сектора оснащен двумя приемопередатчиками с выходной мощностью 20 Вт (43 дБм), хотя в [2] максимально разрешённая мощность передатчика представлена не выше 24 дБм, что должно уменьшить радиус зоны покрытия почти вдвое. Базовая станция работает на линии вниз в режиме MIMO 2x2 с использованием кросс-поляризованной антенны. Поскольку энергетический бюджет рассчитывается для абонентской станции (АС) на краю соты, т.е. принимающей сигналы от БС с низким отношением сигнал/шум (ОСШ), то БС передает сигналы на эту АС

в режиме разнесённой передачи. За счет сложения мощностей сигналов двух передатчиков в пространстве можно получить энергетический выигрыш (3 дБ). В качестве АС рассматривается USB-модем (ЭИИМ 23 дБм).

Данные энергетического расчёта внесены в таблицы 1 и 2. Более того наша задача обеспечить доступ к услугам Triple Play в помещении.

Для того, чтобы обеспечить связь в помещении, необходимо добавить в энергетический бюджет запас на проникновение радиоволн в помещение (M_{int}). Для диапазона 2600 МГц могут использоваться следующие типовые значения запаса на проникновение: для города с плотной застройкой – 22 дБ, для города со средней застройкой – 17 дБ, для пригорода – 12 дБ и для сельской местности – 8 дБ.

Таблица 2. Дополнительные запасы и выигрыши бюджета радиолитии LTE для города со средней застройкой

	Параметр энергетического бюджета	Виды использования радиоресурса					
		Линия FDD 10+10 МГц		TDD 20 МГц (конфигурация кадра 1)		TDD 20 МГц (конфигурация кадра 2)	
		Вниз (DL)	Вверх (UL)	Вниз (DL)	Вверх (UL)	Вниз (DL)	Вверх (UL)
M_{Int}	Запас на помехи, дБ	8,51	3,8	8,51	3,8	8,51	3,8
M_{Build}	Запас на проникновение в помещение, дБ	17,0		17,0		17,0	
G_{HO}	Выигрыш от хэндовера, дБ	2,5		2,5		2,5	
M_{Shade}	Запас на затенение, дБ	8,7		8,7		8,7	
Максимально допустимые потери							
$L_{MAPL} = P_{EIRP} - S_{Rx} + G_{RxA} - L_{RxF} - M_{Build} - M_{Int} - M_{Shade} + G_{HO}$							
L_{MAPL}	МДП, дБ	129,5	128,9	126,5	126,5	124,2	123,9
Ориентировочный радиус соты в условиях средней городской застройки							
d	Радиус соты, км (не более)	0,53		0,45		0,38	

Из двух значений МДП, полученных для UL и DL, выбирают минимальное, по которому производят дальнейший расчет радиуса соты. Ограничивающей линией по дальности связи, как правило, является линия вверх (UL).

В таблицах 1 и 2 максимально допустимые потери на линиях вверх и вниз примерно одинаковые, с разницей меньше 1 дБ. В этих примерах скорости передачи на линии вверх были зафиксированы, а на линии вниз для каждого случая скорость подбиралась так, чтобы сбалансировать максимально допустимые потери для обеих линий. В таблице 2 указаны радиусы сот для ограничивающей линии с наименьшим МДП, для линии вверх, в условиях средней городской застройки. Для расчета дальности связи в данном случае используется модель распространения радиоволн COST231-Nata.

Наилучшим радиопокрытием при одной и той же гарантированной скорости передачи данных на линии вверх обладает система FDD. Для того, чтобы передать один и тот же поток данных в трех рассмотренных системах, на линии вверх приходится выделять разное количество частотных ресурсов (в обратной зависимости от длительности кадра), поскольку длительности кадров на линии вверх различаются: 10 мс – в случае FDD; 4 мс – в случае TDD, конф. 1; 2 мс – в случае TDD, конф. 2. Но чем больше частотных ресурсов выделяется пользователю, тем выше

мощность тепловых шумов во входных цепях приемника, и хуже его чувствительность.

Исследования, проведенные в работе [3], уточняют уровень затухания радиосигнала при его прохождении сквозь стены современных строений и, в зависимости от этажности затухание в городе с плотной застройкой составляет от 24 до 33 дБ.

Таким образом, рассмотрение вопросов «коврового» радиопокрытия (сплошного без просветов) сети LTE, как минимум на первом своём этапе, представляется нецелесообразным.

В соответствии с возлагаемыми на LTE задачами радиодоступ в первую очередь должен быть обеспечен для стационарных или малоподвижных абонентов. Строительство сети целесообразно вести микро- и пико- сотами в местах наибольшего скопления пользователей. Технически услуга Triple Play может быть успешно реализована через радиодоступ сети LTE с условием значительного расширения канальной ёмкости действующих сетей и иерархического построения. При использовании иерархического построения сети в двух диапазонах, например на частотах 2600 МГц и 800 МГц по аналогии системы GSM, где макросоты обеспечивают сплошное (ковровое) покрытие, а микро- и пико-соты имеют задачу снятия высокой нагрузки в густонаселённых районах или малоподвижных абонентов.

Литература:

1. Мобильный форум. Л. Варукина. Упражнение по планированию радиосетей LTE. (<http://www.mforum.ru/news/article/097078.htm> дата обращения 27.02.2013)
2. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи. Часть VI. Правила применения оборудования систем базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотеле-

фонной связи стандарта LTE. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 06.06.2011 № 129

3. Пищин О.Н. Сергеева Е.В. Повышение качества предоставления услуг с подвижных системах радиосвязи. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. Выпуск 1 – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2013. – с. 126–132.

Исследование систем проектирования легкого класса для оптимизации конструкторской документации

Дятлов Максим Николаевич, старший преподаватель;

Авдеюк Данила Никитович, студент

Волгоградский государственный технический университет

На современном этапе проектирования 3D-моделирование является не только основным способом отображения объектов и деталей, но представляет возможность их исследования в программе с помощью дополнительных приложений. К сожалению, в настоящее время на машиностроительных производствах сложилась сложная финансовая ситуация и далеко не каждое предприятие для моделирования и анализа систем может купить дорогостоящую программу, позволяющую выполнять 3D-моделирование. Поэтому в большинстве случаев, в том числе и на производствах Волгоградской области, основные чертежи выполняются в двухмерном моделировании. Для решения большинства задач, например при использовании сложных систем твердотельного моделирования, подойдет система легкого класса (легких САПР), которая является наиболее доступной по цене. На сегодняшний день существует множество разнообразных Российских и зарубежных разработок программ данного класса, порой примерно одинаковых по функциональным возможностям.

Программный пакет для 2D-моделирования должен обладать следующими свойствами:

- 1) Система должна быть максимально простой в освоении и эксплуатации. Именно эта особенность системы в состоянии обеспечить массовое внедрение системы в реальном производстве и обеспечить достижение желаемых результатов. Разумеется, простота использования ни в коей мере не должна означать ограниченные возможности системы.

- 2) Обладать достаточно низкой стоимостью.

- 3) В системе должен присутствовать русскоязычный интерфейс.

- 4) Система должна обеспечивать полную поддержку ЕСКД. Эта поддержка должна быть встроена в само ядро системы, а не быть выполнена в виде неких дополнительных модулей. На оформление готового чертежа (проставка размеров, шероховатостей, допусков формы и расположения поверхностей и т.д.) уходит подчас не меньше времени, чем на собственно графическую часть [8].

- 5) Система должна быть модульной. Пользователь должен иметь свободу выбора при комплектации системы для снижения стартовых расходов на приобретение за счет закупки только тех модулей, которые действительно необходимы на данном этапе.

- 6) Система должна иметь собственные средства для создания пользовательских приложений, что позволит разрабатывать собственные прикладные автоматизированные системы, которые будут полностью совместимы с базовой графической системой.

- 7) Система должна быть открытой для связи с другим программным обеспечением, должна обеспечивать доступ к хранящейся в ее графических документах информации из других приложений и давать возможность генерировать графические документы по данным, поступающим извне [2].

Рассмотрим некоторые системы легкого класса. К ним, например, можно отнести такие программные продукты, как AutoCAD Mechanical (Autodesk), КОМПАС, T-Flex, которые и были взяты для исследования.

AutoCAD Mechanical 2012 (рис. 1) – это AutoCAD для машиностроителей. Он содержит полный набор функций AutoCAD, к которым добавлены специализированные возможности для машиностроительного и промышленного проектирования. AutoCAD Mechanical автоматизирует многие стандартные проектные задачи, такие как создание компонентов механизмов, нанесение размеров или формирование спецификаций. Это продукт с множеством полезных функций. Программа поддерживает общепринятые стандарты оформления чертежей, а также включает библиотеку, содержащую более 700 тысяч стандартных деталей, что значительно ускоряет работу конструктора. В программе существуют встроенные средства перевода надписей. Стандартные надписи на чертежах переводятся автоматически с помощью базовой библиотеки, которая имеет открытый формат и легко дополняется. Преимуществом AutoCAD Mechanical по сравнению с базовым AutoCAD является более высокая производительность, которая достигается благодаря упрощению повседневных конструкторских операций. Опыт, накопленный кон-

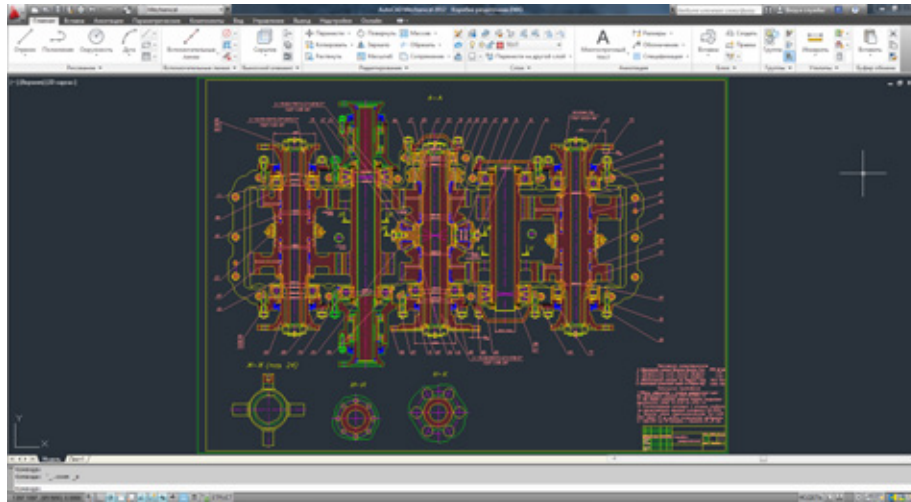


Рис. 1. Интерфейс рабочего поля AutoCad Mechanical 2012

структуром за время работы в AutoCAD, поможет поддерживать преемственность рабочего процесса, осваивать специализированные возможности в удобном для них темпе [1,5].

КОМПАС-ГРАФИК (рис. 2) предоставляет широкие возможности автоматизации проектных работ разного профиля. Система эффективно решает задачи 2D-проектирования и выпуска документации. На сайте производителя доступно множество библиотек и модулей, позволяющие приобрести уже готовые чертежи деталей (болты, шестеренки и т.п.). Преимущества КОМПАС-График: продуманный и удобный интерфейс; многострочные чертежи; разнообразные способы и режимы построения графических примитивов; управление порядком отрисовки графических объектов; мощные средства создания параметрических моделей для часто применяемых типовых деталей или сборочных единиц; создание библиотек ти-

повых фрагментов без какого-либо программирования; любые стили линий, штриховок, текстов, многочисленные способы простановки размеров и технологических обозначений; автоподбор допусков и отклонений, быстрый доступ к типовым текстам и обозначениям; возможность приобретения отдельных модулей для 2D-моделирования и 3D-моделирования и т.д. Встроенная система проектирования спецификаций позволяет выпускать различные типы ведомостей, спецификаций и прочих табличных документов, при этом сквозная интеграция системы с основными приложениями и различными библиотеками, используя высокий уровень автоматизации, позволяют пользователю избежать многократного повторного ввода данных, что значительно снижает вероятность рабочих ошибок. КОМПАС-График поддерживает форматы DXF, DWG, IGES и eDrawings, что позволяет организовывать эффективный обмен данными со смежными организа-

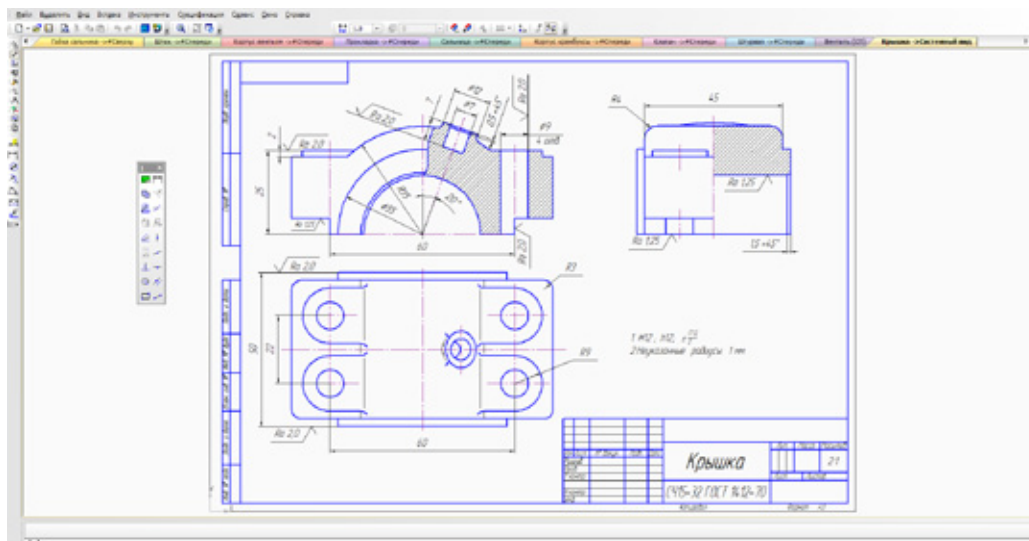


Рис. 2. Интерфейс рабочего поля КОМПАС-График

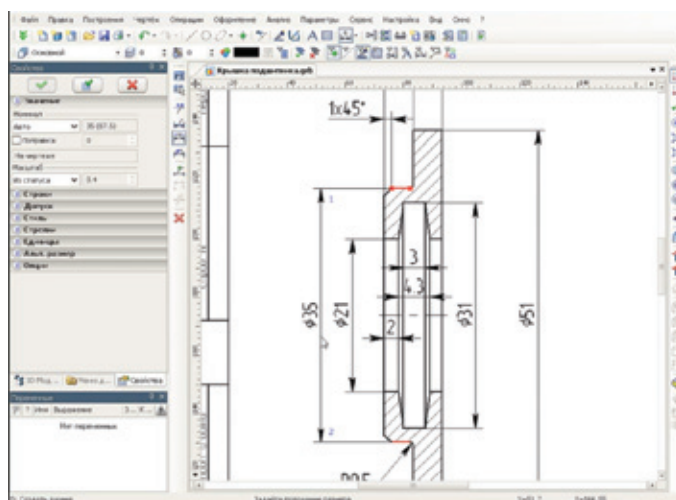


Рис. 3. Интерфейс рабочего поля T-Flex CAD

циями и заказчиками, использующими любые чертежно-графические системы [3,6]

T-FLEX CAD (рис. 3) отличается от черчения тем, что конструктор создает чертеж не в виде набора линий, а в виде математической модели с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сборке, выполняются различные расчеты, может изменяться состав изделия (моделируются варианты исполнений). В процессе 2D-проектирования конструктор моделирует функционирование изделий, а эффективность работы. К преимуществам данного пакета можно отнести: все системы, входящие в комплекс, полностью интегрированы между

собой; комплекс содержит передовые российские разработки в соответствующих областях автоматизированного проектирования и широкую поддержку международных стандартов; все системы имеют русскоязычный интерфейс и документацию на русском языке, могут быть адаптированы разработчиками к условиям любого производства; надежная защита технической информации от несанкционированного доступа; наличие модуля технологической подготовки производства; обширные библиотеки; техническое сопровождение и т.д [4,7].

В результате проведенного исследования было выявлено (таблица 1,2), что программная система КОМПАС предоставляет более широкие возможности автомати-

Таблица 1. Сравнение стоимости программ

	AutoCAD Mechanical	T-Flex	КОМПАС-график*
Цена	136 922 руб.	44 850	49 500 руб.

Таблица 2. Оценка программ по 3-х бальной шкале (по возрастанию)

	AutoCAD Mechanical	T-Flex	КОМПАС
Простота	2	1	3
Доступные инструменты	3	2	3
Интерфейс	2	1	3
Адаптация к ГОСТам	1	3	3
Итого:	8	7	12

зации проектных работ разного профиля; имеет весьма удобный интерфейс; имеет сравнительно невысокую сто-

имость; проста в освоении и наиболее адаптирована для российского разработчика.

Литература:

1. AutoCAD Mechanical 2012. [Режим доступа: <http://www.csoft.ru/catalog/soft/autocad-mechanical/autocad-mechanical-2012.html>. Дата обращения: 01.04.2013].
2. Дятлов М.Н. Современные машиностроительные системы проектирования легкого класса /М. Н. Дятлов, А.Н. Тодоров// Тезисы МНПК «Инновационные информационные технологии», Прага, 22–26 апреля 2013 г. – С. 118–120.
3. КОМПАС-График V14 [Режим доступа: <http://soft.qwerty.ru/catalog/detail.php?ID=85853>. Дата обращения: 01.04.2013].
4. Отличительные особенности программного комплекса T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM [Режим доступа: <http://www.tflex.ru/whytflex/>. Дата обращения: 01.04.2013].
5. Официальный сайт компании Autodesk (autodesk.ru).
6. Официальный сайт компании АСКОН (ascon.ru).
7. Официальный сайт компании Топ Системы (tflex.ru).
8. Ханов Г.В. Твердотельное геометрическое моделирование в ходе подготовки магистров /Г.В. Ханов, Е.Н. Асеева, М.Н. Дятлов //Изв. ВолгГТУ. Серия «Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе». Вып. 7: межвуз. сб. науч. ст./ ВолгГТУ. – Волгоград, 2010.-№8.-с. 199–203.

Уменьшение аварийных ситуаций пассажирских автобусных перевозок путем внедрения современных технологий безопасности

Дятлов Максим Николаевич, старший преподаватель;
Долгов Кирилл Олегович, кандидат технических наук, доцент;
Тодоров Алексей Николаевич, старший преподаватель
Волгоградский государственный технический университет

Повышение интенсивности дорожного потока, скоростей движения, необходимость частого выполнения маневрирования, присутствие на дороге большегрузных автомобилей, перевозящих пассажиров, опасные грузы и т.п. требуют от водителя все большей концентрации внимания, повышают нервное напряжение, утомляемость. Это снижает безопасность, и для ее восполнения требуется помощь, поддержка, которая помогла бы ему своевременно и эффективно выполнять управляющие действия. На это направлено совершенствование конструкции рулевого привода с усилителями различных типов, тормозного оборудования с введением вспомогательных, резервных, дублирующих устройств, известными системами ABS, REF, RSP и других с различными характеристиками и свойствами. [1, с. 121].

Сейчас автомобили все чаще и шире оснащаются такими интеллектуальными системами, которые на основании собранной различными приборами, причем не обязательно бортовыми, информации либо самостоятельно принимают решение, автоматически вмешиваясь в процесс вождения, либо сигнализируют водителю каким либо образом о сложившейся дорожной ситуации, что в итоге снижает вероятность ДТП. [2, с. 15].

Согласно классическим представлениям, конструктивная безопасность автомобиля включает четыре тех-

нические составляющие: активная, пассивная, послеаварийная и экологическая безопасности. Причем под первой понимается свойство автомобиля предотвращать ДТП (снижать их вероятность). Она проявляется в период времени, соответствующий начальной фазе ДТП (условия движения автомобиля и пешехода перед возникновением опасной ситуации), когда водитель в состоянии изменить характер поведения автомобиля. [2, с. 14].

Принимая во внимание функции каждого звена динамической системы «Водитель-автомобиль – дорога – внешняя среда», функциональную схему всей системы можно представить в следующем виде (рис. 1). Как видим из схемы, дорожная среда формируется и определяется не только дорожными факторами, объектами дорожной среды, но и складывающейся на данный момент дорожной ситуацией, характером взаимодействия автомобиля с дорожной средой. Аэродинамические факторы (например, ветер) непосредственно оказывают влияние на динамику и устойчивость движения автомобиля. Некоторые составные части внешней среды опосредованно оказывают влияние на дорожную среду (пыльные бури, снежные заносы), а такие факторы среды как влага, температура непосредственно воздействуют на дорожную среду.

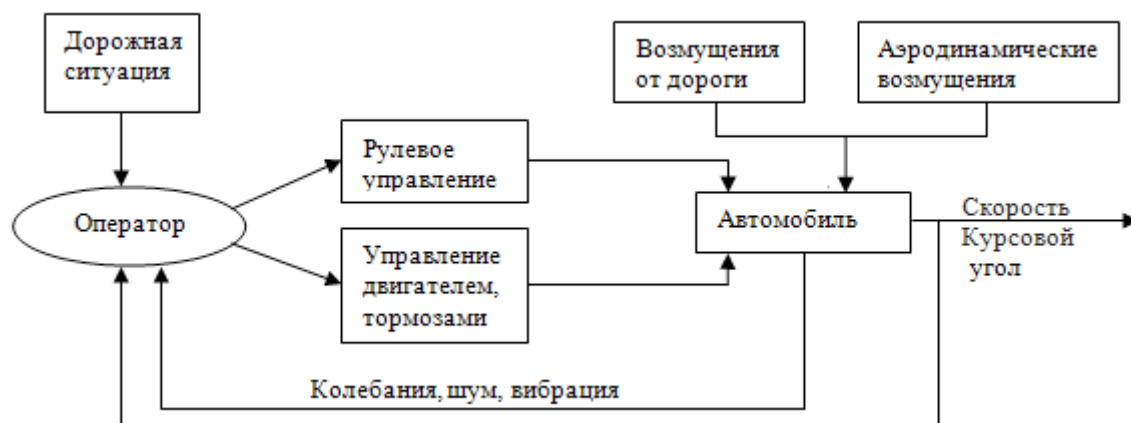


Рис. 1. Система управления автомобилем с минимальным набором активных систем безопасности

Функции водителя имеют сложный характер. Так, для обеспечения безопасного вождения автомобиля необходимо иметь надежную, долговечную и безотказную конструкцию всех агрегатов и узлов автомобиля, особенно органов управления (рулевого управления, тормозной системы, датчиков контроля технического и аварийного состояния агрегатов и др.), удобную и легкую (по затратам физической энергии) систему управления. Наряду с этими условиями безопасного движения автомобиля, водитель подвергается интенсивным воздействиям как со стороны автомобиля (шум, вибрация, отклонение автомобиля от заданного курса, крены кузова и других), так и со стороны дорожной среды. Все эти факторы в конечном итоге приводят к повышению напряженности работы водителя, быстрой его утомляемости и снижению уровня безопасного движения автомобиля. [3, с. 21].

В большинстве случаев ДТП с участием пассажирских автобусов отличаются большой тяжестью последствий. Число ДТП с участием автобусов, произошедших по причине внешних факторов, — например, неблагоприятных погодных условий, — минимально. Подавляющее большинство таких аварий происходят по вине водителей автобусов, либо других транспортных средств. В этой связи Госавтоинспекция неоднократно призвала транспортные организации усилить контроль над техническим состоянием автотранспорта и выполнением требований режима труда и отдыха водителей, а также более тщательно подбирать кадры и строже контролировать работу водителей, особенно тех, кто перевозит детей. Наиболее тяжкие по последствиям дорожно-транспортные происшествия происходят на загородных трассах. Лобовые столкновения, съезды в кювет и наезды на препятствия — причина всех этих происшествий напрямую связана с неправильным выбором скорости для данных дорожных условий и технических параметров автомобиля, а также с невнимательностью и усталостью водителя.

Отметим достаточно существенную разницу подходов в вопросах обеспечения безопасности автобу-

сных перевозок в Европе и России. В передовых европейских странах уровень первоначальной подготовки намного глубже, да и её продолжительность заметно больше. Кроме того, предусмотрена ежегодная переподготовка для подтверждения лицензии. Не говоря уже об иной организации режима труда, отдыха и дорожного движения. Практически ежегодно появляются новые системы активной безопасности, способные отчасти контролировать состояние водителя, исправлять ошибки в реальных дорожных ситуациях, а некоторые (как, например, DBL — система ограничения максимальной скорости и другие) могут блокировать ошибочные действия водителя. Обучение умению пользоваться новейшими системами безопасности входит в курс ежегодной переподготовки. Да и сама профессия водителя автобуса в Европе является уважаемой и хорошо оплачиваемой, не говоря уже о высокой социальной защищенности.

Ситуация в России хорошо известна: единственная гарантия безопасности у нас — опытный, внимательный и собранный водитель. Отечественный автобус, как правило, не изобилует системами активной безопасности, зачастую включая ремни для пассажиров и водителя, и если в АТП используется импортная машина, в большинстве случаев водители просто не знают специфики работы и особенностей новейших систем активной безопасности — не представляют их реальных возможностей.

Для работы на автобусе необходимо иметь специальную категорию D, свидетельствующую о высоком уровне знаний водителем своего транспортного средства, правил дорожного движения, а также владении техникой безопасной езды, обладании быстрой реакции и умении правильно действовать в случае возникновения экстремальной ситуации. Кроме того, работа водителя автобуса связана со сферой обслуживания, поэтому он должен обладать такими качествами, как терпение, терпимость, дружелюбие; желательно также умение найти контакт с любым человеком.

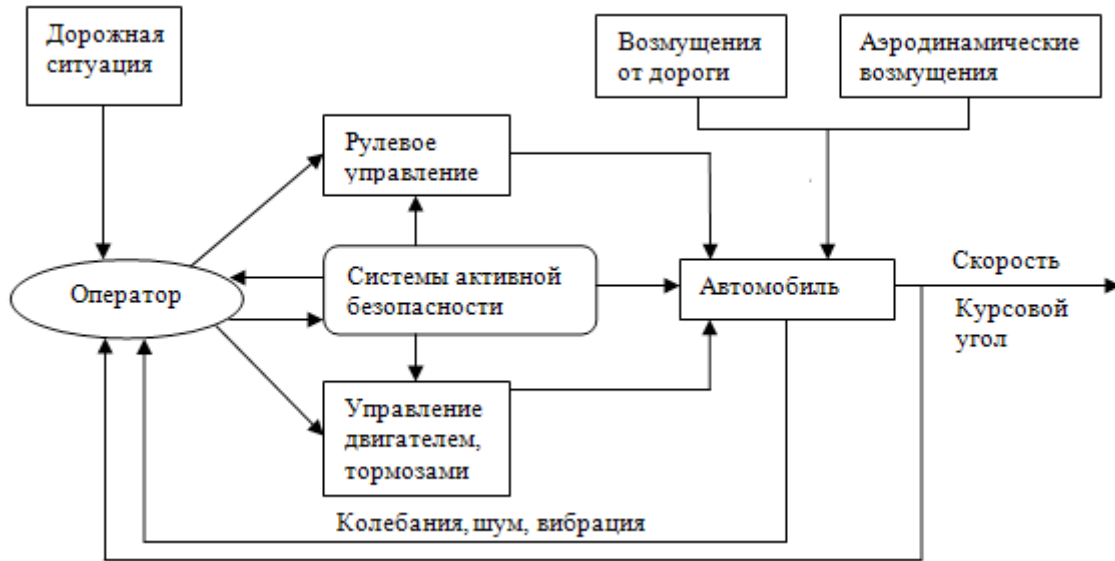


Рис. 2. Система управления автомобилем с использованием современных систем активной безопасности

Путем включения в систему управления автомобиля специальных устройств, выполняющих некоторые функции водителя и информирующих его об опасности, можно облегчить работу водителя и, тем самым, повысить безопасность движения автомобиля в целом (рис. 2).

В Западной Европе автобусы были и остаются самым безопасным видом транспорта во многом благодаря высокому уровню активной и пассивной безопасности.

Активную безопасность условно можно разделить на внешнюю, внутреннюю и динамическую. В первом случае речь идет о качественном дорожном покрытии, читаемой разметке, временных и постоянных знаках, установленных ради безопасности движения, технически исправных транспортных средствах, управляемых квалифицированными водителями, неукоснительно соблюдающими ПДД и знающими основы безопасности движения.

Внутренняя активная безопасность включает в себя квалификацию водителя, его психологическое состояние (зависящее даже от уровня зарплаты), режим труда и отдыха, эргономику рабочего места, обзорность: зеркала заднего вида, телекамера в корме, исполнение фар головного света вплоть до подсветки обочин и прочее. В европейских странах все это давно решено и промотивировано. Однако в России ввиду отсутствия законодательных требований и налоговых льгот многие из весьма полезных систем предлагаются опционально, а посему зачастую просто вычеркиваются из спецификации автобуса при его заказе. Например, MFL (Multifunktionslenkrad) – многофункциональный руль с клавишами управления вплоть до мобильного телефона.

Системы транспортного средства, обеспечивающие динамическую активную безопасность, призваны решать конфликты первых двух видов активной безопасности, как внутренние, так и возникающие при их взаимодействии.

Если водитель в силу различных причин, например утомленности из-за нарушения режима труда и отдыха, двигаясь с превышением скорости (сбои внутренней безопасности), оказался на обледенелом участке дороги с крутым поворотом, не обозначенным соответствующими знаками (не обеспечена внешняя безопасность). Посильно предотвратить потенциальный несчастный случай смогут только перечисленные ниже системы и умение ими пользоваться [4].

Наиболее известными и востребованными системами динамической активной безопасности являются:

- антиблокировочная система тормозов;
- антипробуксовочная система;
- система курсовой устойчивости;
- система распределения тормозных усилий;
- система экстренного торможения;
- система обнаружения пешеходов;
- электронная блокировка дифференциала.

Перечисленные системы активной безопасности конструктивно связаны и тесно взаимодействуют с тормозной системой автомобиля и значительно повышают ее эффективность. Ряд систем может управлять величиной крутящего момента через систему управления двигателем.

Исследования показывают, что европейские перевозчики уделяют все больше внимания системам безопасности. Процент клиентов, заказывающих фирменное оборудование для своего транспорта, постоянно растет. Повышение спроса на системы безопасности свидетельствует о стремлении участников транспортного процесса минимизировать риски.

Одним из лидеров в сфере безопасных технологий является компания Mercedes-Benz. Компания стала пионером в разработке и внедрении целого ряда устройств, повышающих безопасность на дороге, предотвращающих

аварии и защищающих водителя и других участников движения при ДТП.

В своем стремлении обеспечить конкурентоспособность своих автомобилей автомобильные производители поддерживают передовые технологии, устанавливая их в автомобилях верхнего ценового уровня, а по истечении некоторого времени и на всю модельную линейку.

Революционные инновации в сфере комфорта и разработок приводов в сочетании с передовыми технологиями, ориентированными на повышение безопасности, закрепляют за флагманом Mercedes-Benz S-Класса. В базовой комплектации автомобиля есть система Pre-Safe. При угрозе ДТП, которую электроника определяет по резкому торможению или слишком сильному скольжению колес, Pre-Safe подтягивает ремни безопасности и надувает воздушные камеры в мультиконтурных передних и задних сиденьях, чтобы лучше зафиксировать пассажиров. Помимо этого Pre-Safe «закраивает люки» — закрывает стекла и люк в крыше. Все эти приготовления должны уменьшить тяжесть возможного ДТП.

Отличника контраварийной подготовки из S-класса делают всевозможные электронные помощники водителя — система стабилизации ESP, антипробуксовочная система ASR, система помощи при экстренном торможении Brake Assist. Система помощи при экстренном торможении в S-классе совмещена с радаром. Радар определяет расстояние до едущих впереди машин. Если оно становится угрожающе коротким, а водитель тормозит слабее необходимого, электроника начинает ему помогать. При экстренном торможении стоп-сигналы автомобиля мигают.

По заказу S-класс можно оборудовать системой DISTRONIC PLUS. Она представляет собой автоматический круиз-контроль, очень удобный в пробках. Устройство с помощью того же радара контролирует дистанцию до впереди идущего автомобиля, при необходимости останавливает машину, а когда поток возобновляет движение, автоматически разгоняет ее до прежней скорости. Тем самым Mercedes избавляет водителя от каких-либо манипуляций помимо вращения руля. DISTRONIC работает на скоростях от 0 до 200 км/ч.

Система ночного видения Night View Assist Plus, предлагаемая в качестве дополнительного оборудования. Ее инфракрасная видеокамера в условиях темноты снимает всю зону дальнего освещения и отображает это на центральном дисплее комбинации приборов. Причём пе-

шеходы распознаются автоматически и на дисплее специально выделяются. Таким образом, даже в условиях плохой видимости люди, животные и предметы распознаются лучше.

Система контроля степени усталости водителя ATTENTION ASSIST: заранее распознав опасность кратковременного засыпания водителя за рулем, она рекомендует ему сделать перерыв. Система наблюдает за тем, как водитель ведет машину. Особую роль здесь играет специальный датчик в рулевой колонке, следящий за поворотами рулевого колеса. Если реакция водителя вдруг отклоняется от своего среднего, рассчитанного вначале значения, то система подает звуковой и визуальный предупредительный сигнал [5].

Эксперты по дорожной безопасности, утверждают, что массовое применение активных систем позволило снизить вероятность попадания в ДТП на европейских дорогах на 50%. Ежегодное снижение количества ДТП со смертельным исходом в Европейском союзе — во многом заслуга этих систем.

К сожалению, полностью избежать случаев дорожно-транспортных происшествий пока не представляется возможным. Однако с каждым годом с конвейеров сходят тысячи автомобилей, все более совершенных в плане активной и пассивной безопасности. Новые автомобили, по сравнению с предыдущими моделями, укомплектованы гораздо более совершенными системами безопасности, позволяющими значительно снизить вероятность аварии и минимизировать ее последствия.

В настоящее время «человеческий фактор» в вопросах безопасности на транспорте играет определяющую роль. Опытный, в хорошем физическом и психологическом состоянии водитель — самая лучшая система безопасности, которой можно оснастить автомобиль. Вероятность аварии, однако, многократно возрастает, если водитель отвлекается от управления транспортным средством, часто из-за усталости, вызванной плохой эргономикой рабочего места и минимальным набором систем активной безопасности. Именно поэтому наиболее безопасным подходом является сочетание передовых автоматизированных систем автомобиля со знаниями, опытом и хорошим функциональным состоянием водителя.

Компьютер никогда не устает, но он может делать только то, на что запрограммирован. Как только ситуация перестает быть стандартной, наступает черед водителя.

Литература:

1. Ходес И.В. Управляемость и активная безопасность автомобиля (водителю, механику, инженеру) / И.В. Ходес. — Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. — 140 с.
2. Издательство «Машиностроение», «Автомобильная промышленность», 2012, №9.
3. ЧЕЛОВЕК-ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА: Учебное пособие / А.Г. Петрушин, Ю.Я. Комаров; Волгоград. Гос. Техн. ун-т. — Волгоград, 1996. — 105 с.
4. MEDIA GLOBE, «Коммерческий Транспорт», 2009, №4.
5. Официальный сайт марки Mercedes-Benz в России (mercedes-benz.ru).

Многоступенчатые гидроциклонные установки для разделения нефтяных шламов

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;
Рахимов Бекзод Бахтиярович, соискатель;
Бакаев Бахромбек Барноевич, студент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Нефтяная промышленность является одним из крупных источников загрязнения окружающей среды. Производственная деятельность нефтеперерабатывающих и нефтегазодобывающих предприятий неизбежно оказывает техногенное воздействие на объекты природной среды, поэтому вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют важное значение. Одним из наиболее опасных загрязнителей практически всех компонентов природной среды — поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха — являются нефтешламы. В соответствии с этим требуются неотложные меры по исправлению существующей экологической ситуации на предприятиях отрасли.

Проблема ликвидации отходов, накопленных в результате деятельности предприятий нефтегазового комплекса, стоит сегодня достаточно остро, что в первую очередь связано с существенным ростом объемов производства. Разработка эффективных способов утилизации сделает возможным превращение вредных для окружающей среды соединений в ценные и безопасные продукты.

Эффективность разделения нефтяного шлама во многом определяется схемой взаимодействия технологических потоков, реальной гидродинамической обстановкой в аппарате. Конструкция установки должна обеспечивать максимальную производительность, способствовать полному разделению нефтяного шлама, получению целевых компонентов высокого качества, полностью исключить или свести к минимуму такие нежелательные явления,

как продольное перемешивание, слеживаемость материала, байпасирование, неравномерность скоростей потоков по сечению аппарата. В настоящее время разработано большое количество аппаратов для разделения суспензии, отличающихся друг от друга конструктивными и технологическими параметрами. Анализ свидетельствует о недостаточной их эффективности вследствие низкой производительности, большой энерго- и металлоемкости и нарушений гидродинамических условий взаимодействия технологических потоков.

Разработка комплексной технологии утилизации нефтяных шламов требует исследования характеристик нефтешлама и физико-химических основ процесса и выдачи практических рекомендаций для технико-экономического обоснования строительства опытно-промышленной установки утилизации нефтешламов. Поставлена задача разработки такого процесса, который, с одной стороны, удовлетворяет современным тенденциям создания высокоэффективных, экологически чистых технологий и, с другой, является экономически эффективным.

По результатам испытаний гидроциклонных аппаратов можно отметить, что при работе аппаратов на разделении нефтяного шлама в одном гидроциклонном аппарате не удалось получить максимально возможную эффективность одновременно по сгущению твердой фазы и осветленной жидкости. В связи с этим были проведены экспериментальные работы в лабораторных условиях по определению эффективности различных схем включения гидроциклонов (Рис. 1 и 2).

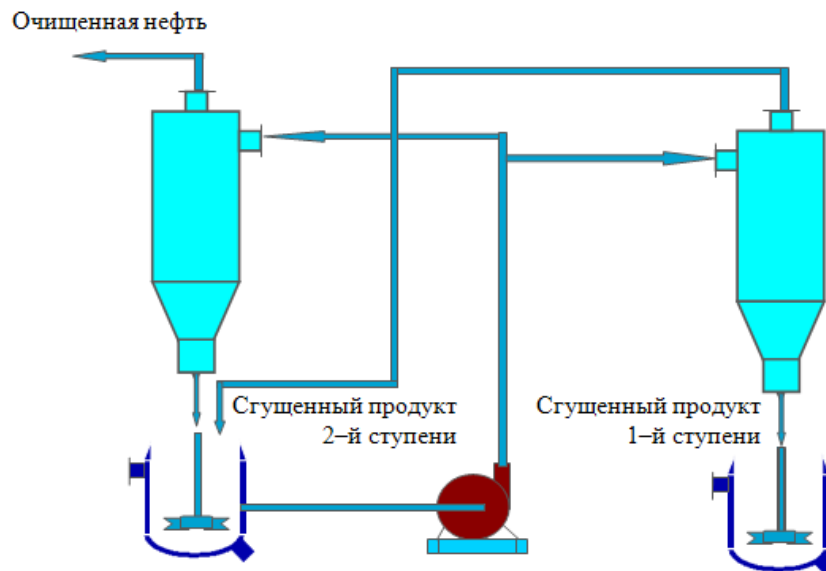


Рис. 1. Схема параллельного соединения гидроциклонов

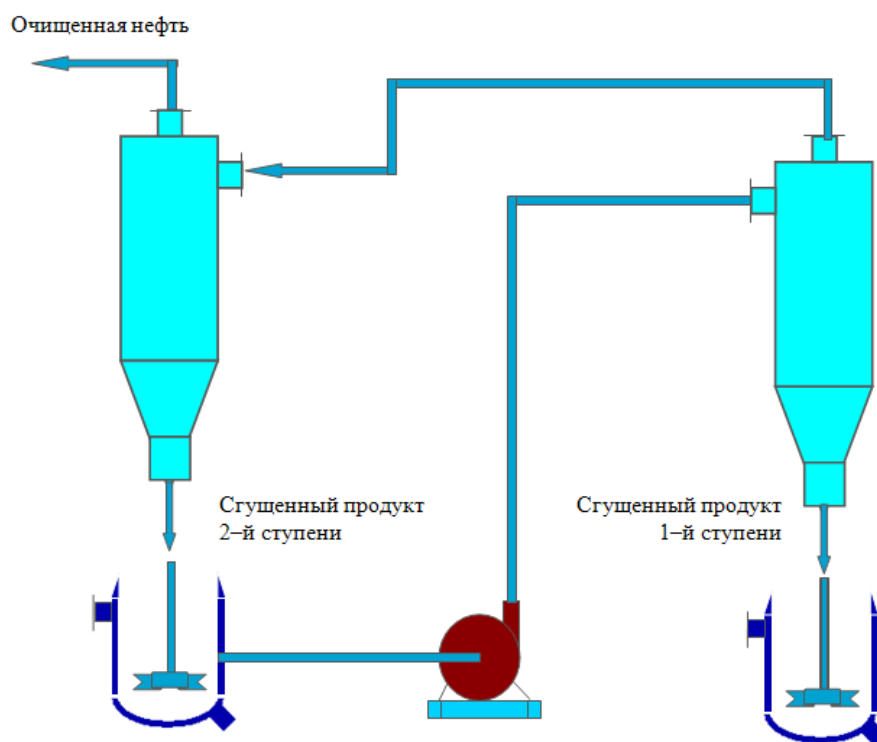


Рис. 2. Схема последовательного соединения гидроциклонов

Необходимо отметить, что эти схемы имеют общий недостаток — появление циркулирующих потоков.

Предлагаемая технологическая система позволяет работать со всеми видами нефтешламов, содержащих наряду с водой и твердыми частицами как легкие углеводороды («плавающий» нефтешлам), так и тяжелые углеводороды (донные осадки). Помимо утилизации шламов из прудов-

шламонакопителей, по заданию Заказчика система может быть рассчитана так же на утилизацию других видов загрязненной нефтью твердых продуктов, таких как «замороженные» земли аварийных проливов нефти на рельеф и донные шламовые отложения резервуаров хранения сырой нефти.

Литература:

1. Переработка нефтяных и газоконденсатных шламов. Методология и результаты. М.Маркаров, А. Нуридинов. Сыктывкар. Экоальянс. 2000.
2. Бикчентаева А.Г., Десяткин А.А., Ахметов А.Ф., Ахметшина М.Н. Разделение углеводородной эмульсии с водной дисперсной фазой путём добавления мазута // Наука и технология углеводородных дисперсных систем: Материалы II Международного симпозиума. — Уфа: Реактив, 2000. — Т.2.-с. 93—94.
3. Ю.К. Молоканов. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. Москва. Химия. 1980. — 407 с.

Экспериментальные исследования температурных зависимостей вязкости нефтяных шламов

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;
 Рахимов Бекзод Бахтиярович, соискатель;
 Дуров Шухрат Шерматович, студент
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При утилизации продукции нефтешламовых амбаров и донных отложений основной проблемой является их высокая вязкость. Одним из способов понижения вяз-

кости — повышение температуры среды. Поэтому возникает необходимость определения зависимости вязкости данного продукта от температуры. С целью определения

зависимости вязкости от температуры были проведены исследования реологических свойств нефтяного шлама. По своим реологическим характеристикам нефтешламы относятся, как правило, к неньютоновским жидкостям. Решающее влияние на изменение реологических свойств таких систем оказывает макромолекулярный уровень организации их структуры и сильная зависимость от внешних факторов (температура, давление, физические поля, добавление реагентов и т.д.).

Макрореологические параметры несут информацию о микроструктуре нефтяных систем. Носителями структурно-механических свойств нефтяных систем являются высокомолекулярные компоненты. Присутствие высокоплавких парафинов и асфальтосмолистых веществ в нефтяных системах, их дисперсность и степень взаимодействия обеспечивают определенный уровень прочности структуры нефтяной дисперсной системы. Нелинейное изменение вязкости нефтяных систем при нагреве обусловлено внутренней перестройкой их структуры при нагреве и переходом ее из связанного дисперсного состояния в свободное. Переход твердой фазы в жидкую характеризуется не одной температурной точкой, а областями перехода. Разность между температурами плавления и температурой кристаллизации для смеси парафинов значительно больше, чем для отдельных компонентов.

В работе [1] подробно рассмотрены зависимости реологических характеристик различных эмульсий от соотношения воды, асфальтосмолистых веществ и парафинов. Результаты экспериментальных исследований показали, что вязкость нефтяных эмульсий увеличивается с увеличением содержания воды вплоть до того, пока она не обратится из системы «вода в нефти» в систему «нефть в воде», вязкость которых очень мала. В данной работе было установлено, что чем больше содержание асфальтосмолистых веществ в эмульсии, тем ниже температура ее застывания, а чем больше содержание парафинов, тем температура застывания выше.

Для исследования температурных зависимостей вязкости нами использовался вискозиметр «Rheometer» по Геплеру, принцип работы которого основан на падении шарика в исследуемой среде.

Вязкость рассчитывали по формуле: $\eta = tkp$

где t — время прохождения шариком фиксированного расстояния в исследуемой среде (сек.), p — давление, оказываемое шариком на исследуемую среду ($г/см^2$), k — постоянная прибора.

На рис. 1 изображены графики зависимости вязкости образцов нефтешлама №2 и №4 от температуры. В температурном ходе образца №2 можно выделить несколько характерных участков. На первом — до 32°C — происходит плавное снижение значения вязкости. Второй участок — от 32 до 50°C — характеризуется резким снижением вязкости, очевидно, за счет плавления парафинов и деструктуризации асфальтосмолистых веществ.

После того, как процесс плавления парафинов заканчивается (52 – 88°C), увеличение температуры в меньшей степени влияет на изменение вязкости.

Для образца №4 во всем диапазоне исследования происходит плавное снижение вязкости. Для исследования зависимости вязкости от содержания воды, изготавливали образцы водонефтяных эмульсий с различным содержанием воды.

На рис. 2. представлены кривые зависимости вязкости образцов от температуры при различном содержании воды, по которым видно, что вязкость нефтешлама уменьшается с повышением температуры и увеличивается с повышением концентрации воды в ней. При более высоких температурах разница в значениях вязкости становится незначительной.

Увеличение вязкости с повышением концентрации в них воды обуславливается увеличением взаимодействия между каплями, благодаря более тесному сближению глобул воды, вследствие чего трение между слоями увеличивается, и вязкость растёт. То есть с ростом концентрации

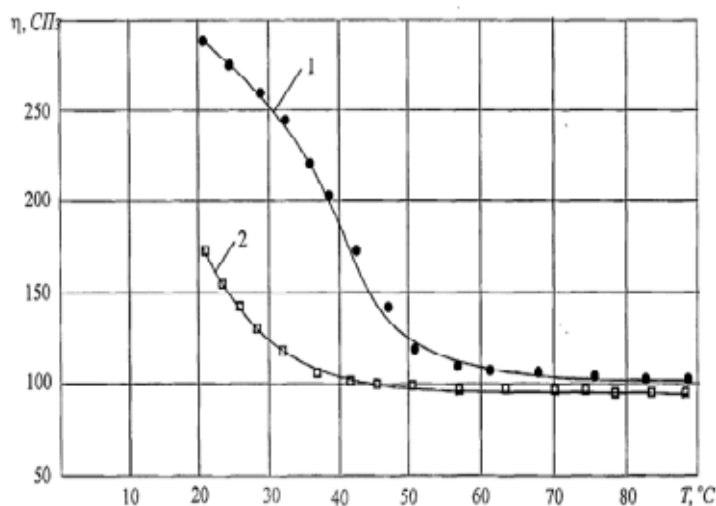


Рис. 1. Зависимость вязкости от температуры для образцов №2 (кривая 1) и №4 (кривая 2)

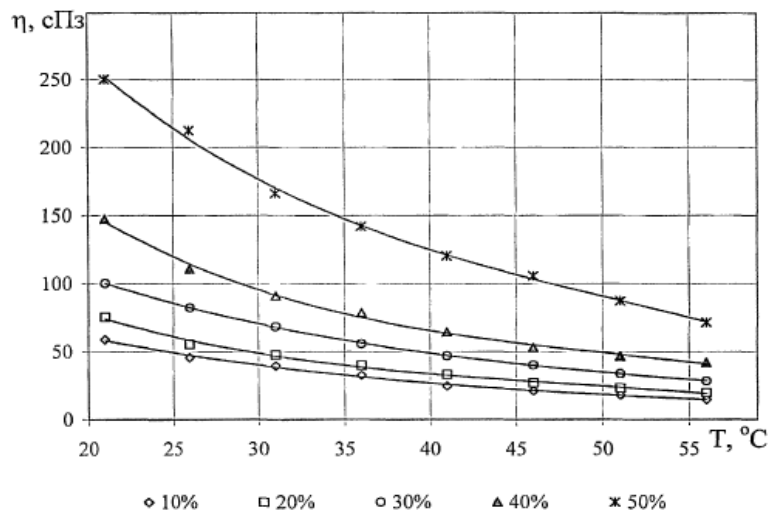


Рис. 2. Зависимость вязкости образца №3 от температуры при различном содержании воды

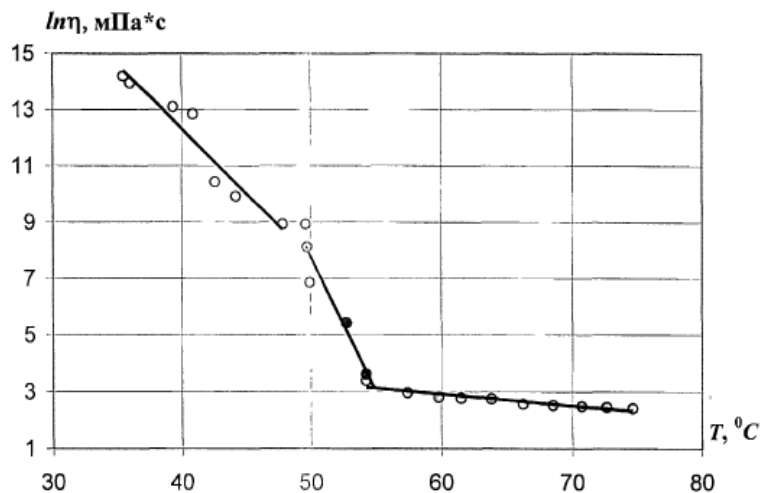


Рис. 3. Зависимость вязкости от температуры для донных остатков из Бухарского нефтеперерабатывающего завода

воды резко возрастает агрегация капель, поскольку с увеличением содержания воды растет число капель, находящихся в тесной близости в каждый момент времени. При низких скоростях сдвига, не вызывающих серьезных изменений в структуре агрегатов, каждый агрегат ведет себя как отдельная сфера с объемом, большим, чем сумма объемов составляющих его капель, потому что внутри структуры удерживается некоторое количество непрерывной фазы. Это изменяет соотношение эффективных объемов дисперсной и непрерывной фаз. В условиях оптимальной упаковки агрегаты связываются в непрерывную сетку [2].

На рисунке 3 приведен график зависимости $\ln \eta$ от температуры для донных нефтешламовых остатков Бухарского нефтеперерабатывающего завода.

Полученные результаты показали, что в зависимости $\eta(T)$ наблюдаются три характерных участка снижения вязкости, на каждом из которых функция $\eta(T)$ может быть описана экспоненциальной зависимостью с разными показателями степени.

На первом участке (35–48°C) при увеличении температуры вязкость постепенно понижается. На втором же участке (48–54°C) происходит резкое снижение вязкости, за счет плавления парафинов и деструктуризации асфальтосмолистых веществ. После того, как процесс плавления парафинов заканчивается (54–75°C), увеличение температуры в меньшей степени влияет на изменение вязкости.

Литература:

1. Аванесян В.Г. Реологические особенности эмульсионных смесей. М., Недра, 1980.-116 с.
2. Елисеев Н.Ю. Вязкость дисперсных систем. М., фирма «Блок», 1998. — 80 с.

Исследования по разделению нефтяных шламов в поле центробежных сил

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;

Рахимов Бекзод Бахтиярович, соискатель;

Рустамов Элёр Самиевич, соискатель;

Шомуродов Азамат Юлдашевич, соискатель

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Целью наших исследований является разработка комплексной технологии утилизации нефтяных шламов, начиная от исследования характеристик нефтешлама и физико-химических основ процесса и заканчивая выдачей практических рекомендаций для технико-экономического обоснования строительства опытно-промышленной установки утилизации нефтешламов. Была поставлена задача разработки такого процесса, который, с одной стороны, удовлетворяет современным тенденциям создания высокоэффективных, экологически чистых технологий и, с другой, является экономически эффективным.

Результаты проведенных исследований по определению физико-химических характеристик и компонентного состава образцов нефтешлама Бухарского нефтеперерабатывающего завода приведены в таблице 1.

Для исследования процесса разделения и по созданию гидроциклонного аппарата для разделения нефтяного шлама в поле центробежных сил нами проводились опыты в два этапа.

1 этап — создание гидроциклона для разделения нефтешлама после центрифуги.

2 этап — создание гидроциклона, который по своей характеристике и делительной способности полностью заменил работу центрифуги.

Расчет гидроциклона для требуемого разделения нефтяного шлама сводился к определению оптимального диаметра его цилиндрической части. Диаметры насадок связаны определенными соотношениями с диаметром ги-

дроциклона. В процессе эксперимента диаметры насадок уточняют.

Как показали опыты нефтяной шлам содержит в среднем до 8% (массовых) твердой фазы. Опыты на экспериментальной установке сводятся к определению влияния гранулометрического размера механических частиц на процесс разделения нефтяного шлама с целью определения числа необходимых ступеней промышленной установки.

Установка состоит из центробежного насоса 1 — для подачи нефтяного шлама из емкости 10 в инжекционный смеситель 4, манометра 2 — для контроля давления питания, стеклянного ротаметра 3 — для контроля расхода шлама, патрубка 6 — для подвода суспензии в гидроциклон, гидроциклона 7 — для разделения суспензии, воронки 8 с фильтрующей перегородкой, установленной на емкости 9, для фильтрации сгущенной суспензии и отбора проб, емкость 5 — для сбора осветленных углеводородов (Рис. 1).

Проба для лабораторных анализов отбирается из воронки 8.

Проведены исследования по определению влияния различных факторов на процесс разделения нефтяного шлама в поле центробежных сил по следующей методике.

Нефтяной шлам определенной концентрации заливался в емкость 10 и включался центробежный насос 1. Расход его контролировался с помощью стеклянного ротаметра 3.

Таблица 1. Физико-химические характеристики и компонентный состав нефтяных отходов

Показатели	Нефтяные отходы	
	Нефтешлам	Загрязненный нефтью грунт
Плотность, кг/м ³	1250	1660
Компонентный состав, масс. %:		
Органическая часть	82	23
Вода	10	1.5
Минеральная часть	8	75.5
Температура застывания, °С	+40	+36

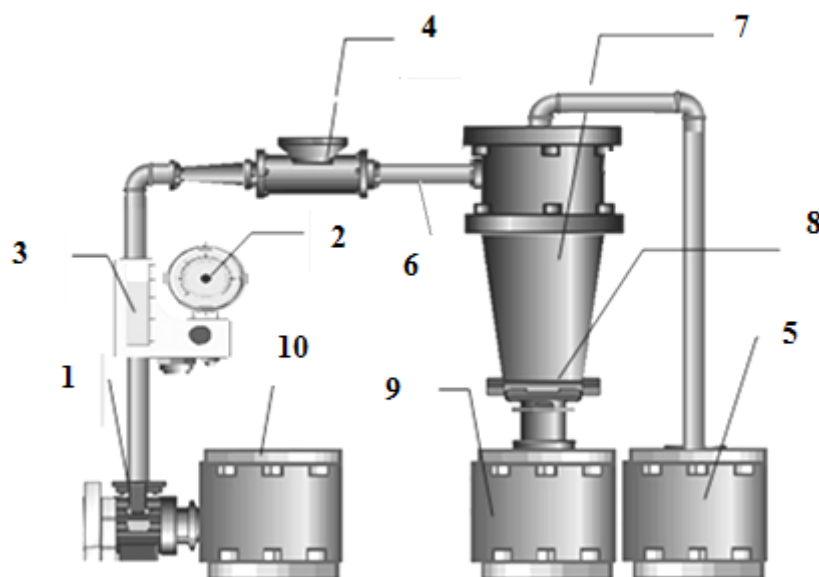


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования разделения нефтяных шламов в поле центробежных сил

После разделения в гидроциклоне 7 твердые механические примеси отфильтровались через фильтровальную перегородку, установленную в воронке 8. Отфильтрованная жидкая часть собиралась в емкости 9, а осветленные нефтепродукты через патрубок слива поступают в емкость 5.

После установления стационарного режима работы осуществлялся одновременный отбор проб из сливного, пескового и исходного потоков. Пробах определялись содержание твердой фазы и ее гранулометрический состав.

Содержание твердых частиц в пробе суспензии определялось по концентрации взвешенных веществ фильтрацией через плотный бумажный фильтр. Контроль гранулометрического состава твердых частиц, оставшихся в осветленной жидкости, осуществлялся микроскопическим анализом.

Исследования проводились на опытном гидроциклоне диаметром 40 мм со сменными элементами. Диаметр входного насадка (d) составляет 8, 10, 12 мм; диаметр сливного насадка (d) 8, 10, 12 мм; диаметр пескового насадка (d) 4, 5, 6 мм; перепад давления между входом и сливом (ΔP) 1,5, 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5 кПа; концентрация суспензии (4, 8, 12, 16, 20).

Для изучения процесса разделения шлама при испытаниях менялись геометрические параметры гидроциклона, давление шлама на входе в гидроциклон (от $14,7 \cdot 10^4$ до $98,1 \cdot 10^4$ н/м²), противодавление в сливном патоке (от 0 до $39,2 \cdot 10^4$ н/м²). Далее, проверялась устойчивость работы гидроциклона при оптимальных параметрах. Результаты опытов показали, что при геометрических параметрах гидроциклона $D=4 \cdot 10^{-2}$ м, $d_{вх}=1 \cdot 10^{-2}$ м, $d_{сл}=12 \cdot 10^{-3}$ м, $d_{п}=6 \cdot 10^{-3}$ м, $\alpha = 0,0873$ рад и при длине цилиндрической части, равной $4D$, получено сгущение твердой фазы до 58% при уносе в фугат до 0,055%. Эти показатели удовлетворят данный процесс.

Каждая серия опытов повторялась 5 раз при постоянном расходе шлама, контролируемом посредством стеклянного ротаметра. Опыты повторялись в изложенном выше порядке для следующих значений размеров частицы мехпримесей: 100; 150; 210; мкм и 1; 2; 3 мм.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Изменение угла конусности оказывает влияние в основном на эффективность процесса разделения. Оптимальным следует считать угол конусности $\alpha = 5^\circ$, дальнейшее уменьшение угла является нерациональным. Уменьшение угла приводит к некоторому улучшению качества разделения, но значительно увеличивает габариты аппарата.

Диаметр входного насадка влияет как на эффективность процесса разделения, так и на производительность гидроциклона. Уменьшение диаметра насадка увеличивает эффективность очистки, но значительно снижает производительность аппарата. Оптимальным следует считать отношение диаметра входного насадка к диаметру цилиндрической части гидроциклона $d_{вх}/D = 0,25$.

Диаметр сливного насадка влияет в меньшей степени на эффективность процесса разделения и производительность гидроциклона, чем диаметр входного насадка. Анализ опытных данных показал, что оптимальным отношением диаметра сливного насадка к диаметру цилиндрической части гидроциклона является отношение $d_{сл}/D = 0,25-0,3$.

Уменьшение диаметра пескового отверстия снижает количество жидкости в сгущенной фазе, однако приводит к увеличению уноса твердых частиц в слив. По данным опытов целесообразно принять отношение диаметра пескового насадка к диаметру цилиндрической части $d_{п}/D = 0,1$.

Увеличение длины цилиндрической части улучшает эффективность разделения, но оказывая особого влияния

на производительность аппарата. Оптимальной является длина цилиндрической части $H=3D$, так как дальнейшее увеличение незначительно улучшает качество разделения, но увеличивает длину гидроциклона.

Согласно полученным данным разделяющая способность гидроциклона увеличивается с повышением давления питания испытуемом интервале. Повышение противодействия в сливном потоке до $14.7 \cdot 10^4$ н/м² благоприятно сказывается на осветлении, дальнейшее повышение противодействия практически не влияет на улучшение слива. Одновременно идет значительное снижение концентрации сгущенного продукта. При длительном пробеге гидроциклон с оптимальными параметрами показывает устойчивую работу.

Минимальным перепадом давления между входом и сливом, при котором достигается эффективная очистка нефтяного шлама от частиц размером более 15 мкм, является $\Delta P=2$ кгс/см². Была проверена также эффективность работы этих аппаратов по разделению загрязненной нефтью грунт с концентрацией до 20% и более. Результаты испытаний показали, что при концентрации исходной суспензии 10–14% получено сгущение 48–54%, причем содержание твердой фазы в сливе менее 5%. Увеличение концентрации исходной суспензии ухудшает слив и при достижении 20% унос составляет до 3%. Наблюдалось значительное улучшение работы аппарата при увеличении давления подачи и повышении противодействия в сливном трубопроводе до $9.81 \cdot 10^4$ – $14.7 \cdot 10^4$ н/м².

Литература:

1. Переработка нефтяных и газоконденсатных шламов. Методология и результаты. М.Маркаров, А. Нуридинов. Сыктывкар. Экоальянс. 2000.
2. Бикентаева А.Г., Десяткин А.А., Ахметов А.Ф., Ахметшина М.Н. Разделение углеводородной эмульсии с водной дисперсной фазой путём добавления мазута // Наука и технология углеводородных дисперсных систем: Материалы II Международного симпозиума. – Уфа: Реактив, 2000. – Т.2.-с. 93–94.
3. Ю.К. Молоканов. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. Москва. Химия. 1980. – 407 с.

Изучение эксплуатационных свойств арктического дизельного топлива г. Якутска

Иовлева Елизавета Лонгиновна, аспирант

Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (г. Якутск)

Захарова Светлана Семеновна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (г. Якутск)

На примере конкретного товарного арктического дизельного топлива, приобретенного в одной из автозаправочных станций в городе Якутске, рассмотрены основные эксплуатационные характеристики. Проведены практические исследования показателей дизельного топлива в соответствии с ГОСТ 305–82. Получены ценные данные по физико-химическим показателям топлива.

Ключевые слова: дизельное топливо, эксплуатационные свойства, физико-химические показатели.

Дизельное топливо предназначено для быстроходных дизельных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники.

Дизельные топлива должны отвечать следующим требованиям [1, с. 596]:

- бесперебойно поступать в цилиндры при любых температурах и обеспечивать легкий пуск двигателя;
- хорошо распыливаться и обеспечивать хорошее смесеобразование в цилиндрах двигателя;
- образовывать минимальное количество нагара и отложений, а также не вызывать коррозии и коррозионных износов деталей, соприкасающихся с ним и продуктами его сгорания.

По объему производства дизельных топлив Россия занимает первое место в мире, и по качеству отечественные

дизельные топлива соответствуют лучшим зарубежным образцам. Однако, наиболее массовым в стране является летний сорт топлива. Доля зимнего и арктического сортов в общем дизельном фонде, эксплуатируемых до -45°C , составляет всего 11%, что примерно только на половину удовлетворяет растущие потребности страны в низкозастывающем виде топлива, связанного с необходимостью интенсивного освоения природных богатств Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

В зимнее время эксплуатация дизельного топлива, затрудняется связи с тем, что н-парафины, содержащиеся в топливе, при низких температурах начинают соединяться друг с другом, образуя кристаллическую решетку и приводит к помутнению топлива. [1, с. 62] Поэтому перед нефтеперерабатывающими заводами, стоит проблема

Таблица 1. Результаты исследования физико-химических показателей арктического дизельного топлива марки А-0,2

Наименование показателей	Норма для марки
	А-0,2
Фракционный состав:	
50% перегоняется при температуре, С, не выше	189
96% перегоняется при температуре (конец перегонки), С, не выше	290
Кинематическая вязкость при 20 С, мм ² /с (сСт)	1,729
Массовая доля серы, %, не более, в топливе:	
Вида I	0,051
Испытания на медной пластинке	Выдерживает
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствует
Концентрация фактических смол, мг на 100 см ² топлива, не более	2,0
Зольность, %, не более	Отсутствует
Коксуемость, 10%-ного остатка, %, не более	0,2
Коэффициент фильтруемости, не более	3
Содержание механических примесей	Отсутствие
Содержание воды	Отсутствие
Плотность при 20 С, кг/м ³ , не более	810

создания низкотемпературных дизельных топлив, в соответствии с государственными стандартами.

Обозначенная проблема остаётся актуальной в районах Крайнего Севера. Не качественные эксплуатационные и физико-химические показатели топлива приводят к значительному ухудшению, или к неработоспособности топливной аппаратуры двигателя, делая невозможной работу автомобиля в условиях Крайнего Севера

В статье проведены исследования по определению физико-химических показателей арктического дизельного топлива марки А-0,2, и проделан сравнительный анализ с ГОСТ 305–82.

Основные физико-химические и эксплуатационные свойства арктического дизельного топлива марки А-0,2 должен соответствовать ГОСТ 305–82

Чтобы установить эксплуатационные характеристики арктического дизельного топлива марки А-0,2, были проведены исследования, по определению основных физико-химических показателей. По данным, которых устанавливается качество и работоспособность топлива в условиях низких температур.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Проведенные исследования показали, что данное топливо по фракционному составу и по плотности не соответствует и нарушает государственные стандарты. Например 50% дизельного топлива перегоняется в 189 С, что отличается от ГОСТ значения на 66 С. А конец перегонки (96%) отличается на 40 С. Что характеризует слишком сильную испаряемость. А разница плотности при 20 С, кг/м³ составляет 30 кг/м³. Что также не допустимо. По остальным же показателям топливо отвечает по ГОСТ. Показатель зольности отсутствует, что положительно сказывается на работу топлива. Данные полученные из лабо-

раторных опытов, и данные по паспорту качества дизельного топлива А-0,2, также различны друг от друга.

В таблице 2 показан сравнительный анализ данных, полученные в ходе исследования, по паспорту качества и данные ГОСТ 305–82

Из таблицы 2 видно, что практически все данные физико-химических показателей, отличается от ГОСТ значений. Такие показатели как кинематическая вязкость, массовая доля серы, концентрация фактических смол, зольность и коксуемость лежат в пределах дозванных ГОСТ 305–82. А фракционный состав и плотность резко отличаются от значений ГОСТ. К примеру фракционный состав, 50% перегонки и конец разгонки 96%, по паспорту качества указана в диапазоне с 186°С и 265°С, соответственно, что отличаются от значений ГОСТ на 69 и 65°С, соответственно. А как указывалось выше, исследования проведенные на определение фракционного состава, отличаются на 66°С и 40°С, соответственно. А от паспорта качества фракционный состав, 50% перегонки и конца разгонки 96% отличаются на 3°С и 24°С.

Плотность по паспорту указано 786,5 кг/м³, что отличается от значения ГОСТ на 43,5 кг/м³. А по данной полученной в ходе экспериментов и по паспорту качества отличается на 23,5 кг/м³.

Из этого следует, что не все физико-химические показатели товарного арктического дизельного топлива марки А-0,2 отвечают значениям ГОСТ 305–82. Но согласно изменениям редакции №1–7 ГОСТ 305–82, товарное дизельное топливо допускается к эксплуатации в зимнее. Это топливо может использоваться до минус 45 °С. Но по данным полученным в ходе исследования это топливо не рекомендуется к применению в зимнее время, когда температура окружающей среды понижается ниже минус 45

Таблица 2. Данные физико-химических показателей полученные из экспериментов, паспорта качества и ГОСТ 305–82

Наименование показателей	Значение ДТ А-0,2 по ГОСТ	Значение по паспорту качества	Значения полученные
Фракционный состав: 50% перегоняется при температуре, С, не выше	255	186	189
96% перегоняется при температуре (конец перегонки), С, не выше	330	265	289
Кинематическая вязкость при 20 С, мм ² /с (сСт)	1,5–4,0	1,57	1,729
Массовая доля серы,%, не более, в топливе: Вида I	0,2	0,047	0,051
Испытания на медной пластинке	Выдерживает		
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие		
Концентрация фактических смол, мг на 100 см ² топлива, не более	30	2,0	2,0
Зольность,%, не более	0,01	Отсутствует	
Коксуемость, 10%-ного остатка,%, не более	0,50	0,02	0,02
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Содержание механических примесей	Отсутствует		
Содержание воды	Отсутствует		
Плотность при 20 С, кг/м ³ , не более	830	786,5	810

С. Эти результаты показывают, что в настоящее время нет качественного арктического дизельного топлива марки А-0,2, которое может быть эксплуатировано в условиях Крайнего Севера. Проблема создания низкотемператур-

ного дизельного топлива, которое может эксплуатироваться при температуре окружающей среды ниже минус 45°С, остается открытой и требует дальнейших исследований.

Литература:

1. Топливо-смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник. Под ред. В.М. Школькова. Изд.2, перераб. И доп. М «Техинформ» 1999–596с
2. Анисимов И.Г., Бадыштова К.М., С.А. Бнатов Автомобильные эксплуатационные материалы. под ред. Школьниковой В.М. / – М.: Издательский центр «Техинформ» 1999–66–94 с
3. ГОСТ 305–82

On the Problem of Increasing the Efficiency of Car Service Centres in Russia

Крохмаль Наталья Викторовна, лаборант

Кавминводский институт сервиса (филиал) Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса
(г. Пятигорск, Ставропольский край)

Трусова Татьяна Валентиновна, старший преподаватель

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (г. Шахты, Ростовская обл.)

Krokhmal Natalya Victorovna, student of magistracy;

Trusova Tatyana Valentinovna, senior lecturer

South-Russia State University of Economics and Service (t. Shakhty)

One of the features of today's economic world is the gigantic growth of the service sector. This is due to the growing wealth of the population, more leisure time, the

introduction of scientific and technological achievements into the sphere of service. However, the share of the service sphere in the economy of the country today should grow

more rapidly. The reason for this lag is a great share of primary industry in the economy of the country and relatively high world prices for natural resources. More rapid growth of services in our country can be connected with new activities, new investment opportunities and highly competitive businesses in the service sector.

Today we can see rapid growth of information technologies, communication and medical services, sales of cars, and entertainment industry. Along with traditional service industries new service sectors have appeared recently. However, traditional services such as retailing and catering grow most rapidly. The needs of the population for services are constantly increasing, so in today's market conditions competitive services (goods) are of particular significance. [1, p.14]

We will consider in detail the companies that specialize in servicing vehicles.

Car service is a human activity aimed at meeting consumers' (vehicle owners') needs by providing them with individual services. The objects of this activity are people and their needs for individual services.

Automobile service has a particular place in such complex sector of the economic life of the society as automobile industry. Motor cars, whether they are produced at home or abroad, sooner or later need repairing. The choice of the service stations today is very wide. Maintenance of vehicles, especially those produced abroad, is considered to be a very profitable business. There are hundreds of thousands of such businesses in the world.

Domestic automobile service is making great progress in different fields of its activity. The growth of the sector focused on the work with the vehicles produced abroad is particularly noticeable. Only 10–15 years ago the main task of the few service stations was to do the simplest basic servicing of unfamiliar imported equipment such as changing engine oil or brake pads. [2, p.56]

But the steady growth of the number of vehicles has led to the increase of the number of automobile service businesses. They have become better equipped and their workers more skillful.

At the same time the requirements of service station customers are changing: they are becoming more discriminating. In this situation the companies that do not just offer services, but are able to ensure their high quality to meet world standards have an obvious advantage. Modern market economy requires fundamentally different quality of products and services, which influences the survival of any company, its strong position in the market of goods and services, that is its competitiveness.

To be competitive the following components are important: price, quality, level of servicing, the exact timing of the services provided and the quality of servicing that is of utmost importance for the consumer. The way the service is provided to a large extent influences the positive or negative perception of service companies by the customers. Clear and proper organization of servicing creates conditions for rational and efficient organization of public services, which results in suc-

cessful work and better service. In turn, the more properly the service is managed, the more readily and regularly the consumer uses the services of the company, which enables to streamline the production process and guarantees the competitiveness of the service enterprise. [3, p.121]

The result of the service company activity depends largely on the level of service, which is defined by the following indicators:

- the quality of services;
- competitiveness;
- the volume of services provided;
- the range of services provided;
- the culture of servicing;
- price. [4, p.72]

The quality of a service is a set of its characteristics that determines its ability to meet the stated or implied consumer's needs. The quality of a service in a service company is stated by GOSTR50691–94. It is determined by its application properties, in accordance with regulatory requirements as well as the conditions of the contract of the services to be provided. The quality of services is a more complex category than the quality of goods as the consumers not only estimate the result of the service provided but in some cases they are participants of the process of servicing in contrast to the products, which are mostly typical. Besides, a service is provided to a particular person with their individual needs and in a particular situation. Thus, we can say that the degree of satisfaction of consumers largely depends on the quality of a service, the quality of servicing and the final result. [5, p.41]

With the increase of the staff of automobile service centres in recent years the quality of services has changed for the worse. People with no special education have come to service centers. There appear spare parts in the market of highly dubious production without any certificate of the manufacturer. Because of the great number of vehicles of different kinds and models the dubious service stations cannot provide the whole range of spare parts, they have no special tools, technologies and skilled specialists. All these are a threat to society because a vehicle continues to be subject to high risk.

Since a high-quality service is an effective sales tool, it provides a sustainable competitive advantage. Very often it is the only competitive advantage of a company working in the industry where many companies offer essentially the same products or services. Therefore the final result in many respects depends on the quality of a service which is controlled and assessed. Quality control means a series of operations, which include measurements, testing, assessment of one or several characteristics of a service and comparison of the result obtained with specified requirements. Ensuring the service quality depends on the quality control system at the enterprise. Quality control should be implemented at all stages of the servicing – in the process of servicing and during the technological process.

The peculiarity of the service industry is that it is the consumer who is the main expert in determining the quality and level of services. There are many subjective factors when

a consumer values a service itself and the way it is provided. It is mainly the consumer comparison of the actual parameters of the service quality and how it is provided with expected parameters. When they are the same the service quality and the level of servicing are considered «good». [6, pp. 87–88]

Consumer expectations are based on such factors as: personal consumption experience, interests, past experience (not always successful), the effect of advertising, rumors, estimations. The impact of these factors can distort the essence of the service quality, which should be considered when assessing the quality of services. Therefore when estimating the service quality and how well it is provided a complex approach should be used. How the consumers' needs are met is an important criterion for assessment of a service quality.

It should be recognized that if 25–30 percent of clients are completely satisfied with the service, they are ready to be regular company customers, they recommend the company to their friends, it is considered a very favourable performance in terms of quality standards of the organization. It is this complex approach that is now applied in Russia where the quality of a service and servicing can also be controlled in accordance with the Federal Law «On Protection of Consumers Rights».

Self-control in the service company itself is not less significant. The important means of departmental and government control today are standardization, certification and licensing.

The Russian car market has become a part of the customer oriented world market and everything that is beneficial for customers is already being implemented by the companies who want to develop. Activities connected with automobiles and spare parts sales, maintenance and repairing of motor cars are now very promising. [7, p.190]

The perspective system of automobile service includes pre-sale service of motor cars, selling cars, insurance, after-sales service, warranty service and maintenance, treatment

of the body against corrosion, servicing of keepers of service books, repairing, etc. Service centers today offer more than one hundred types of services to car owners.

Along with professionals numerous private mechanics do repair works in workshops that number two to five people of staff and are kept by garage cooperatives (often in the common garage-box). Such progressive forms and types of services as self-service stations, roadside technical assistance and others are being introduced.

In conclusion, it should be noted that the system of automobile service centres of the country will develop more rapidly and effectively if it is based on:

- the best practices and scientific and technological progress;
- the innovative technologies of repair and maintenance of vehicles;
- the development of automation and mechanization of repair and maintenance processes;
- the improvement of the methods and forms of organization of labour and production processes;
- the development of territorial maintenance and service management to increasingly satisfy the needs of the customers of the service centers in their area;
- anticipation and planning the demand of the population of the area, city, country for the products of the service centres;
- implementation of measures aimed at better accounting and control, preventing the theft of property and other offenses;
- improvement of self-control, application of software. [8, p.26]

Each of these areas has its technical, economic and social significance for the development of service centres and none of them can be overlooked, for high quality of car service is useful to the society as a whole as it helps to improve the reliability of vehicles, road safety, cities environment.

References:

1. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ. — М.: «Ростинтэр», 1996. — 704 с.
2. Виноградова М.В., Панина З.И. Организация и планирование предприятия в сфере сервиса, Учебное пособие, 4-е издание, перераб. и доп. — М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2007. — 448 с.
3. Мхитарян С.В. Отраслевой маркетинг. — М: Эксмо, 2006. — 464 с.
4. Романович Ж.А., Калачёв С.Л. Сервисная деятельность, Учеб./ под. ред. проф. Ж.А. Романовича — 3-е издание, перераб. и доп. — «Дашков и Ко», 2006. — 285 с.
5. Дубровский Д. Открываем автосервис. — С-Пб.: 2009. — 123 с.
6. Шестопалов С.К., Шестопалов К.С. Легковые автомобили. — М.: Транспорт, 2008. — 240 с.
7. Петроченков С.Н., Яковенко Е.Г. Организация комплексного автосервиса. — М.: Транспорт, 2007. — 240 с.
8. Фастовцев Г.Ф. Автотехобслуживание. — М.: Машиностроение, 2008. — 256 с.

О непараметрическом регуляторе для линейных динамических систем

Куприн Артем Геннадьевич, бакалавр

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева (г. Красноярск)

Задача управления линейными динамическими системами является одной из наиболее распространенных на практике задач. При решении данной задачи наиболее распространен параметрический подход, предполагающий, что при решении задачи идентификации мы заранее имеем представления об уравнении, описывающем объект. Обычно это означает, что мы должны знать, что система описывается дифференциальным уравнением, а также должны знать порядок этого дифференциального уравнения. Исходя из этой информации при известном входном воздействии рассчитываются коэффициенты данного уравнения, минимизирующие некоторый критерий (например, среднеквадратичский критерий по выборке). Далее на основе имеющейся модели аналитически или численно рассчитывается закон оптимального управления (согласно тому или иному критерию), которое и подается на объект. На основе данного закона синтезируется регулятор способный решать поставленную задачу

Проблема данного подхода заключается в выборе порядка дифференциального уравнения. Дело в том, что априорные данные касательно этого имеются крайне редко, только для узкого класса хорошо изученных стандартных элементов. Из выборки же эти сведения можно извлечь лишь строя всевозможные модели и сравнивая их на основе выбранного критерия, чтобы решить, какая лучше всего описывает систему. А это является довольно трудоемкой задачей.

В рамках данной работы предлагается принципиально другой подход к решению данной задачи, непараметрическая идентификация линейной динамической системой и непараметрическое управление ею. Непараметрическая теория, в отличие от предыдущей, предполагает, что известны только качественные характеристики системы, то есть только то, что система является линейной и динамической. Это означает, что использование непараметрической теории позволяет полностью уйти от неудобного вопроса выбора порядка дифференциального уравнения.

В качестве математической модели будем использовать описание системы через интеграл Дюамеля, т.е:

$$x_s(t) = k_s(0)u(t) + \int_0^t h_s(t - \tau)u(\tau)d\tau$$

где k_s и h_s – оценки переходной и весовой функции соответственно.

Для оценки весовой функции необходимо на вход линейной динамической системы подать функция Хэвисайда:

$$u(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t \leq 0 \\ 1, & \text{при } t > 0 \end{cases}$$

В результате получается выборка $\{t_i, k_i\}$. В качестве оценки весовой функции будем использовать непараметрическую оценку регрессии Розенблатта – Парзена:

$$k_s(t) = \frac{\sum_{i=1}^S k_i \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)}{\sum_{i=1}^S \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)}$$

где S – объем выборки, C_s – коэффициент размытия, а Φ – колоколообразная функция.

Колоколообразная функция – функция удовлетворяющая следующим условиям:

- 1) $\frac{1}{C_s} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) dt = 1$
- 2) $\lim_{C_s \rightarrow 0} \left(\frac{1}{C_s}\right) \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t) \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) dt = \varphi(t_i)$

Примерами функций удовлетворяющих данным соотношениям могут служить:

1) Функция Гаусса:

$$\frac{1}{C_s} \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) = \frac{1}{C_s \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-t_i)^2}{2 * C_s^2}\right)$$

2) Параболическая функция:

$$\frac{1}{C_s} \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) = \begin{cases} \frac{3}{4C_s} \left(1 - \frac{(t-t_i)^2}{C_s^2}\right), & |t-t_i| \leq C_s \\ 0, & |t-t_i| > C_s \end{cases}$$

3) Прямоугольная функция

$$\frac{1}{C_s} \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) = \begin{cases} \frac{1}{2C_s}, & |t-t_i| \leq C_s \\ 0, & |t-t_i| > C_s \end{cases}$$

В случае, если измерения снимались через равномерные промежутки времени, то данную оценку можно упростить домножив числитель и знаменатель на $\frac{1}{SC_s}$. В этом случае, знаменатель превратится в оценку плотности случайной величины, а так как шаг изменения величины t – постоянный в оценку равномерного закона распределения. При условии что период наблюдения за объектом равен T получим:

$$\frac{1}{SC_s} \sum_{i=1}^S \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right) = \frac{1}{T}$$

Отсюда получаем:

$$k_s(t) = \frac{T}{SC_s} \sum_{i=1}^S k_i \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)$$

Переходная и весовая характеристики объекта связаны следующим соотношением:

$$h_s(t) = \frac{dk_s(t)}{dt}$$

Для того, чтобы построить оценку весовой характеристики продифференцируем оценку переходной характеристики:

$$h_s(t) = \frac{T}{SC_s} \sum_{i=1}^S k_i \Phi'\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)$$

Подставив полученные соотношения в интеграл Дюамеля получим:

$$x_s(t) = k_s(0)u(t) + \frac{T}{SC_s} \int_0^t \sum_{i=1}^S k_i \Phi'\left(\frac{t-\tau}{C_s}\right) u(\tau) d\tau$$

Для решения задачи управления поставим на вход исследуемой функции обратный данной системе оператор A^{-1} . При подаче на этот оператор желаемой траектории выход будет получен согласно схеме:

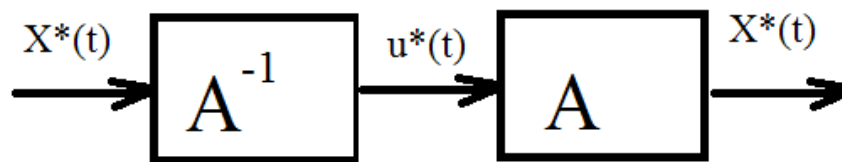


Рис. 1. Схема управления с непараметрическим регулятором

Данный оператор так же будет линейной динамической системой с переходной и весовой характеристиками (будем называть их обратными) связанными с характеристиками исходной системы. На реальном объекте данные характеристики снять нельзя, так как для этого необходимо подавать ступеньку на выход объекта, что физически нереализуемо, однако их можно вычислить по модели. Это можно сделать исходя из следующих соображений:

$$1(t) \approx k_s(0)w(t) + \sum_{\tau=0}^t h_s(t-\tau)w(\tau)\Delta\tau = k_s(0)w(t) + \sum_{\tau=0}^{\frac{t-1}{\Delta\tau}} h_s(t-\tau)u(\tau)\Delta\tau + h_s(0)w(t)\Delta\tau$$

Отсюда:

$$w(t) = \frac{1(t) - \sum_{\tau=0}^{t-1} h_s(t-\tau)u(\tau)\Delta\tau}{k_s(0) + h_s(0)\Delta\tau}$$

Таким образом мы можем получить выборку значений обратной весовой функции. В качестве значений прямой весовой функции могут служить как непосредственные измерения, так и непараметрические оценки.

Обратную весовую характеристику получим аналогично прямой т.е.:

$$\omega_s(t) = \frac{T}{SC_s} \sum_{i=1}^s w_i \Phi'(\frac{t-t_i}{C_s})$$

Таким образом, управление можно рассчитать по формуле:

$$u_s(t) = k_s(0)u(t) + \frac{T}{SC_s} \int_0^t \sum_{i=1}^s k_i \Phi'(\frac{t-t_i}{C_s}) u(\tau) d\tau$$

Регулятор, полученный таким образом, будем называть непараметрическим регулятором.

Для примера приведем результаты численного исследования для одного объекта. Уравнение, описывающее объект:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + 3x = u(t)$$

Выборка строилась на основе 100 точек взятых с шагом 0.1. Период наблюдения – 10 секунд. Выбирался оптимальный для решения задачи идентификации.

Переходная характеристика полученная аналитически:

$$k(t) = x(t) = e^{-t} \left(-\frac{1}{3} \cos(\sqrt{2}t) - \frac{1}{3\sqrt{2}} \sin(\sqrt{2}t) \right) + \frac{1}{3}$$

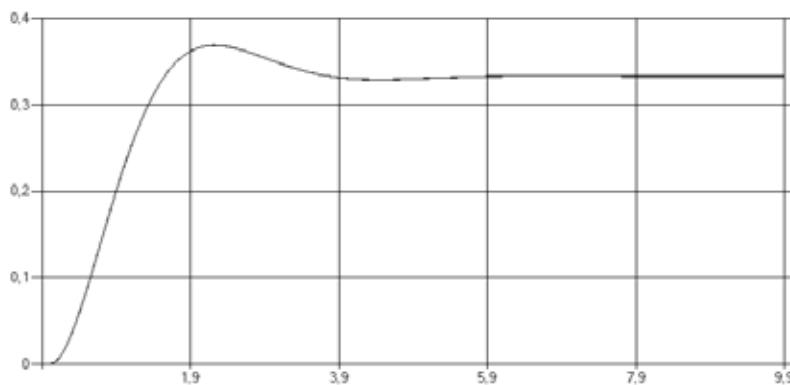


Рис. 2. Аналитически полученная переходная характеристика

Непараметрическая оценка

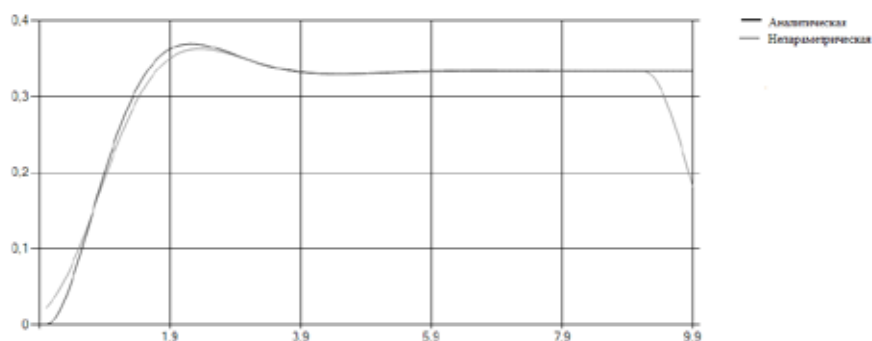


Рис. 3. Непараметрическая оценка переходной характеристики

Резкое уменьшение значения непараметрической оценки на конце интервала связано со свойствами колоколообразной функции. Это можно преодолеть, либо наблюдая за объектом дольше, чем необходимо, либо, зная что в данном случае на конце интервала выход равен константе, искусственно приравняв выход модели этой константе на конце интервала. С учетом этой поправки построим непараметрическую модель объекта:

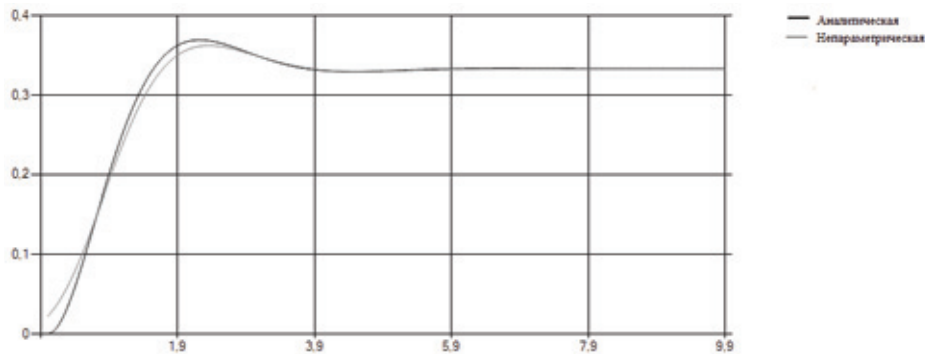


Рис. 4. Исправленная непараметрическая оценка переходной характеристики

Посчитаем производную от переходной характеристики тем самым найдя ее аналитический вид и непараметрически оценим ее.

$$h(t) = x'(t) = -e^{-t} \left(-\frac{1}{3} \cos(\sqrt{2}t) - \frac{1}{3\sqrt{2}} \sin(\sqrt{2}t) \right) + \sqrt{2}e^{-t} \left(\frac{1}{3} \sin(\sqrt{2}t) - \frac{1}{3\sqrt{2}} \cos(\sqrt{2}t) \right)$$

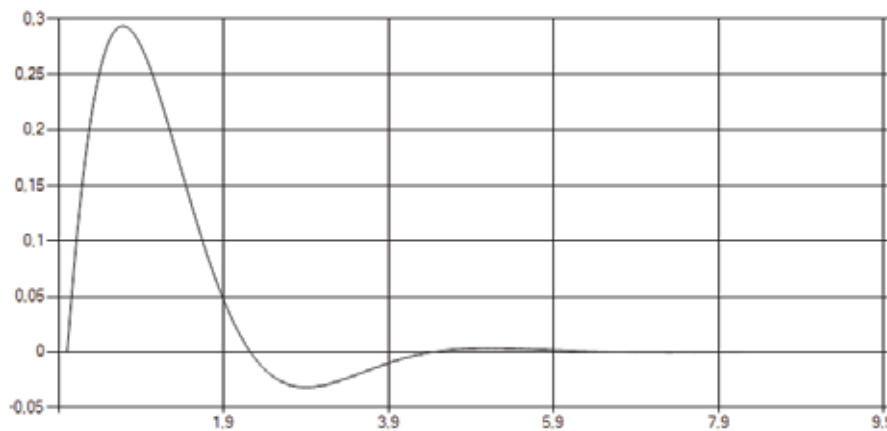


Рис. 5. Аналитически найденная весовая характеристика

Непараметрическая модель весовой функции:

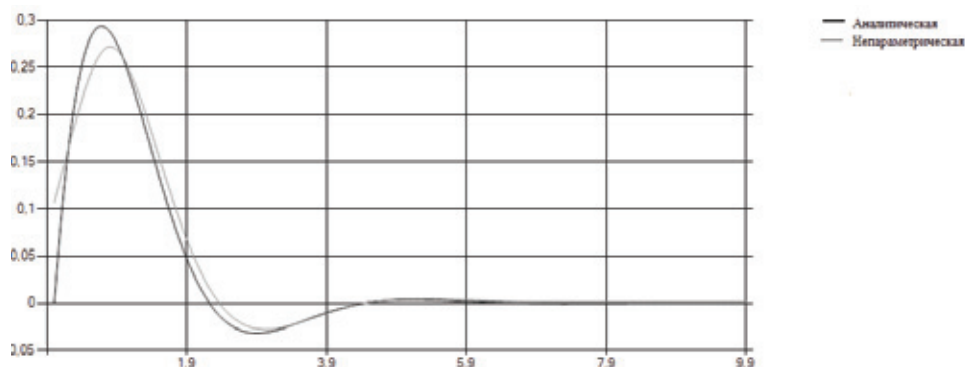


Рис. 6. Непараметрически найденная весовая характеристика

Аналитическое предсказание реакции системы на входное воздействие $u(t) = \sin(t)$ есть решение диф. уравнения:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + 3x = \sin(t)$$

имеет аналитический вид:

$$x(t) = e^{-t} \left(\frac{1}{4} \cos(\sqrt{2}t) - \frac{1}{2\sqrt{2}} \sin(\sqrt{2}t) \right) + \frac{1}{4} \cos(t) - \frac{1}{4} \sin(t)$$

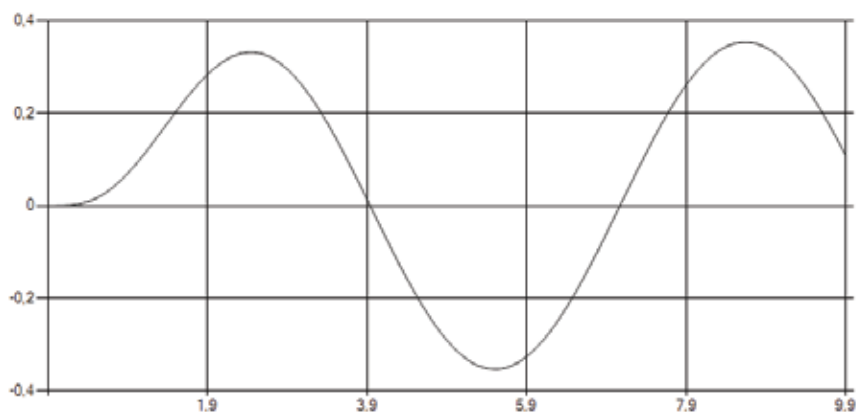


Рис. 7. Аналитическое предсказание выхода объекта при входе $u(t) = \sin(t)$

Непараметрическая модель в данном случае показывает следующий результат

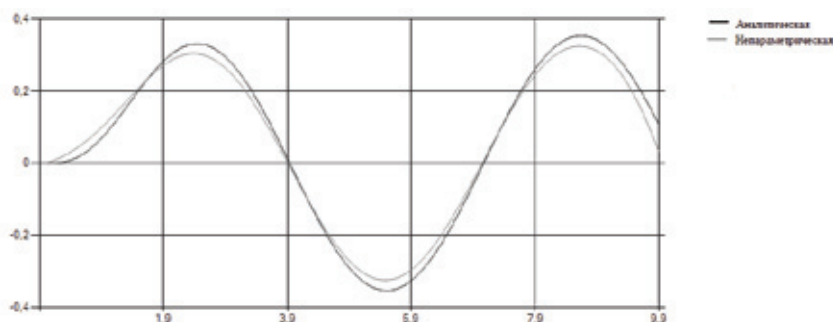


Рис. 8. Непараметрическое предсказание выхода объекта при входе $u(t) = \sin(t)$

Характеристики непараметрического регулятора, т.е. обратная весовая и обратная переходная характеристики будут иметь следующий вид:

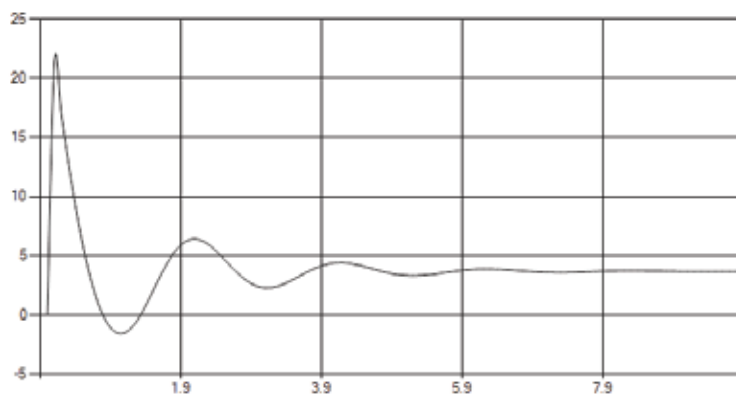


Рис. 9. Обратная переходная характеристика

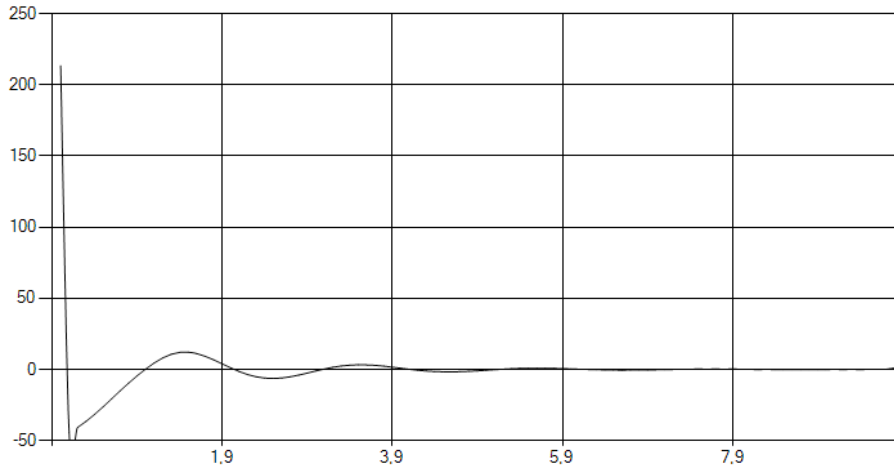


Рис. 10. Обратная весовая характеристика

Проверим результат работы данного регулятора подав на вход объекта различные воздействия, в частности ступенчатое воздействие:

$$u(t) = t \operatorname{div} 3$$

где div – оператор целочисленного деления (с отбрасыванием остатка), и синус.

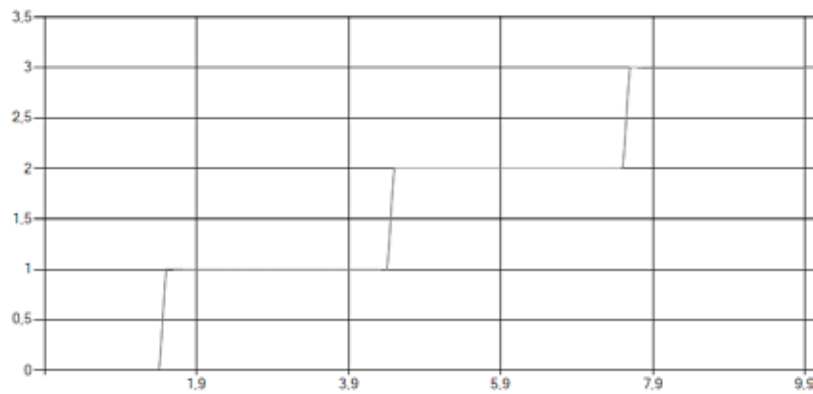


Рис. 11. Задание для ступенчатого воздействия

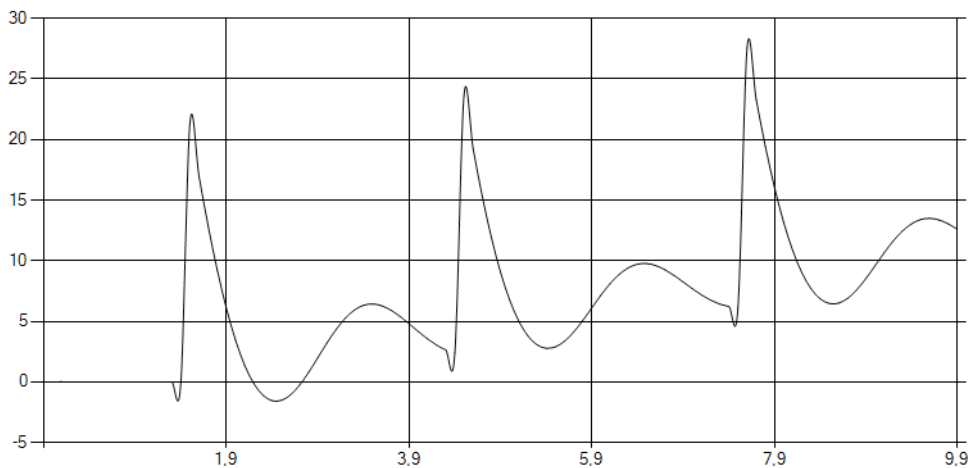


Рис. 12. Управление для ступенчатого воздействия.

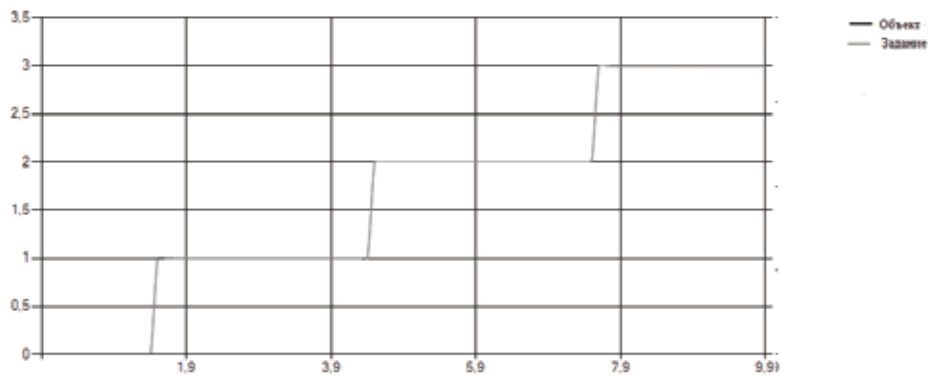


Рис. 13. Результат управления

Проведем аналогичный эксперимент с заданием вида $u(t) = \sin(x)$.

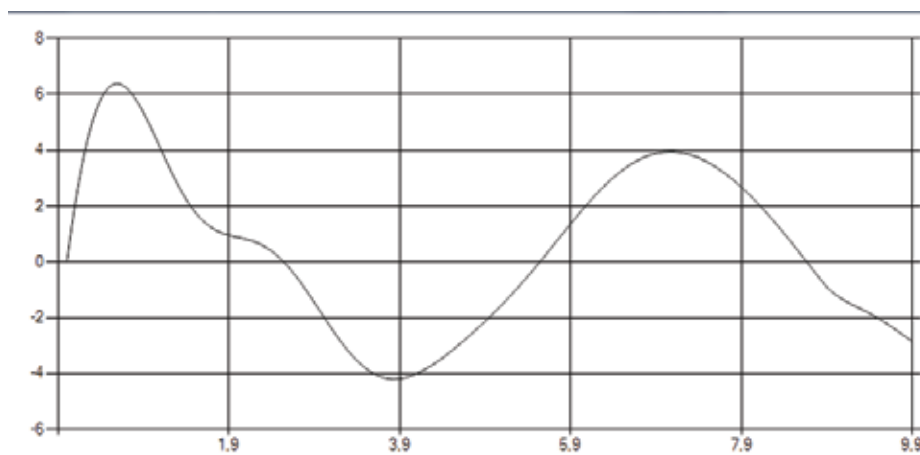


Рис. 14. Управление

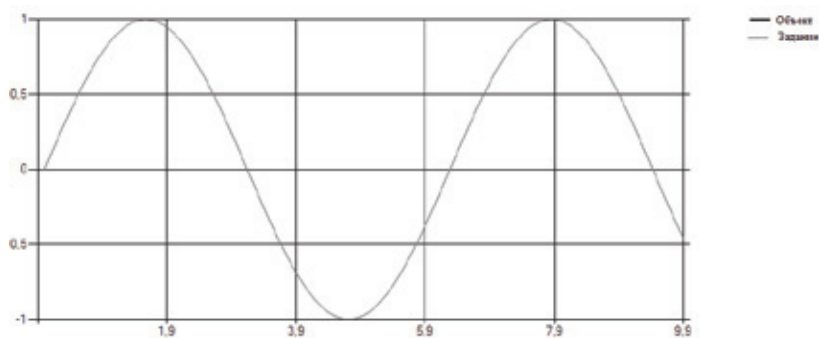


Рис. 15. Результат управления

Из вышеизложенного следует, что в идеальном случае, т.е. при отсутствии помех и ограничений на управление, не-параметрический регулятор дает идеальное решение — траектория динамической системы полностью совпадает с желаемой траекторией.

Литература:

1. Medvedev A.V. Identification and control for linear dynamic systems of unknown order. // Optimization Techniques IFIP Technical Conference / Berlin – Heidelberg – New-York: Springer – Verlag, 1975. – СС. 48–55.
2. Медведев, А.В. Непараметрические системы адаптации / А.В. Медведев. Новосибирск: Наука. 1983.
3. Агафонов Е.Д., Шестернева О.В. Математическое моделирование линейных динамических систем: учеб. пособие / Е.Д. Агафонов, О.В. Шестернева; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2010. – 92 с.

Сравнение алгоритмов нечёткого вывода с использованием языков стандарта МЭК

Мелков Денис Александрович, магистрант
Волгоградский государственный технический университет

Ключевые слова: ПИ-регулятор, нечёткий регулятор, Мамдани, Ларсен, Сугено.

Известно, что 85% САУ во многих странах реализуют пропорционально-интегральные (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) алгоритмы [3, с. 149]. Вместе с тем, в последнее время широкую популярность находят нечёткие модели и алгоритмы управления [5]. Одним из научных направлений в данной области является нечёткая коррекция настроек ПИ-регулятора по анализу качества переходных процессов [4].

Нечёткий логический вывод осуществляется за следующие четыре этапа: фаззификация, логический вывод, композиция и дефаззификация (приведение к чёткости) [1, с. 26]. Существует четыре классических алгоритма нечёткого вывода: Мамдани, Сугено, Цукамото, Ларсена. В настоящей работе будет проведён сравнительный анализ алгоритмов нечёткого вывода.

В качестве языка программирования будем использовать язык программирования ST среды программирования Codesys. Codesys – это современный инструмент для программирования контроллеров. Codesys предоставляет программисту удобную среду для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131–3 [7, с. 7]. МЭК – Международная Электротехническая Комиссия (IEC), результатом работы которой стала разработка стандарта IEC 61131–3, в рамках которого объединены пять языков программирования. Язык программирования ST (Structured Text) представляет собой текстовый язык высокого уровня [8, с. 239].

В качестве объекта управления возьмём объект, описанный в работе [2, с. 154]. Соберём схему САУ в пакете имитационного моделирования Simulink (рис. 1):

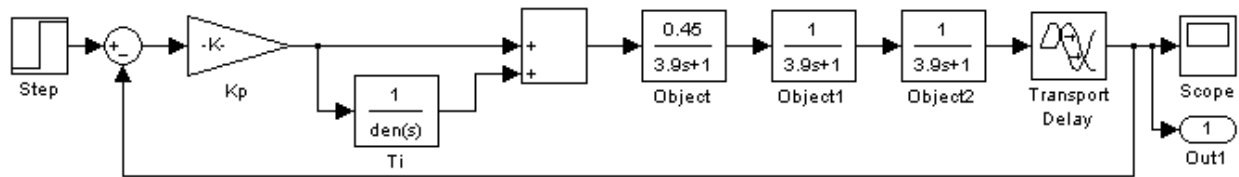


Рис. 1. Схема САУ

Передаточная функция объекта регулирования: $W(s) = \frac{K_{ob}}{(T_{ob}(s)+1)^n} e^{-\tau(s)}$, где $K_{ob} = 0,43$, $T_{ob} = 3,9$, $\tau = 0,52$, $n = 3$.

Предположим, что значения K_{ob} и T_{ob} изменяются до 60% случайным образом в течение времени. Таким образом, минимальное значение (min) K_{ob} равно 0,28, максимальное значение (max) – 0,72, исходное (sr) – 0,45. Аналогично для T_{ob} : min = 2,43, sr = 3,9, max = 3,9.

В связи с тем, что для данного объекта управления отсутствуют рекомендации экспертов-наладчиков, попробуем составить рекомендации исходя из опытных данных. Запишем в таблицу 1 значения коэффициента усиления K_p и постоянной интегрирования T_i ПИ-регулятора, необходимые для обеспечения заданных параметров качества переходного процесса САУ ($A_{max} = 1,05$ и $t_p = 40$ с), полученных при девяти парах значений $K_{ob}-T_{ob}$.

Таблица 1

Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob	Kob	Tob
mal	mal	mal	bol	bol	mal	bol	bol	sr	sr	sr	mal	sr	bol	mal	sr	bol	sr
0,28	2,43	0,28	6,24	0,72	2,43	0,72	6,24	0,43	3,9	0,43	2,43	0,43	6,24	0,28	3,9	0,72	3,9
Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti	Kp	Ti
1,5	4,35	2,6	8,3	1,75	10	1	8,39	3	12,5	2,7	9,8	1,7	8,35	4,5	12,5	1,55	11,6

После анализа данных из таблицы 1 предложена база продукционных правил нечёткой логики:

1) Если $K_{ob} = mal$ и $T_{ob} = mal$, Тогда $K_p = neb$ и $T_i = mal$;

- 2) Если $K_{ob} = mal$ и $T_{ob} = bol$, Тогда $K_p = sr$ и $T_i = neb$;
- 3) Если $K_{ob} = bol$ и $T_{ob} = mal$, Тогда $K_p = neb$ и $T_i = sr$;
- 4) Если $K_{ob} = bol$ и $T_{ob} = bol$, Тогда $K_p = mal$ и $T_i = neb$;
- 5) Если $K_{ob} = sr$ и $T_{ob} = sr$, Тогда $K_p = sr$ и $T_i = bol$;
- 6) Если $K_{ob} = sr$ и $T_{ob} = mal$, Тогда $K_p = sr$ и $T_i = sr$;
- 7) Если $K_{ob} = sr$ и $T_{ob} = bol$, Тогда $K_p = neb$ и $T_i = neb$;
- 8) Если $K_{ob} = mal$ и $T_{ob} = sr$, Тогда $K_p = bol$ и $T_i = bol$;
- 9) Если $K_{ob} = bol$ и $T_{ob} = sr$, Тогда $K_p = neb$ и $T_i = nemal$.

Под сокращениями *mal*, *nebol*, *sr*, *nemal*, *bol* понимаются соответственно малые, небольшие, средние, немалые и большие значения параметров объекта управления K_{ob} и T_{ob} , настроечных коэффициентов ПИ-регулятора K_p и T_i . В качестве функций принадлежности возьмём функции принадлежности треугольной формы. Для простоты реализации на языке программирования ST вместо слов *mal*, *nebol*, *sr*, *nemal*, *bol* используются обозначения типа A1, A2, A3, B1, B2,... и др.

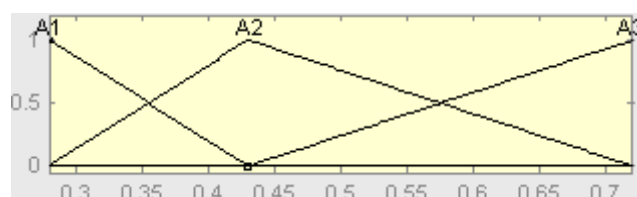


Рис. 2. Функции принадлежности ЛП «Kоб»: A1 – малое значение, A2 – среднее значение, A3 – большое значение

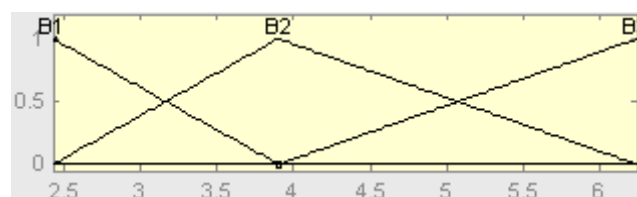


Рис. 3. Функции принадлежности ЛП «Tоб»: B1 – малое значение, B2 – небольшое значение, B3 – среднее значение, B4 – немалое значение, B5 – большое значение

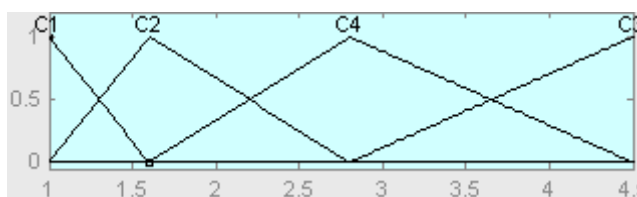


Рис. 4. Функции принадлежности ЛП «Kр»: C1 – малое значение, C2 – небольшое значение, C3 – среднее значение, C4 – немалое значение, C5 – большое значение

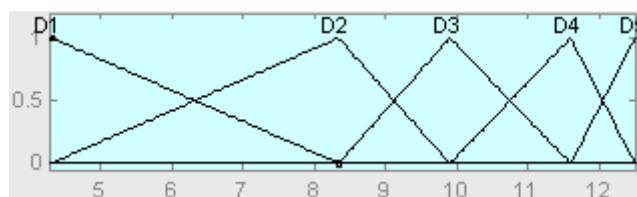


Рис. 5. Функции принадлежности ЛП «Ti»: A1 – малое значение, A2 – небольшое значение, A3 – среднее значение, A4 – немалое значение, A5 – большое значение

В настоящей работе невозможна реализация алгоритма Цукамото, предполагающего, что функции принадлежности являются монотонными [6, с. 44]. В таблице 2 приведён код программы в инструментальном пакете Codesys, реализующий алгоритм Мамдани.

Таблица 2

№	Код программы	Комментарий
1	Kob:=0.575; Tob:=3.165;	(1–2) Текущие параметры объ-
2	Kp:=1; Ti:=4.3;	екта управления
3	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 THEN A1:=-6.667*Kob+2.687; END_IF;	(2) Начальные значения иско-
4	IF Kob>0.43 THEN A1:=0; END_IF;	мых параметров ПИ-регулятора
5	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 THEN A2:=6.667*Kob-1.867; END_IF;	(3–9) Описание функций принад-
6	IF Kob<=0.72 AND Kob>0.43 THEN A2:=-3.448*Kob+2.483; END_IF;	лежности ЛП «Kob»
7	IF Kob<0.28 AND Kob>0.72 THEN A2:=0; END_IF;	
8	IF Kob>=0.43 AND Kob<=0.72 THEN A3:=3.448*Kob-1.483; END_IF;	
9	IF Kob<0.43 THEN A3:=0; END_IF;	
10	IF Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN B1:=-0.68*Tob+2.653; END_IF;	(10–16) Описание функций при-
11	IF Tob>3.9 THEN B1:=0; END_IF;	надлежности ЛП «Tob»
12	IF Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN B2:=0.68*Tob-1.653; END_IF;	
13	IF Tob<=6.24 AND Tob>3.9 THEN B2:=-0.412*Tob+2.568; END_IF;	
14	IF Tob<2.43 AND Tob>6.24 THEN B2:=0; END_IF;	
15	IF Tob>=3.9 AND Tob<=6.24 THEN B3:=0.412*Tob-1.605; END_IF;	
16	IF Tob<3.9 THEN B3:=0; END_IF;	
17	alpha1:=MIN (A1,B1); alpha2:=MIN (A1,B3);	(17–20) Вывод: находятся уровни
18	alpha3:=MIN (A3,B1); alpha4:=MIN (A3,B3);	отсечения для предпосылок каж-
19	alpha5:=MIN (A2,B2); alpha6:=MIN (A2,B1);	дого из девяти правил с использо-
20	alpha7:=MIN (A2,B3); alpha8:=MIN (A1,B2); alpha9:=MIN (A3,B2);	ванием операции минимум
21	znamenatelKp:=0.00001; chislitelKp:=0;	(21–22) Начальные значения чи-
22	FOR I:=1 TO 350 DO	слителя и знаменателя, необхо-
23	IF Kp>=1 AND Kp<=1.6 THEN C1:=-1.667*Kp+2.667; END_IF;	димые для организации цикла
24	IF Kp>1.6 THEN C1:=0; END_IF;	(22–48) Цикл для расчёта знач-
25	IF Kp>=1 AND Kp<=1.6 THEN C2:=1.667*Kp-1.667; END_IF;	ений Kp от 1 до 4,5 с шагом 0,01
26	IF Kp>=1.6 AND Kp<=2.8 THEN C2:=-0.833*Kp+2.333; END_IF;	(23–32) Описание функций при-
27	IF Kp<1 AND Kp>2.8 THEN C2:=0; END_IF;	надлежности ЛП «Kp»
28	IF Kp>=1.6 AND Kp<=2.8 THEN C3:=0.833*Kp-1.333; END_IF;	
29	IF Kp>=2.8 AND Kp<=4.5 THEN C3:=-0.588*Kp+2.647; END_IF;	
30	IF Kp<1.6 AND Kp>4.5 THEN C3:=0; END_IF;	
31	IF Kp>=2.8 AND Kp<=4.5 THEN C4:=0.588*Kp-1.647; END_IF;	
32	IF Kp<2.8 THEN C4:=0; END_IF;	
33	C1shtrih:=MIN (alpha1,C2); C2shtrih:=MIN (alpha2,C3);	(33–37) Усечённые функции при-
34	C3shtrih:=MIN (alpha3,C2); C4shtrih:=MIN (alpha4,C1);	надлежности
35	C5shtrih:=MIN (alpha5,C3); C6shtrih:=MIN (alpha6,C3);	
36	C7shtrih:=MIN (alpha7,C2); C8shtrih:=MIN (alpha8,C4);	
37	C9shtrih:=MIN (alpha9,C2);	
38	comp1:=MAX (C1shtrih,C2shtrih); comp2:=MAX (C3shtrih,C4shtrih);	(38–42) Композиция: с использо-
39	comp3:=MAX (C5shtrih,C6shtrih); comp4:=MAX (C7shtrih,C8shtrih);	ванием операции максимум про-
40	comp5:=MAX (comp1,comp2); comp6:=MAX (comp3,comp4);	изводится объединение усечённых
41	comp7:=MAX (comp5,comp6);	функций, что приводит к полу-
42	compositionKp:=MAX (comp7,C9shtrih);	чению для переменной выхода с
43	arrKp [I]:=compositionKp;	функцией принадлежности
44	znamenatelKp:=znamenatelKp+compositionKp;	(43) Организация массива знач-
45	chislitelKp:=chislitelKp+compositionKp*Kp;	ений композиции
46	resultKp:=chislitelKp/znamenatelKp;	(44–46) Приведение к чёткости
47	Kp:=Kp+0.01;	методом центра тяжести
48	END_FOR;	(49) Начальные значения числи-
49	znamenatelTi:=0.00001; chislitelTi:=0;	теля и знаменателя, необходимые
50	FOR I:=1 TO 82 DO	для организации цикла
51	IF Ti>=4.3 AND Ti<=8.34 THEN D1:=-0.248*Ti+2.064; END_IF;	(50–79) Цикл для расчёта знач-
52	IF Ti>8.34 THEN D1:=0; END_IF;	ений Ti от 4,3 до 12,5 с шагом 0,1
53	IF Ti>=4.3 AND Ti<=8.34 THEN D2:=0.248*Ti-1.064; END_IF;	(51–63) Описание функций при-
54	IF Ti>8.34 AND Ti<=9.9 THEN D2:=-0.641*Ti+6.346; END_IF;	надлежности ЛП «Ti»
55	IF Ti<4.3 AND Ti>9.9 THEN D2:=0; END_IF;	
56	IF Ti>=8.34 AND Ti<=9.9 THEN D3:=0.641*Ti-5.346; END_IF;	

№	Код программы	Комментарий		
57	IF Ti>9.9 AND Ti<=11.6 THEN D3:=-0.588*Ti+6.824; END_IF;	(64–68) Усечённые функции принадлежности		
58	IF Ti<8.34 AND Ti>11.6 THEN D3:=0; END_IF;			
59	IF Ti>=9.9 AND Ti<=11.6 THEN D4:=0.588*Ti-5.824; END_IF;			
60	IF Ti>11.6 AND Ti<=12.5 THEN D4:=-1.111*Ti+13.889; END_IF;			
61	IF Ti<9.9 AND Ti>12.5 THEN D4:=0; END_IF;			
62	IF Ti>=11.6 AND Ti<=12.5 THEN D5:=1.111*Ti-12.889; END_IF;			
63	IF Ti<11.6 THEN D5:=0; END_IF;			
64	D1shtrih:=MIN (alpha1,D1); D2shtrih:=MIN (alpha2,D2);			
65	D3shtrih:=MIN (alpha3,D3); D4shtrih:=MIN (alpha4,D2);			
66	D5shtrih:=MIN (alpha5,D5); D6shtrih:=MIN (alpha6,D3);			
67	D7shtrih:=MIN (alpha7,D2); D8shtrih:=MIN (alpha8,D5);			
68	D9shtrih:=MIN (alpha9,D4);			
69	comp8:=MAX (D1shtrih,D2shtrih); comp9:=MAX (D3shtrih,D4shtrih);		(69–73) Композиция: с использованием операции максимум производится объединение усечённых функций, что приводит к получению для переменной выхода с функцией принадлежности	
70	comp10:=MAX (D5shtrih,D6shtrih); comp11:=MAX (D7shtrih,D8shtrih);			
71	comp12:=MAX (comp8,comp9); comp13:=MAX (comp10,comp11);			
72	comp14:=MAX (comp12,comp13);			
73	compositionTi:=MAX (comp14,D9shtrih);			
74	arrTi [I]:=compositionTi;			(74) Организация массива значений композиции
75	znamenatelTi:=znamenatelTi+compositionTi;			(75–77) Приведение к чёткости методом центра тяжести
76	chislitelTi:=chislitelTi+compositionTi*Ti;			
77	resultTi:=chislitelTi/znamenatelTi;			
78	Ti:=Ti+0.1;			
79	END_FOR;			

Алгоритм Ларсена отличается от алгоритма Мамдани изменением строк 33–37 и 64–68 таблицы: нечёткое подмножество переменного вывода для каждого правила находится с использованием оператора умножения (вместо оператора MIN в алгоритме Мамдани).

В таблице 3 приведён код программы, реализующий алгоритм Сугено нулевого порядка.

Таблица 3

№	Код программы	Комментарий		
1	Kob:=0.575; Tob:=3.165;	(1) Текущие параметры объекта управления		
2	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 THEN A1:=-6.667*Kob+2.687; END_IF;			
3	IF Kob>0.43 THEN A1:=0; END_IF;			
4	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 THEN A2:=6.667*Kob-1.867; END_IF;		(2–8) Описание функций принадлежности ЛП «Kob»	
5	IF Kob<=0.72 AND Kob>0.43 THEN A2:=-3.448*Kob+2.483; END_IF;			
6	IF Kob<0.28 AND Kob>0.72 THEN A2:=0; END_IF;			
7	IF Kob>=0.43 AND Kob<=0.72 THEN A3:=3.448*Kob-1.483; END_IF;			
8	IF Kob<0.43 THEN A3:=0; END_IF;			
9	IF Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN B1:=-0.68*Tob+2.653; END_IF;			(9–15) Описание функций принадлежности ЛП «Tob»
10	IF Tob>3.9 THEN B1:=0; END_IF;			
11	IF Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN B2:=0.68*Tob-1.653; END_IF;			
12	IF Tob<=6.24 AND Tob>3.9 THEN B2:=-0.412*Tob+2.568; END_IF;			
13	IF Tob<2.43 AND Tob>6.24 THEN B2:=0; END_IF;			
14	IF Tob>=3.9 AND Tob<=6.24 THEN B3:=0.412*Tob-1.605; END_IF;		(16–20) Вывод: находятся уровни отсечения для предпосылок каждого из девяти правил с использованием операции минимум	
15	IF Tob<3.9 THEN B3:=0; END_IF;			
16	alpha1:=MIN (A1,B1); alpha2:=MIN (A1,B3);			
17	alpha3:=MIN (A3,B1); alpha4:=MIN (A3,B3);			
18	alpha5:=MIN (A2,B2); alpha6:=MIN (A2,B1);			
19	alpha7:=MIN (A2,B3); alpha8:=MIN (A1,B2);			
20	alpha9:=MIN (A3,B2);			
21	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43			(21–57) Находятся индивидуальные выводы правил согласно алгоритму Сугено 0-го порядка
22	THEN Kp1:=1;			
23	END_IF;			
24	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN Ti1:=4.3;			
25	END_IF;			
26	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Kp2:=2.8;			

№	Код программы	Комментарий
27	END_IF;	
28	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Ti2:=8.34;	
29	END_IF;	
30	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN Kp3:=1.6;	
31	END_IF;	
32	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN Ti3:=9.9;	
33	END_IF;	
34	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Kp4:=1;	
35	END_IF;	
36	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Ti4:=8.34;	
37	END_IF;	
38	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Kp5:=2.8;	
39	END_IF;	
40	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Ti5:=12.5;	
41	END_IF;	
42	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN Kp6:=2.8;	
43	END_IF;	
44	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=3.9 AND Tob>=2.43 THEN Ti6:=9.9;	
45	END_IF;	
46	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Kp7:=1.6;	
47	END_IF;	
48	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=3.9 THEN Ti7:=8.34;	
49	END_IF;	
50	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Kp8:=4.5;	
51	END_IF;	
52	IF Kob<=0.43 AND Kob>=0.28 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Ti8:=12.5;	
53	END_IF;	
54	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Kp9:=1.6;	
55	END_IF;	
56	IF Kob<=0.72 AND Kob>=0.43 AND Tob<=6.24 AND Tob>=2.43 THEN Ti9:=11.6;	
57	END_IF;	
58	znamenatелKp:=alpha1+alpha2+alpha3+alpha4+alpha5+alpha6+alpha7+alpha8+alpha9;	(58–61) Находится чёткое значение переменной вывода Kp
59	chislitelKp:=alpha1*Kp1+alpha2*Kp2+alpha3*Kp3+alpha4*Kp4+alpha5*Kp5+alpha6*Kp6+alpha7*Kp7+alpha8*Kp8+alpha9*Kp9;	
60	resultKp:=chislitelKp/znamenatелKp;	
61	znamenatелTi:=alpha1+alpha2+alpha3+alpha4+alpha5+alpha6+alpha7+alpha8+alpha9;	(62–65) Находится чёткое значение переменной вывода Ti
62	chislitelTi:=alpha1*Ti1+alpha2*Ti2+alpha3*Ti3+alpha4*Ti4+alpha5*Ti5+alpha6*Ti6+alpha7*Ti7+alpha8*Ti8+alpha9*Ti9;	
63	resultTi:=chislitelTi/znamenatелTi;	
64		
65		

Протестируем полученные алгоритмы при значениях параметров объекта управления Kob и Tob в точках, находящихся между вершинами термов лингвистических переменных, изображённых на рис. 2 и рис. 3. Полученные значения resultKp и resultTi подставим в ПИ-регулятор исходной схемы САУ (рис. 1). С помощью пакета имитационного моделирования Simulink вычислим значения Amax и tp. Все данные сведём в таблицу 4.

Таблица 4

Kob = 0,355; Tob = 3,165		
Sugeno	Larsen	Mamdani
Kp = 2,780468	Kp = 2,862266	Kp = 2,829011
Ti = 10,10573	Ti = 8,510162	Ti = 8,561392
Amax = 1,0406	Amax = 1,1365	Amax = 1,1150
tp = 38,7837	tp = 38,8617	tp = 37,8676
Kob = 0,575; Tob = 5,07		
Kp = 1,747813	Kp = 2,460507	Kp = 2,549901

Ti = 10,18598	Ti = 8,827668	Ti = 8,655898
Amax = 1,1047	Amax = 1,3505	Amax = 1,3877
tp = 43,8494	tp = 55,7489	tp = 55,7406
Kob = 0,355; Tob = 5,07		
Kp = 2,777397	Kp = 2,730978	Kp = 2,720113
Ti = 10,41393	Ti = 8,17458	Ti = 8,100894
Amax = 1,0843	Amax = 1,2022	Amax = 1,2012
tp = 43,8453	tp = 46,0342	tp = 46,0443
Kob = 0,575; Tob = 3,165		
Kp = 2,20024	Kp = 2,567808	Kp = 2,622523
Ti = 10,97414	Ti = 10,00462	Ti = 9,725539
Amax = 1,0079	Amax = 1,2454	Amax = 1,2744
tp = 37,5318	tp = 36,1367	tp = 44,0821

Анализ полученных данных: с помощью алгоритма нечёткого вывода Сугено, более простого в реализации, были получены параметры ПИ-регулятора, позволяющие качественно настроить исходную САУ. Данные таблицы 4 говорят также о том, что алгоритмы Ларсена и Мамдани дали близкие по значению данные, но алгоритм Мамдани оказался менее точным. Полученную программу можно использовать в соответствующем ПЛК.

Литература:

1. Круглов В.В. Гибридные нейронные сети / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – Смоленск: Русич, 2001. – 224 с.
2. Михайленко В.С. Адаптивная настройка нечёткого ПИ-регулятора по идентификации переходного процесса / В.С. Михайленко, Р.Ю. Харченко // Труды Одесского политехнического университета. – 2012. – Вып.1 (38). – С. 152–156.
3. Михайленко В.С. Алгоритм настройки адаптивного нейро-нечёткого ПИ-регулятора // Труды Одесского политехнического университета. – 2011. – №2. – С. 149–154.
4. Михайленко В.С. Анализ методов разработки нечётких САР для управления сложными взаимосвязанными объектами / В.С. Михайленко, В.Ф. Ложечников // ААЭКС. – 2009. – №1.
5. Михайленко В.С. Методы настройки нечёткого адаптивного ПИД-регулятора / В.С. Михайленко, В.Ф. Ложечников // ААЭКС. – 2009. – №2 (24).
6. Рогозин О.В. Метод нечёткого вывода решения в задаче подбора программного обеспечения на основе качественных характеристик этого обеспечения как объекта инвестиций // Приборы, методы и технологии. – 2009 – №3. – С. 43–49.
7. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys V 2.3. – Смоленск: ПК «Пролог», 2004. – 423 с.
8. Татарчевский В.А. Проблемы применения языков стандарта IEC 61131–3 и возможные пути решения материалы. В кн.: Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании, Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. С. 239–241.

Зависимость областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазора между телами качения при вводе поправкой по дорожке качения внутреннего кольца

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

Приводятся результаты анализа влияния зазора между телами качения на площадь областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины являющегося механизмом-прототипом эксцентрикового механизма качения (ЭМК) при вводе поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров по дорожке качения внутреннего кольца.

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

Снижение массы является одним из приоритетных направлений повышения показателей качества механизмов приводов технологического оборудования. Простота структуры механизма при минимально возможном числе подвижных звеньев совместно с реализацией сложного движения выходного звена позволяют обеспечить снижение массы механизмов приводов технологического оборудования, что возможно добиться разработкой привода на базе механизмов с замкнутой системой тел качения (ЗСТК). Механизмы данного вида могут содержать в своей структуре тела качения с диаметрами как равной, так и разной величины. Механизм с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины является механизмом-прототипом для эксцентрикового механизма качения (ЭМК) как с зазором между телами качения, так и без данного параметра. Для ЭМК характерно смещение центров дорожек качения колец относительно друг друга на величину эксцентриситета и наличие замкнутой системы тел качения с диаметрами разной величины [1]. Тела качения механизмов данного вида могут обладать или гладкими рабочими поверхностями (фрикционные) [1...8] или поверхностями с выступами (зубчатые) [9...12]. Коллектив авторов проводит теоретические и экспериментальные исследования геометрических и кинематических параметров исполнительных

механизмов технологического оборудования разработанного на базе механизмов данного вида с диаметрами разной (эксцентриковые) [1...3] или равной (соосные) [4...6] величины. В процессе реализации данных исследований было установлено, что при некоторых сочетаниях величин исходных данных механизмы с ЗСТК не существуют. С целью исключения подобных ситуаций в работах [4...6] авторами сформированы области существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины, являющихся механизмами-прототипами ЭМК, как зазором между телами качения, так и без данного параметра, для обоих направлений ввода поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров механизмов подобного вида.

Для продолжения анализа рассмотрим влияние зазора на площадь областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца. Для этого составим расчетную модель (рис. 1) и примем следующие исходные условия и обозначения: ДК_В, ДК_Н – дорожки качения внутреннего и наружного колец; R_B, R_H, O_B и O_H – радиусы и геометрические центры дорожек качения внутреннего и наружного колец; C – сепаратор (водило); c – зазор между телами качения; r_0, r_1, r_i и $\beta_0, \beta_1, \beta_i$ – радиусы и углы положения тел качения.

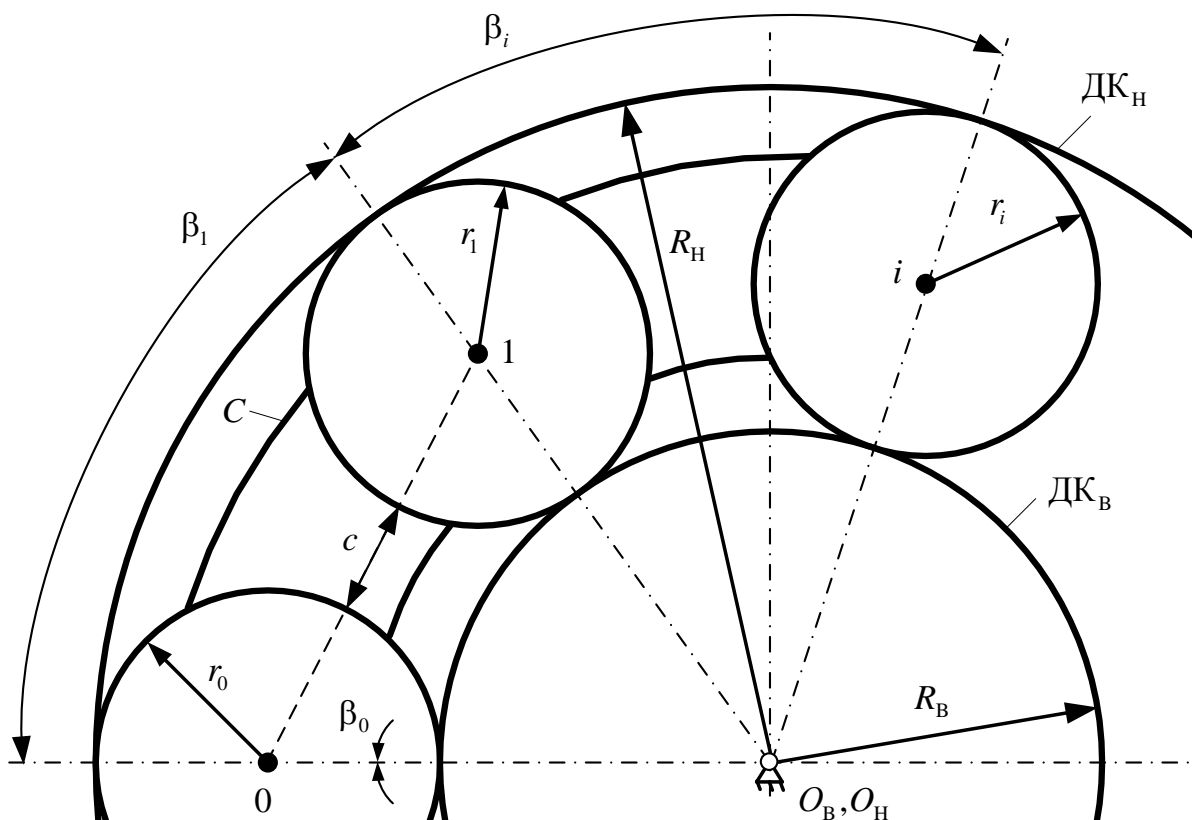


Рис. 1. Расчетная модель механизма с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины и зазором

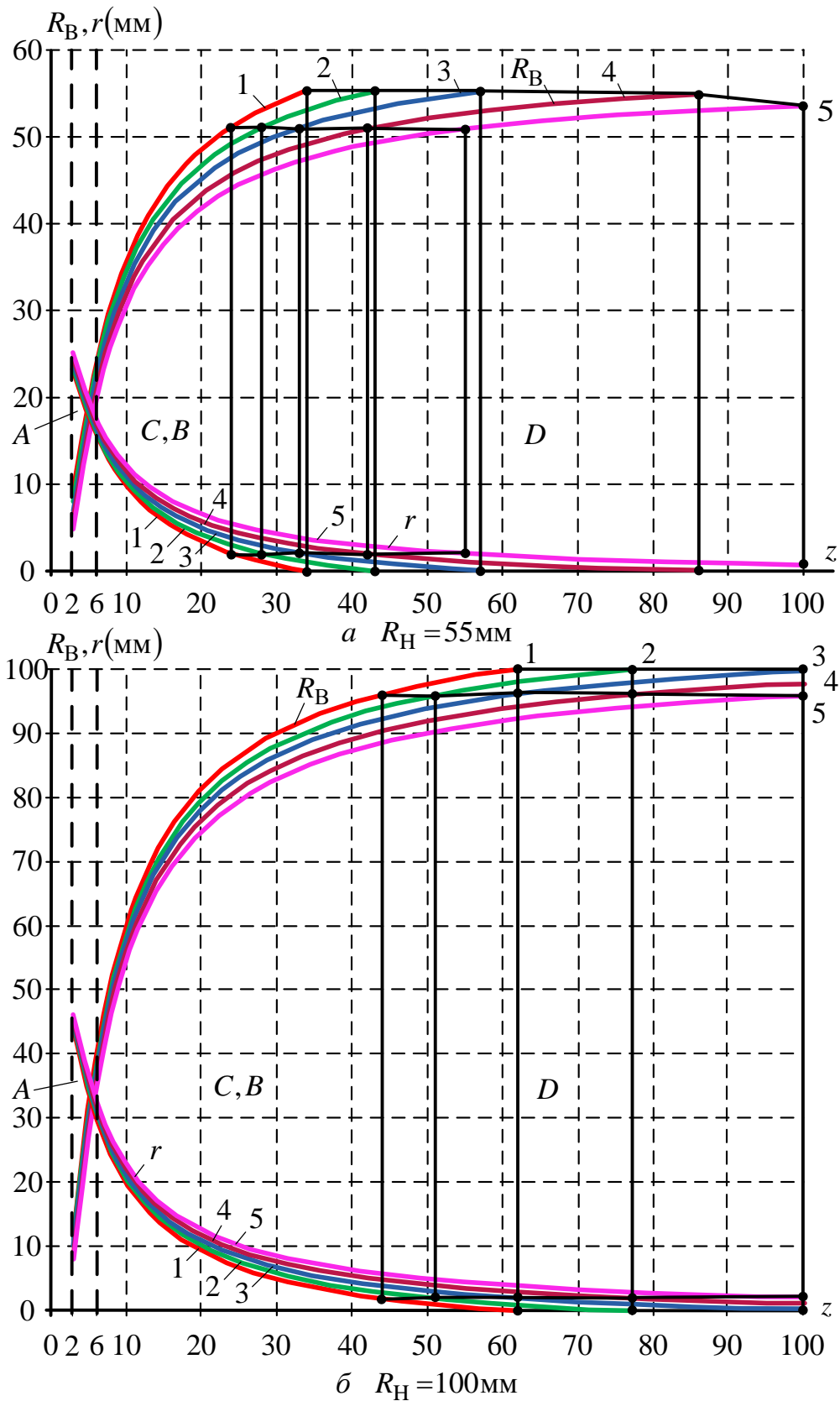


Рис. 2. Диаграммы областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины при вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца при вариации величиной зазора: 1 - $c = 10\text{ мм}$, 2 - $c = 8\text{ мм}$, 3 - $c = 6\text{ мм}$, 4 - $c = 4\text{ мм}$, 5 - $c = 2\text{ мм}$

Варьируя числом тел качения в диапазоне (0...100) и величиной зазора между этими звеньями в интервале (2...10) мм, для значений радиусов дорожек качения наружного кольца 55 и 100 мм проведем вычисления геометрических параметров механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца. Для повышения эффективности выполняемых расчетов, авторами разработано программное обеспечение [13, 14], которое представляет собой совокупность программных комплексов: «Эксцентрик», «ЭПМ V1» и «ЭПМ V1.01» зарегистрированных в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) [15...17].

Анализ результатов полученных вычислений показывает, что при вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца и $R_H = 55$ мм при $c = 4$ мм и $z = 86$; $c = 6$ мм и $z = 57$; $c = 8$ мм и $z = 43$; $c = 10$ мм и $z = 34$, а также для $R_H = 100$ мм при $c = 6$ мм и $z = 100$; $c = 8$ мм и $z = 78$; $c = 10$ мм и $z = 62$ радиус тел качения равен нулю, т.е. $r = 0$. Это соответствует структуре механизма не содержащей тел качения. Дальнейшее увеличение числа тел качения дает отрицательные величины их радиусов. Это означает, что при данных значениях и выбранном направлении ввода поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров механизмы с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазором не существуют.

По результатам проведенных вычислений, выполняем синтез диаграмм изменения величин радиусов дорожек качения внутреннего кольца и тел качения от их количества (рис. 2). Посредством наложения функциональных кривых на одну плоскость координат получим области существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазором при вводе поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров по дорожке качения внутреннего кольца при вариации величиной зазора. Анализ диаграмм (рис. 2) показывает наличие нескольких областей существования механизма рассматриваемого вида. Нанесем на плоскость диаграмм их границы исходя из принятых условий.

Анализ результатов проведенных вычислений и диаграмм областей существования (рис. 2) показывает: области A ограничены значениями $2 \leq z < 6$ для $R_H = 55$ мм при $0 < R_B/r < (1,11...1,67)$, а также для $R_H = 100$ мм при $0 < R_B/r < (1,06...1,33)$, что соответствует областям существования механизмов с ЗСТК и зазором, обладающего телами качения имеющие радиусы превышающие величину радиуса дорожки качения внутреннего кольца, т.е. $r > R_B$.

Литература:

1. Мерко М.А. Кинематические и геометрические характеристики эксцентрикового механизма качения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.02. Красноярск, 2002. 26 с.
2. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Шемякин Д.В., Леонтьев А.С., Собко И.В. Особенности формирования математической модели ЭМК при ведущем наружном кольце // Молодежь и наука: сборник материалов VII-ой Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых посвященной 50-летию

Продолжение анализа полученных результатов и диаграмм областей существования (рис. 2) указывает на наличие областей D ограниченных для $R_H = 55$ мм значениями $z \geq (24...55)$ при $R_B/r \geq (25,06...26,54)$ (рис. 2, а), а также для $R_H = 100$ мм величинами $z \geq (44...100)$ при $R_B/r \geq (46,19...48,94)$ (рис. 2, б).

Области D соответствуют областям существования механизмов с зазором и замкнутой системой тел качения в виде иголок (малые ролики), обладающих радиусами $r < 2$ мм, что значительно меньше радиуса дорожки качения внутреннего кольца. Дальнейшее увеличение числа тел качения приводит к отрицательным величинам их радиусов, что не возможно для существования механизмов данного вида.

В результате проведенных действий получаем области C расположенные между областями A и D и ограниченные для $R_H = 55$ мм значениями $6 \leq z < (24...55)$ при $(1,11...1,67) < R_B/r < (25,06...26,54)$ (рис. 2, а), а также для $R_H = 100$ мм значениями $6 \leq z < (44...100)$ при $(1,06...1,33) < R_B/r < (46,19...48,94)$ (рис. 2, б). Области C соответствуют областям существования механизмов с ЗСТК с зазором и телами качения в виде роликов или шариков, обладающими радиусами меньше величины радиуса дорожки качения внутреннего кольца $r > R_B$. Анализ диаграмм областей существования (рис. 2) показывает, что рост значений зазора между телами качения в интервале (2...10) мм сопровождается увеличением радиуса дорожки качения внутреннего кольца при незначительных изменениях величин радиусов тел качения в виде роликов или шариков, а также приводит к смещению максимальных границ областей C в отрицательном направлении оси z . Продолжение анализа диаграмм показывает, что независимо от величины зазора при рассматриваемых условиях границы областей B совпадают с границами областей C .

В результате проведенного анализа выявлено, что независимо от величин радиусов дорожек качения наружного кольца, вида тел качения для направления ввода поправки в расчет номинальных значений геометрических параметров по дорожке качения внутреннего кольца для механизмов рассматриваемого вида увеличение зазора между телами качения приводит к существенному уменьшению площадей областей C и B . Следовательно, большому значению зазора соответствует меньшая площадь рассматриваемых областей с более узким диапазоном числа тел качения независимо от их вида, что приводит к сокращению количества возможных решений задачи по повышению показателей качества механизмов приводов технологического оборудования.

- первого полета человека в космос [Электронный ресурс] / отв. ред. О.А. Краев — Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2011. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/thesis/s19/Shemyakin.pdf>.
3. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Беляков Е.В., Белякова С.А. Математическая модель ЭМК с сепаратором при вращении внутреннего кольца // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т. 5. №4. С. 62–67.
 4. Мерко М.А., Меснянкин М. В, Беляков Е.В., Колотов А.В., Груздев Д.Е. Определение областей существования прототипа эксцентрикового механизма качения // Механики XXI века: сборник докладов VII-ой Всероссийская науч.-техн. конф. с междунар. участием. Братск: БрГУ. 2008. С. 89–93.
 5. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Шевченко Е. С, Китуря А.С. Формирование границ областей существования механизмов-прототипов ЭМК // Молодежь и наука: сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского [Электронный ресурс] / отв. ред. О.А. Краев — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s017/s017-091.pdf>.
 6. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Определение границ областей существования механизмов-прототипов ЭМК при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. №12. С. 138–141.
 7. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Описание математической модели механизма-прототипа ЭМК с сепаратором (водило) при вращении внутреннего кольца // Молодой ученый. 2013. №3 С. 71–75.
 8. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е., Колотов А.В. Анализ взаимозависимостей геометрических параметров эксцентрикового механизма качения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. №11. С. 180–184.
 9. Беляков Е.В., Меснянкин М. В, Мерко М.А., Колотов А.В., Груздев Д.Е. Эксцентриковый планетарный механизм // Механики XXI века: сборник докладов VII-ой Всероссийская науч.-техн. конф. с междунар. участием. Братск: БрГУ. 2008. С. 87–89.
 10. Беляков Е.В., Колотов А.В., Меснянкин М. В, Мерко М.А. Зубчатый планетарный механизм для воспроизведения требуемого сложного закона движения выходного звена // Проблемы механики современных машин: материалы V-ой международной конференции. Улан-Удэ: ВСГУТУ. 2012. Т.1 С. 3–6.
 11. Беляков Е.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Обеспечение требуемого движения выходного звена эксцентрикового эпициклического механизма // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т. 5. №4. С. 47–51.
 12. Белякова С.А., Груздев Д.Е., Беляков А.Н., Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Применение дифференциального механизма для шлифования плоских поверхностей // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т. 5. №4. С. 51–56.
 13. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Файзиев А.Н., Вацлавский Е.С. Повешение эффективности проектирования эксцентриковых механизмов приводов технологического оборудования на основе ЭМК // Молодежь и наука: сборник материалов VII-ой Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс] / отв. ред. О.А. Краев — Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2011. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/thesis/s19/Faiziev.pdf>
 14. Беляков Е.В., Колотов А.В., Мерко М.А., Меснянкин М.В. Применение САПР при исследовании эксцентрикового планетарного механизма // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. №3. С. 109–112.
 15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012614197. Программный комплекс «Эксцентрик» / Меснянкин А.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Груздев Д.Е., Митяев А.Е., Беляков Е.В.; заявитель и правообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»; заявка №2012612100 от 22.03.12; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.05.12.
 16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012614355. Программный комплекс «ЭПМ V1» / Беляков Е.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Груздев Д.Е., Митяев А.Е., Меснянкин А.В.; заявитель и правообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»; заявка №2012612237 от 27.03.12; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 16.05.12.
 17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013610142. Программный комплекс «ЭПМ V1.01» / Беляков Е.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Груздев Д.Е., Митяев А.Е., Меснянкин А.В.; заявитель и правообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»; заявка №2012660154 от 23.11.12; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.01.13.

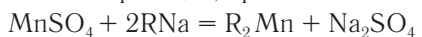
Особенности химических способов извлечения марганца из технических растворов

Мишурина Ольга Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;
 Чупрова Лариса Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент;
 Муллина Эльвира Ринатовна, кандидат технических наук, доцент
 Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова

Научно-технический прогресс постоянно увеличивает антропогенное воздействие на природную среду, и особое место здесь занимают горная и металлургическая промышленности. Отходы данных предприятий, сконцентрированные в различного рода отвалах и складах, которые в свою очередь являются источниками загрязнения, как почв, так и водоемов. В тоже время не нуждается в доказательстве тот факт, что накопленные отходы могут быть использованы для получения, как металлов, так и других полезных компонентов, ранее недоизвлеченных.

Одним из направлений выше изложенной проблемы является проблема селективного извлечения марганца, из техногенных поликатионных растворов металлургических и горноперерабатывающих предприятий.

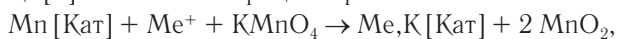
На сегодняшний день для извлечения марганца из техногенных вод применяются следующие методы: ионная флотация, катионирование, сорбция, экстракция, аэрация, биоизвлечение, окисление. Одним из эффективных методов концентрирования ионов тяжелых металлов из растворов является метод ионной флотации [2]. Для извлечения из водных растворов ионов Mn^{2+} методом ионной флотации в качестве собирателя используется анионное ПАВ – сульфонол. При этом максимальные показатели извлечения ионов Mn^{2+} в пену наблюдаются при $pH > 2,0$. Концентрирование $Mn(II)$ в пену происходит в виде соли состава R_2Mn , образующейся в результате ионообменной реакции, протекающей по следующей схеме:



где R – анион $[C_n H_{2n+1} C_6H_4SO_3]^-$.

Ограниченность применения ионной флотации для извлечения ионов Mn^{2+} из технических растворов объясняется тем, что используемые в процессе реагенты обладают токсическими свойствами и нормируются по токсикологическому и санитарному лимитирующему показателю вредности.

Для извлечения ионов Mn^{2+} из техногенных стоков перспективно использование метода катионного обмена. В качестве катионитов применяются высококремнеземистые цеолиты: шабазит, эрионит и клиноптилолит с предварительно нанесенной на них пленкой диоксида марганца [1]. Схематично процесс протекает по схеме:



где Me^+ – катион натрия или калия.

Данный метод широко применяется в США, но в отечественной практике не нашел широкого применения в связи с его высокой стоимостью.

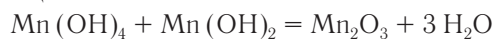
Сорбционные методы в основном применяются для извлечения Mn из технических растворов, преимущественно

в виде нерастворимых соединений, т.е. в сочетании с процессами аэрации или окислительного осаждения [3]. В качестве сорбентов используются дисперсные кремнеземы, слоистые и слоисто-ленточные силикаты, каркасные силикаты (цеолиты), а также перлиты, асбесты, бокситы, магнезиты, доломиты, торф, магниевые минералы силикатных и карбонатных пород. Процесс сорбции имеет ряд существенных недостатков: сложности, связанные с регенерацией используемых сорбентов, а также данные технологии наиболее эффективны только при низких концентрациях извлекаемых компонентов в воде.

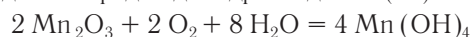
Для извлечения ионов Mn^{2+} из технических растворов возможно применение экстракционного метода. В качестве экстрагента применяют смесь олеиновой кислоты и триэтанолamina в бензине и керосине. Данный метод имеет следующие недостатки: высокая стоимость экстрагентов, их токсичность и низкая селективность выделения марганца.

На практике при очистке сточных вод от ионов Mn^{2+} широко применяется метод аэрации. Для этой цели используют вакуумно-инжекторный аппарат, в эжекционной части которого происходят диспергирование воды и насыщение кислородом воздуха. Далее вода подается на фильтрацию через зернистую загрузку.

При удалении углекислоты значение pH воды возрастает, что способствует ускорению процессов окисления и гидролиза марганца с образованием гидроокиси марганца $Mn(OH)_4$, с последующей его коагуляцией. Двухвалентный марганец медленно окисляется в трех- и четырехвалентный растворенным в воде кислородом воздуха. При значениях $pH \sim 9$ образующаяся гидроокись марганца выпадает в осадок в виде $Mn(OH)_3$ и $Mn(OH)_4$. При фильтровании содержащей марганец аэрированной и подщелоченной воды через песчаный фильтр на поверхности зерен песка (в щелочной среде) выпадает отрицательно заряженный осадок $Mn(OH)_4$, который далее инициирует процесс адсорбции положительно заряженных ионов Mn^{2+} из раствора. Эти ионы гидролизуются и реагируют с ранее выпавшим осадком, образуя постепенно Mn_2O_3 по реакции:



Далее оксид $Mn(III)$ легко окисляется растворенным в воде кислородом до гидроксида $Mn(IV)$ по реакции:



Образующийся $Mn(OH)_4$ выступает катализатором в последующем процессе окисления ионов Mn^{2+} . При этом в воде обязательно необходимо присутствие двух-

валентного железа, при окислении которого образуется гидроксид железа трехвалентного, адсорбирующий ионы Mn^{2+} и каталитически их окисляющий. Соотношение $[Fe^{2+}]/[Mn^{2+}] = 7/2$.

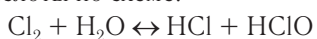
Метод аэрации эффективен только при извлечении Mn из низкоконцентрированных растворов ($C_{Mn^{2+}}$ до 10 мг/дм³).

Биологическое извлечение марганца из техногенных вод основывается на применении бактерий, которые для своего развития используют растворенный марганец типа *Leptothrix lopholea*, *Leptothrix echinata*. Среди факторов, влияющих на процесс биоочистки воды от марганца (рН, Т, щелочность и др.), важную роль играет повышенное содержание железа [4].

Биотехнология извлечения марганца из техногенных вод по сравнению с физико-химическими способами имеет ряд преимуществ — более высокие скорости фильтрования и отсутствие реагентов. Но, тем не менее, биологический метод извлечения значительно уступает им ввиду длительности периода выхода на оптимальные режимы работы, сложности поддержания оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов, а также ускоренного достижения предельного времени контакта с биомассой при росте концентрации Mn (II) в исходной воде.

На практике для количественного извлечения ионов Mn^{2+} широко применяются методы окислительного осаждения его из растворов в виде дисперсной фазы. В качестве реагентов-окислителей используются следующие вещества: хлор, озон, двуокись хлора, гипохлорит кальция и натрия, а также перманганат калия.

Окисление хлором. При взаимодействии хлора с водой протекает его гидролиз с образованием хлорноватистой кислоты по схеме:



Скорость окисления Mn (II) молекулярным хлором сильно зависит от рН раствора. Так, в кислой среде протекает обратная реакция, идущая с образованием молекулярного хлора, а в нейтральной и слабощелочной среде происходит разложение хлорноватистой кислоты с образованием атомарного кислорода, который является более сильным окислителем, чем Cl_2 :

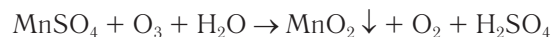


При рН = 7 молекулярный хлор окисляет Mn^{2+} за 60–90 минут всего на 50%. При повышении рН воды до 8 путем подщелачивания ее известью процесс окисления Mn^{2+} хлором проходит более глубоко и за 60–90 минут завершается полностью [5]. Таким образом, использование молекулярного хлора в качестве окислителя нецелесообразно при извлечении марганца из кислых вод, т.к. требуется дополнительный реагент для подщелачивания воды. Кроме того, использование молекулярного хлора для реагентного окисления ионов Mn^{2+} нецелесообразно и с экологической точки зрения.

Окисление двуокисью хлора. Как окислитель ClO_2 значительно сильнее Cl_2 . Он эффективен в достаточно

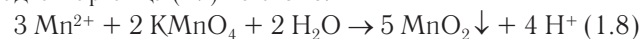
широком диапазоне рН раствора. Двуокись хлора полностью окисляет ионы Mn^{2+} в растворе за 10–15 минут. Однако использование двуокиси хлора в качестве реагента-окислителя имеет существенные недостатки: он сильно токсичен, взрывоопасен, не может храниться и перевозиться.

Окисление озоном. Озон — сильный и эффективный окислитель. Основным достоинством озона является то, что он разлагается в воде с образованием кислорода, т.е. обладает полной экологической безопасностью. Озон легко окисляет ионы Mn^{2+} по схеме:



Как показала практика использование озона в качестве реагента-окислителя для извлечения Mn (II) имеет ряд существенных недостатков: сложность его производства на месте пользования, в связи с чем данная технология требует больших первичных затрат; большие дозы расходоемого озона и энергоемкость при его получении, достигающая 8,4–11 кВт на получение 1 кг озона; малое время жизни молекул; низкий коэффициент полезного действия озонаторов.

Окисление перманганатом калия. Перманганат калия окисляет ионы Mn^{2+} с образованием коллоидного осадка марганца (IV) по схеме:



В отечественной практике использование перманганата калия в качестве окислителя при извлечении ионов Mn^{2+} из техногенных вод не находит широкого применения в связи с высокой стоимостью реагента. В основном этот метод применяется при очистке поверхностных и подземных вод, характеризующихся невысоким содержанием Mn (II).

Окисление хлорной известью. Хлорная известь в растворе так же, как и молекулярный хлор, гидролизует с образованием хлорноватистой кислоты (окислителя), однако, процесс протекает значительно медленнее, чем при гидролизе хлора, благодаря известной стойкости гипохлорита кальция в растворе. При этом техническая хлорная известь содержит много неактивных примесей, снижающих ее ценность как реагента-окислителя. [5]. Хлорная известь в качестве реагента-окислителя имеет ряд существенных недостатков: длительность протекания процесса окисления и необходимость специальных помещений для хранения и соответствующего оборудования для его подготовки.

Окисление гипохлоритом натрия. Водные растворы гипохлорита натрия могут быть получены как химическим, так и электрохимическим путем. Наибольшей окислительной способностью характеризуются растворы $NaClO$, полученные электролизным путем из водных растворов $NaCl$. Более энергичное действие электролизных растворов гипохлоритов, по сравнению с растворами гипохлоритов, полученных химическим путем, объясняется тем, что в процесс электролиза, помимо гипохлоритов, образуются и побочные продукты, обладающие сильными окислительными свойствами (ClO_2 , $HClO$, $ClO \cdot$, $O \cdot$, H_2O_2 ,

O₃, O₂, Cl₂). Использование электролизных растворов гипохлорита натрия в качестве реагента-окислителя при извлечении Mn (II) из технических растворов имеет следующие преимущества: процесс окисления обеспечивает использование безопасного реагента; позволяет проводить окисление всего объема сточной воды без создания зон с повышенной концентрацией реагента благодаря его дозированной и пропорциональной обрабатываемому потоку воды подаче; отсутствует вторичное загрязнение воды [5].

Таким образом, исходя из физико-химических особенностей возможных способов извлечения Mn (II) из технических растворов, а также учитывая особенности химического состава техногенных вод горной и металлургической

промышленности, наиболее целесообразно для количественного извлечения ионов Mn²⁺ применять метод окислительного осаждения с использованием в качестве реагента-окислителя электролизных хлорсодержащих растворов. При этом, процесс окислительного осаждения Mn (II) «активным хлором» сопровождается образованием осадка, что обуславливает необходимость последующего применения процессов извлечения его отделения из водных растворов. Наиболее эффективным и экологически безопасным методом извлечения дисперсной фазы металлов из водных растворов является электрофлотационный, который в сочетании процессов «осаждение-флотация» позволяет достигать высоких показателей извлечения марганца из растворов.

Литература:

1. Воробьев А.Е. Сравнение различных гидрометаллургических процессов получения марганца // ГИАБ, 1998, №5 — С. 30–33.
2. Воропанова Л.А., Фролова Н.В. Извлечение цинка и марганца из сточных вод промышленных предприятий, путем экстракции смесью олеиновой кислотой и триэтаноламина // Изв. Вузов Цв. Металлургия. 2001. — №5. — С. 32.
3. Гладун В.Д., Андреева Н.Н. Неорганические сорбенты из техногенных отходов для очистки сточных вод промышленных предприятий//Экология и промышленность России, 2000, №5. — С. 17–20.
4. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. — М.: Химия, 1978.
5. Мишурина О.А., Медяник Н.Л. Комплексные исследования и технологические решения по извлечению марганца из гидротехногенных ресурсов ГОКов Южного Урала // ГИАБ, 2009, №8. — С. 198–203.

Напитки на основе овощного сырья

Моисеева Мария Васильевна, соискатель;
Алтуньян Марина Клавдиевна, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

Напитки разработаны на основе тыквенного пюре с добавлением экстрактов лекарственных растений и предназначены для восполнения недостатка в организме энергетических и регуляторных пищевых субстанций.

Drinks based on vegetable raw materials

Kuban State University of Technology, Russia

Drinks are based on pumpkin puree with added extract of medicinal plants and are designed to fill the gap in the body of energy and food regulatory substances.

Сегодня как никогда в пищевой промышленности и общественном питании стоит проблема создания продуктов, обладающих лечебно-профилактическим эффектом. В настоящее время среди существующих групп функциональных продуктов питания наиболее стремительный рост на рынке демонстрируют функциональные напитки.

Развитие индустрии функциональных напитков все в большей степени становится обусловленным растущим

осознанием потребителей связи между питанием и здоровьем, а также готовностью населения больше платить за продукты, повышающие качество жизни.

Центром внимания как производителей, так и потребителей напитков стало повышение иммунитета за счет использования в напитках полифенолов, каротиноидов, масел, стеринов, натуральных стимуляторов и лекарственных трав. Еще одним фактором, влияющим на современный рынок функциональных напитков, является

Таблица 1. Химический состав тыквы на 100 г

Сырье	вода	белки	жиры	углеводы	нжк	моно- и дисахариды	пищевые волокна	орг. кислоты	зола
	г	г	г	г	г	г	г	г	г
Тыква	91,8	1,0	0,1	4,4	0,2	4,2	2,0	0,1	0,6

Таблица 2. Витамины на 100 г

Сырье	А	В1	В2	В3	В6	В9	С	Н	РР
	мг	мг	мг	мг	мг	мкг	мкг	мкг	мг
Тыква	1,5	0,05	0,06	0,4	0,1	14,0	8,0	0,5	0,4

Таблица 3. Микроэлементы на 100 г

Сырье	Fe	К	Са	Mg	Na	Р
	мг	мг	мг	мг	мг	мг
Тыква	0,4	204,0	25,0	14,0	4,0	25,0

приверженность потребителей к пищевым продуктам на основе натуральных и экологически чистых ингредиентов и растущее недоверие к пищевым добавкам типа искусственных подсластителей и красителей.

Фруктовые и овощные соки богаты углеводами, прежде всего глюкозой и фруктозой. Освежающие свойства сокам придают органические кислоты. Содержащиеся в напитках витамины, макро и микроэлементы, дубильные вещества благотворно влияют на организм человека, укрепляя защитные силы и обогащая его энергетическим запасом. Совместное использование соков с экстрактами и настоями лекарственных трав в составе напитков усиливает их пищевую ценность за счет многообразия физиологически значимых веществ растительной флоры. Введенные в рецептуры напитков настои лекарственных трав повышают тонус организма, адаптируют возможности нервной системы, повышают устойчивость организма к неблагоприятным факторам окружающей среды. [1,2]

Основным сырьем при производстве функциональных напитков является тыква. Напитки из тыквы широко вошли в производство консервных предприятий. Тыква является сырьем, содержащим биологически активные вещества. Сок тыквы обладает успокаивающим эффектом, улучшает сон. Особенно полезен тыквенный сок при заболеваниях почек и печени; он способствует желчеотделению, улучшает работу желудочно-кишечного тракта.

Увеличение ассортимента продуктов из тыквы дает возможность расширить спектр полезных для организма

человека биологически активных веществ. Целью настоящего исследования является разработка функциональных напитков на основе тыквенного пюре и настоев трав, обладающих повышенной биологической, профилактической, лечебной ценностью, а также привлекательными органолептическими свойствами.

В качестве дополнительного компонента были выбраны отвары из липового цвета, Melissa и боярышника, так как напитки с добавлением этих отваров имеют высокие органолептические и физико-химические показатели.

В липовом цвете содержится эфирное масло, каротин, флавоноиды, сапонины, аскорбиновая кислота. Липовый отвар обладает и бактерицидными свойствами. Липовый цвет известен как кровоочистительное, болеутоляющее, успокаивающее, мочегонное средство и применялся при ревматизме, подагре, болях в животе, почечнокаменных и желчнокаменных коликах.

Прежде всего, надо сказать об успокаивающем действии Melissa. Важнейшее действующее вещество — эфирное Melissaовое масло, в состав которого входят цитронеллаль, цитраль и кариофиллен. Следует назвать также минеральные и дубильные вещества, горечи, немного флавоноидов.

Успокаивающее действие Melissa может оказать положительное действие и при желудочных недомоганиях, прежде всего при «нервном» желудке. Благодаря седативным компонентам отчетливо проявляется также спазмолитическое (противосудорожное) и легкое карминативное (ветрогонное) действие Melissa. [3]

Таблица 4. Химический состав напитков на основе тыквенного пюре

Наименование напитка	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, %	Массовая концентрация витаминов, мг/дм ³							
			Аскорбиновая, кислота, С	Хлорогеновая кислота	Никотиновая кислота РР	Оротовая кислота В13	Кофейная кислота	Галловая кислота	Протокатеховая кислота	Сумма витаминов
Напиток «Мятная свежесть»	12,0	0,40	1,9	0,7	3,0	-	2,6	0,5	3,0	15,7
Напиток «Боярский»	12,0	0,40	2,9	0,9	4,1	1,3	3,3	0,7	-	17,1
Напиток «Витаминный»	12,0	0,40	1,6	0,03	3,0	-	2,5	-	0,7	16,2
Напиток «Медовый аромат»	12,0	0,40	1,7	1,1	0,7	1,6	3,8	0,8	-	14,5

Мелиссу используют при лечении заболеваний желудка, печени, желчного пузыря, для успокоения при неврозах сердца и как общеукрепляющее средство после простудных и инфекционных заболеваний.

При разработке рецептов овощных миксов учитывали требования стандарта ГОСТ Р 52182–2003 «Соки, нектары и сокосодержащие напитки овощные и овощефруктовые» и Федерального Закона «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» от 27 октября 2008 г. № 178-ФЗ:

- содержание сухих веществ не менее 12%;
- массовая доля титруемой кислотности не менее 0,4;
- массовая доля овощного пюре не менее 50%;
- массовая доля мякоти не более 30%.

В полученных образцах был определен химический состав

Как видно из таблицы напитки содержат биологически активные вещества: витамины (С, РР) витаминоподобные

вещества (В13), минорные компоненты – фенольные кислоты (хлорогеновая, кофейная, галловая), потребление которых необходимо для регуляции в организме человека биохимических и физиологических процессов. Напиток «Боярский» наиболее обогащен витаминами и микроэлементами.

Разработанные напитки на основе тыквенного пюре с экстрактами лекарственных растений являются продуктами функционального назначения естественного происхождения, которые предназначены для систематического ежедневного употребления и направлены на восполнение недостатка в организме энергетических, регуляторных пищевых субстанций. Оказывая регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека, подобные продукты поддерживают физическое и духовное здоровье человека и снижают риск возникновения многих заболеваний. [4]

Литература:

1. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов [Текст] – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 458 с.
2. Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании [Текст] – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
3. В.И. Теплов Функциональные продукты питания [Текст] / Теплов В.И., Белецкая Н.М., Догаева Л.А., Марченко О.Б., Пашенцева Л.П – М.: ООО «А-Приор», 2008. – 234 с.
4. Поль Пакен Функциональные напитки и напитки специального назначения. [Текст] Санкт-Петербург. Издательство ПРОФЕССИЯ. 2010. -495 с.

Установка экстракции углей диоксидом углерода. На примере Улуг-Хемского угольного бассейна

Монгуш Григорий Романович, инженер;

Котельников Валерий Ильич, кандидат технических наук, ученый секретарь

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (г. Кызыл)

Создана экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования экстракции углей диоксидом углерода, в широких интервалах давлений (до 15 МПа) и температур (до 350 К).

An experimental installation is created that enables to study of coal extraction by carbon dioxide, in a wide interval of pressures (up to 15 MPa) and temperature (350 K).

Введение

Каменные угли Улуг-Хемского бассейна известны с глубокой древности. Длина основных стволов в древних горных выработках, обнаруженных на Элегестском и Межегейском месторождениях, достигала до 100 м. [1] В 40-х годах 20 века различными специалистами изучались геологическое строение и угленосность, подсчет запасов, проводилась оценка качества и технологических свойств, исследованы химико-технологические свойства углей различных генетических типов бассейнов Тувы. [2]

В 2007 году по результатам геологоразведочных работ по угленосности Тувы были подсчитаны запасы углей: в Улуг-Хемском бассейне 4 млрд.тон, а вне Улуг-Хемского бассейна 68 млн.тон угля. В запасах подсчитаны балансовые, в т.ч. по категориям А, В, С, и забалансовые, угли различных марок [3].

В настоящее время приводятся оценки запасов углей Республики до 20 млрд. тон. [4].

Возросший интерес к тувинским углям из-за их высоких качеств, таких как малосернистость, высокое содержание витринита, низкая зольность стимулирует поиск новых инновационных методов использования угля. Уголь — сложнейшее органоминеральное образование, и поэтому обладает разнообразными свойствами. Это предопределяет возможность его использования практически во всех отраслях народного хозяйства. [5]

Комплексная энергохимическая переработка каменных углей представляется более высокой технической степенью производства и согласуется с принципами экологически щадящей, социально-приемлемой и застрахованной от кризисов энергетической политики, которая предполагает оптимальное использование энергоресурса топлива путем предварительного извлечения из него всех ценных веществ. Получаемые из угля синтетические топлива могут быть твердыми, жидкими и газообразными. Основными недостатками известных технологий химической переработки углей являются относительно низкая производительность и жесткие условия их осуществления (высокие температуры и давление). Для устранения указанных недостатков в углепереработке все шире приме-

няются катализаторы и новые технологические процессы, позволяющие получать из угля разнообразные продукты топливного и химического назначения. К основным из них относятся процессы пиролиза, газификации и гидрогенизации угля. [6]

Перспективной технологией переработки углей, может быть сверхкритическая флюидная экстракция (СКФЭ) угля.

Преимущества сверхкритической флюидной экстракции (по сравнению с жидкостными экстракциями) проявляются, во-первых, в относительно высоких скоростях из-за низкой вязкости и высокой диффузионной способности, которая связана со свойством сверхкритических флюидов. СКФ — это вещества, находящиеся в сверхкритическом состоянии, т.е. при температурах и давлениях, превышающих их критические значения (соответственно, T_k , P_k).

Использование диоксида углерода для извлечения из углей жидких битуминозных веществ (преимущественно углеводородов) является перспективным направлением. Растворяющая способность CO_2 определяется его фазовым состоянием, которое в свою очередь зависит от параметров процесса экстракции — давления и температуры.

Метод CO_2 -экстракции угля имеет ряд преимуществ.

— простота отделения экстрагируемого вещества от растворителя (CO_2);

— CO_2 не горюч и не является взрывчатым веществом, следовательно в технологическом цикле нет необходимости в специальных устройствах против возгорания и взрыва;

— CO_2 стерилен и бактериостатичен;

— высокая селективность извлечения компонентов непосредственно в процессе экстракции;

— CO_2 безопасен для окружающей среды, он не дает сточных вод и отработанных растворителей; отсутствие остаточных количеств органических растворителей в извлекаемых компонентах.

— Низкие эксплуатационные затраты; Потребление энергии для регенерации растворителя во многих случаях меньше, чем при традиционной экстракции. [7]

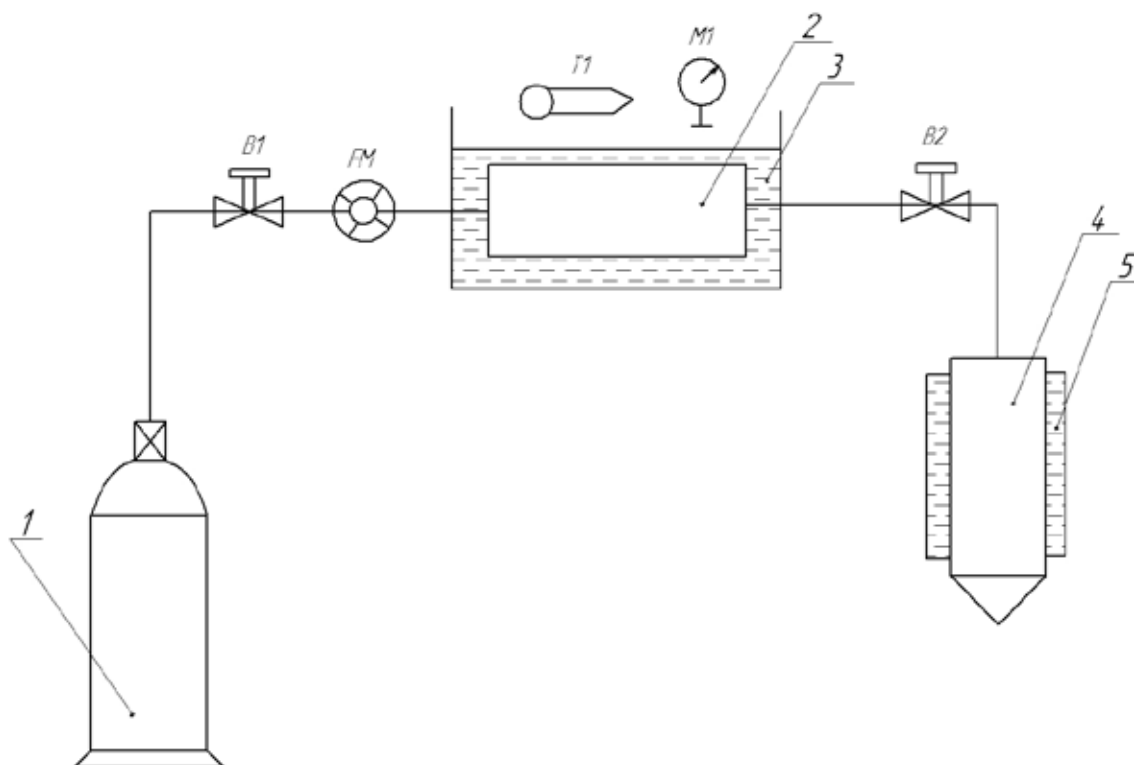


Рис. 1. Принципиальная схема установки экстракции с применением диоксида углерода: 1 – Баллон с CO_2 ; 2 – экстрактор; 3 – теплообменник нагревания; 4 испаритель (приемник); 5 – теплообменник охлаждения; В – вентили; М – манометр; Т – термометр, FM – расходомер.

С целью повышения энергоэффективности и экономической целесообразности использования углей Улуг-Хемского угольного бассейна и получения из них более ценных жидких и твердых продуктов создана установка экстракции углей диоксидом углерода.

Экспериментальная часть

Установка позволяет проводить экстракцию при подаче диоксида углерода в до- и сверхкритическом состоянии — с использованием вентиля высокого давления. Диапазон давлений — 5–15 МПа, температур — 293–350 К, объемный расход сжиженного CO_2 — до 1 л/ч. Принципиальная схема установки угля диоксидом углерода показана на Рис. 1.

Принцип работы установки:

Через вентиль В1 установку соединяем с баллоном (1) со сжиженным диоксидом углерода. После заполнения экстрактора (реактор высокого давления) (2) диоксидом углерода до сверхкритического давления (7–10 МПа) и достигнув сверхкритической температуры (308–330К) в экстракторе (2), с помощью теплообменника нагревания (3), вентиль В1 перекрываем.

Эксперимент СКФЭ в экстракторе (2) длится от 1 до 3 часов. Давление и температура поддерживается выше критических точек CO_2 . После истечения эксперимен-

тально заданного времени и ожижения загруженного образца угля, открываем вентиль высокого давления В2. Далее СК- CO_2 с экстрактом попадает в испаритель (4), в котором давление и температура устанавливается ниже критической (за счет увеличения объема испарителя (4) и теплообменника охлаждения (5)), где происходит разделение фаз с образованием газообразного CO_2 и выделением в приемнике (4) экстрагируемых веществ (жидких и твердых) в течение 2 мин.

Давление и расход в системе регулируется вентилем высокого давления В1.

Для контроля за процессом экстракции предусмотрены манометр М1 и термометр Т1.

Для контроля расхода CO_2 на линии после вентиля В1 установлен расходомер FM. [7,8,9]

Заключение

Разработана экспериментальная установка, которая позволяет проводить экстракцию угля диоксидом углерода при до и сверхкритических параметрах в широком диапазоне и позволяет получать жидкие и твердые экстрагируемые вещества в приемнике (синтетический битум — источник углеводородов), а также остаточный твердый продукт в экстракторе, который можно также использовать для получения углеродных материалов.

Литература:

1. Лосев А.А. Краткий геолого-экономический очерк Улуг-Хемского каменноугольного бассейна и других угленосных площадей Тувинской автономной области, 1952 г., 53 с.
2. Клопотов И.К. Исследование спекающихся Тувинской обл. в ползуновских условиях. Свердловск Восточный Научно-исследовательский Углехимический институт, 1951 г., 66 с.
3. Лебедев Н.И. Угли Тувы: Состояние и перспективы освоения сырьевой базы / Отв.ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. — Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2007. — 180 с.
4. Состояние и освоение природных ресурсов тувы и сопредельных регионов центральной азии. Геоэкология природной среды и общества: выпуск 10, 11/ Отв.ред.д.г-м.н. В.И. Лебедев. — Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2010. — 304 с.
5. Котельников В.И., Федянин В.Я., Баринов А.В., Рязанова Е.А. Экологически безопасные технологии получения угольного топлива // Ползуновский вестник. — 2012. — №3/1 С. 42–46.
6. Котельников В.И., Баринов А.В., Патраков Ю.А., Рязанова Е.А., Федянин В.Я. Инновации в технологиях глубокой переработки угля Горение твердого топлива: Тезисы докладов VIII Всерос. конф. с междунар. Участием, Новосибирск, 13–16 ноября 2012 г. — Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН, 2012 г. — 164 с., ISBN 978–5–89017–031–6.
7. Лифшиц С.Х. Экстракция углеводородов из углеродсодержащего сырья сверхкритическим диоксидом углерода / С.Х. Лифшиц, О.Н. Чалая, И.Н. Зуева // Сверхкритические Флюиды: теория и практика. — 2012. — №3. — С. 12–19.
8. Радаев А.В. Влияние термобарических условий в однородном пласте на вытеснение маловязкой нефти сверхкритическим диоксидом углерода / А.В. Радаев, Н.Р. Батраков, А.А. Мухамадиев, А.Н. Сабирзянов // Сверхкритические Флюиды: теория и практика. — 2009. — Т.4. — №3. — С. 7–15.
9. Самедова Ф.И. Обезвоживание и обессоливание нефтей на установках ЭЛОУ-АВТ НПЗ с использованием сверхкритического диоксида углерода / Ф.И. Самедова, А.М. Касумова, С.Ю. Рашидова, Г.Р. Бахшеш // Сверхкритические Флюиды: теория и практика. — 2011. — №1. — С. 13–18.

Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований

Назаревич Станислав Анатольевич, аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В связи с возрастающей актуальностью инноваций в производственной среде отечественных предприятий и наполнения рынка труда молодыми специалистами, четко обозначилась проблема, адекватной оценки потенциала результата интеллектуального труда исследователя или рабочей группы, действия которых направлены на необходимые преобразования. В модели жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований представлены четыре этапа, в которых происходит преобразование научно-технического знания в новшество:

- сбор данных, структурирование проблемной области, генерация и поиск возможных решений;
- проведение научно-исследовательских работ, разработка рацпредложений, техническое творчество;
- получение и анализ результатов научно-технических исследований, классификация;
- экспансия реализованной продукции, дифференциация продукции.

Первой стадией жизненного цикла является выявление и анализ проблемной области на предмет оценки сложности и масштабности проблемы. Осуществляется исследование и анализ актуальности проблемы, оценка научного и технического потенциала исследований, анализ основных заинтересованных сторон. В результате первой стадии разрабатывается техническое задание, которое должно четко определять дальнейшее движение в направлении развития процесса решения. Второй стадией является генерация идей, поиск решений, или лучших практик для исследуемой проблемы. Посредством обзора многих информационных ресурсов можно получить достаточно обширную базу с готовыми решениями, учитывая специфичность каждого предприятия. Третья стадия в рамках научно-технических исследований зависит от выбора вида деятельности [1]: инновационной, научной, или инженерно-производственной направленности.

Для каждого из видов деятельности характерны определенные процессы, в результате которых происходит

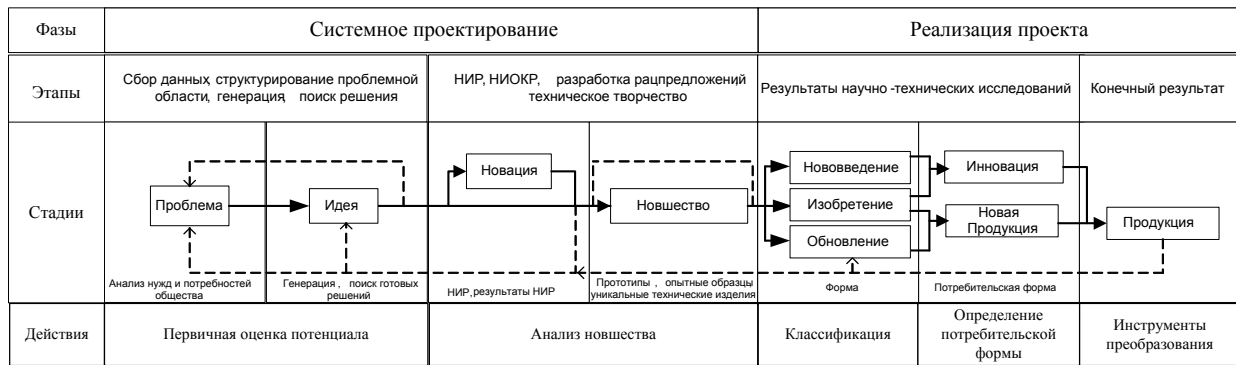


Рис. 1. Модель жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований

преобразование различных ресурсов в новшество. На рисунке 1 представлена схема проведения процесса управления процедурой оценки результатов научно-технических исследований (НТИ), где описаны основные процессы характерные для инновационной, научной и инженерно-производственной деятельности. Третья стадия для инженерно-производственной деятельности начинается с формирования и разработки предложения, на основании данных предыдущего процесса генерации базы идей и решений. В случае успешного создания инженерно-технического решения, объект предложения становится новшеством, которое проходит процесс соответствия требованиям, заложенным на этапе формирования технического задания для предложения. Для инновационной деятельности характерны обоюдные пути, как для инженерно-технической, так и для научной деятельности, но следует отметить, что для получения базовой инновации необходимым является присутствие результатов фундаментальных научных исследований. Научная деятельность также начинается с выбора направления и генерации базы идей и решений, в случае если выбранное направление признается перспективным, происходит процесс принятия решения об инициализации научно-исследовательских работ (НИР) в этой области. В процессе протекания НИР формируется «новация» – новое знание, метод или принцип полученные в результате проведения НИР. После проведения НИР оценивается результативность исследований, в случае достижения целей работы, результаты НИР принимают форму новшества с определенным научным потенциалом. Новшество проходит оценку соответствия требованиям технического задания, после чего переходит в следующую стадию.

В заключение первого этапа, возможно, провести оценку научного и технического уровня разработки. При этом основная цель оценки – определение инвестиционной привлекательности и осуществимости проекта (исследования), а также выявление сущности потенциального новшества и соответствие свойств сущности потребностям заинтересованных сторон. Оценка дается на основе анализа научно-технического содержания про-

екта, квалификации управленческого потенциала авторского коллектива и рыночного спроса на продукт проекта. Первичная оценка потенциала устанавливает рейтинг для каждого проекта. Рейтинг проекта рассчитывается по формуле [2]:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4, \text{ где } R \text{ – общий рейтинг проекта.}$$

Таким образом, при формировании рейтинга проекта, возможно, использовать приведенную в таблице 2 шкалу оценки. На основании установленных коэффициентов проводится первичная оценка потенциала и формирование рейтинга проекта, в рамках первых этапов жизненного цикла. В результате первичной оценки потенциала проекта (исследования) можно сделать вывод об актуальности и перспективности проекта, а также о степени проработанности направления, в котором происходит исследование. Следующей стадией при условии достаточной полезности проекта, является выявление сущности результатов различных видов деятельности. На этой стадии происходит анализ и оценка потенциала новшества на предмет достаточности его внутренних свойств, для соотношения к определенной форме. На основании результатов оценки, на этой стадии, осуществляется классификация результатов научно-технических исследований, тем самым завершается фаза системного проектирования в рамках модели жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований.

Результатом фазы системного проектирования проекта является готовый прототип, опытный образец или уникальные технические изделия, с соответствующей конструкторской документацией. Таким образом, целью фазы системного проектирования является формирование образцов новой техники и технологии, для передачи в серийное или мелкосерийное производство. Посредством производства небольших партий новой продукции и последующего пробного выдвигание на рынок, исследуется рыночный потенциал новшества. От того, как повлияет рынок, на появление нового товара, зависит дальнейшая маркетинговая стратегия предприятия и инструментов для достижения желаемых целей. На заключительной стадии фазы системного проектирования создается коммерческое предложение или бизнес-план

Таблица 1. Коэффициенты, формирующие рейтинг проекта (исследования)

r_1 – коэффициент, учитывающий научно-техническую ценность проекта		
1	четкость изложения замысла, бизнес – идеи	четкое – 1, не совсем четко – 0,5 нечеткое – 0
2	четкость определения цели и методов реализации	четко – 1, не совсем четко – 0,5 нечетко – 0
3	техническая обоснованность и осуществимость	реально – 1, возможно – 0,5 нереально – 0
4	технический уровень	современный с запасом на перспективу – 2, современный – 1, ниже современного – 0
5	научный задел	имеется существенный научный задел для решения сформулированной в проекте проблемы – 2, имеются публикации по теме проекта – 1, научно-методическая проработка проблемы отсутствует – 0
6	новизна	проблема впервые сформулирована – 2, предложен оригинальный подход к решению проблемы – 1, сформулированные проблемы известны – 0
r_2 – коэффициент, определяющий потенциал авторского коллектива и реальность выполнения проекта в срок		
7	достаточность квалификации и опыта участников проекта	достаточно – 1, недостаточно – 0
8	полнота состава команды	соответствует задачам проекта – 1, не соответствует задачам проекта – 0
9	реализуемость проекта силами авторского коллектива	участники проекта в состоянии выполнить заявленную работу – 1, эксперт сомневается в возможности авторов выполнить заявленную работу – 0
r_3 – коэффициент оценки стартовой ситуации		
10	наличие необходимых производственных площадей	имеется – 1, не имеется – 0
11	наличие начального финансирования	имеется – 1, не имеется – 0
12	наличие необходимых контрагентов	имеется – 1, не имеется – 0
r_4 – коэффициент, характеризующий рыночные перспективы проекта		
13	наличие платежеспособного спроса на продукт	имеется – 1, отсутствует – 0
14	конкуренты, дублирование рынка	имеются – 1, отсутствуют – 0
15	перспектива развития выбранного сектора	имеется – 1, отсутствует – 0

Таблица 2. Рейтинг проекта

Рейтинг	Шкала оценки
R	4 – исследование (проект) не имеет перспективы
	5 – проект требует доработки
	10 – проект содержит перспективную идею
	12 – достаточная полезность проекта
	18 – заявка на выдающийся результат

проекта. Основная задачей является поиск финансовых источников для реализации проекта и представления проекта (исследования) в привлекательном виде для инвестиций. В результате прохождения объекта по этапам жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований, для фаз цикла характерны специфические проблемы, как технического, организационного, так и финансово-экономического характера. Процесс решения, которых можно упростить с помощью представленного инструментария для определенных фаз жизненного цикла. Для решения задач и выявления проблемной области применительно к фазе системного проектирования используются:

- методы структурной и иерархической декомпозиций;
- методы построения композиционных структурных моделей;
- методы решения задач на структурных моделях;
- методы предпроектного анализа;
- методы календарного планирования;
- методы функционально-стоимостного анализа;
- методы управления качеством;
- методы управления риском;
- методы технического анализа и проектирования.

Литература:

1. Назаревич С.А. Интегральный показатель результатов научно-технических исследований. Вопросы радиоэлектроники. 2013.
2. И.Л. Туккель, А.В. Сурина, Н.Б. Культин / Управление инновационными проектами/ Под. ред. И.Л. Туккеля. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

Для фазы реализации проекта:

- методы оперативного планирования работ, времени, ресурсов, стоимости;
- методы мониторинга проекта;
- актуализация планов, прогноз развития проекта и регулирование;
- методы контроля затрат;
- методы управления запасами;
- методы управления изменениями;
- методы проектного анализа на стадии реализации проекта;
- методы анализа эффективности проекта [2];

Таким образом, в результате применения представленных подходов к формированию рейтинга проекта, на основании оценки ключевых коэффициентов, учитывающих сущность проекта или исследования, представляется возможным оценить потенциал генеральной идеи, оформленной в виде разработанного новшества, в котором учтены: научно-техническая ценность, потенциал авторского коллектива, и потребительские свойства, характеризующие рыночные перспективы проекта. Что позволяет эффективно производить многоступенчатый отбор при выборе перспективных проектов и оценить их полезность на ранних стадиях жизненного цикла.

Эффективные профили для неразрезных подкрановых балок

Нежданов Кирилл Константинович, доктор технических наук, профессор;

Кузьмишкин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Гарькин Игорь Николаевич, аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В настоящее время считается, что лучший профиль, обладающий максимальным моментом сопротивления, является двутавр. В тоже время известно, что двутавровые профили обладают малыми моментами инерции на кручение, т.к. эти профили не замкнуты (табл. 1).

Деформируя любой трубчатый профиль в эллиптическое сечение, мы можем значительно повысить прочность трубы на изгиб.

Эллиптический трубчатый профиль может быть получен непосредственно при прокате трубы, установкой клетки для дополнительного обжатия готовой трубы и получения эллиптического профиля.

Покажем, при каком соотношении внешних габаритов нового профиля момент сопротивления W_x достигнет максимума.

Введём следующие обозначения:

A — площадь поперечного сечения трубы;

t — толщина стенки трубы;

a, b — расстояния от центра тяжести эллиптического профиля до середины толщины стенки;

$2a + t$ — внешний габарит эллиптического профиля по оси X .

Введем коэффициент $n = \frac{a}{b}$, тогда $b = \frac{a}{n}$.

В соответствии с введенным коэффициентом минимальный габарит эллиптического профиля:

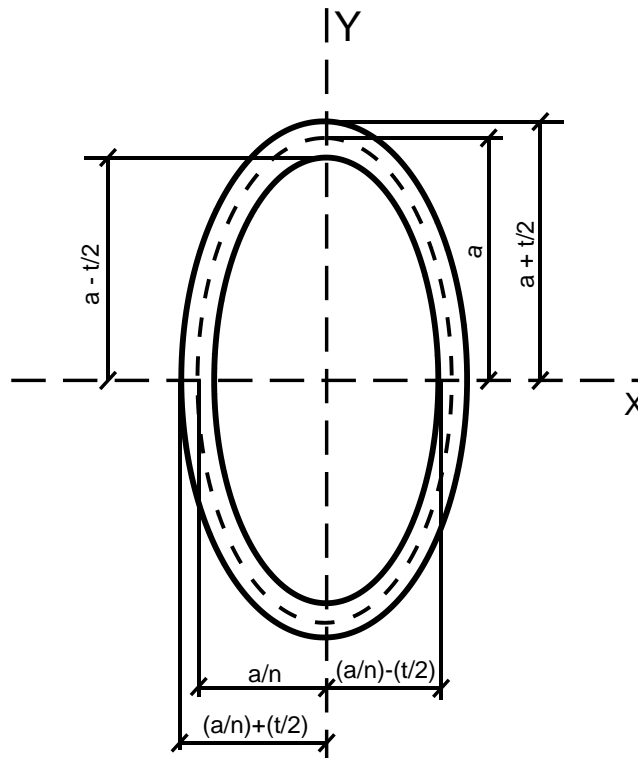


Рис. 1. Эллиптический трубчатый профиль

$\frac{2a}{n} + t$ – внешний габарит эллиптического профиля по оси Y.

Аналогичным образом записываем размеры полости:

$2a - t$ – максимальный габарит полости;

$\frac{2a}{n} - t$ – минимальный габарит полости.

Считаем, что площадь поперечного сечения A и толщина стенки t величины постоянные (см. рис. 1).

Площадь поперечного сечения эллипса [1, с. 76]:

$$A = \pi \cdot t \cdot \left[\left(a + \frac{t}{2} \right) \cdot \left(\frac{a}{n} + \frac{t}{2} \right) - \left(a - \frac{t}{2} \right) \cdot \left(\frac{a}{n} - \frac{t}{2} \right) \right] \quad (1)$$

тогда $A = \pi \cdot a \cdot t \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right)$ (2)

Момент инерции относительно оси X:

$$I_x = \frac{\pi \cdot a \cdot t}{4} \cdot \left[\frac{1}{n} \cdot \left(3 \cdot a^2 + \frac{t^2}{4} \right) + a^2 + \frac{3}{4} \cdot t^2 \right] \quad (3)$$

Момент сопротивления по средней линии относительно оси X:

$$W_x = \frac{I_x}{a} \quad (4)$$

$$W_x = \frac{\pi \cdot t}{4} \cdot \left[\frac{1}{n} \cdot \left(3 \cdot a^2 + \frac{t^2}{4} \right) + a^2 + \frac{3}{4} \cdot t^2 \right] \quad (5)$$

$$\frac{d}{dn} \left(\frac{1}{n} + 1 \right)^2 = -\frac{2}{n^2} \left(\frac{1}{n} + 1 \right) \quad (6)$$

$$\frac{dW_x}{da} = \frac{\pi \cdot t}{4} \cdot \left[\left(\frac{A}{\pi \cdot t} \right)^2 \cdot \left(-\frac{3}{n^2} \right) \cdot \left(\frac{1}{n} + 1 \right)^2 + \frac{2}{n^2} \left(\frac{1}{n} + 1 \right) \cdot \left(\frac{3}{n} + 1 \right) \right] \quad (7)$$

Получим уравнение третьей степени, показывающее, при каком n момент сопротивления W_x достигает максимальной величины.

$$\frac{1}{n^3} + \frac{3}{n^2} + \frac{3}{n} \cdot \left[1 - \left(\frac{2 \cdot A}{\pi \cdot t^2} \right)^2 \right] + 1 + \left(\frac{2 \cdot A}{\pi \cdot t^2} \right)^2 = 0 \quad (8)$$

Например, для трубы диаметром 1020 мм

$$A = 100 \pi \text{ см}^2 t = 1 \text{ см}$$

$$\frac{1}{n^3} + \frac{3}{n^2} - \frac{119997}{n} + 40001 = 0$$

$$\frac{1}{n} = 0.33336$$

$$n = 2.99976$$

Для тонкостенных профилей получаем максимум момента сопротивления W_x при $n = 3$

$$\text{Подставив } n=3, \text{ получим формулы } a = \frac{3}{4} \cdot \frac{A}{\pi \cdot t}, b = \frac{a}{3}.$$

Момент инерции относительно оси X:

$$I_x = \frac{3 \cdot A}{16} \left(2 \cdot a^2 + \frac{5}{6} \cdot t^2 \right) \quad (9)$$

Момент сопротивления относительно оси X:

$$W_x = \frac{I_x}{a + \frac{t}{2}} \quad (10)$$

Момент инерции относительно оси Y:

$$I_y = \frac{\pi}{4} \cdot \left[a \cdot \left(\frac{a}{n} \right)^3 - \left(a - \frac{t}{2} \right) \cdot \left(\frac{a}{n} - \frac{t}{2} \right)^3 \right] \quad (11)$$

Момент сопротивления относительно оси Y:

$$W_y = \frac{I_y}{\frac{a}{n} + \frac{t}{2}} \quad (12)$$

Статический момент полусечения:

$$S_{\frac{1}{2} \text{ сеч}} = \frac{t}{36} \cdot (40 \cdot a^2 + 3 \cdot t^2) \quad (13)$$

Момент инерции при кручении и радиусы инерции эллиптического трубчатого профиля записываем в соответствии со справочником по сопротивлению материалов [1, с. 77].

Сравнение двутавровых профилей с эллиптическими приведем в табличной форме.

Увеличение моментов сопротивления W_x , W_y , моментов инерции I_x , I_y , радиусов инерции r_x , r_y эллиптических профилей по отношению к двутавровым профилям (характеристики двутавровых профилей приняты за единицу).

Таблица 1. Сравнение двутавровых профилей с эллиптическими

Профили	W_x	W_y	I_x	I_y	r_x	r_y
30Б1 ⇒ 0	1,265	2,63	2,96	4,38	1,72	2,06
50Б1 ⇒ 0	1,159	2,96	2,388	5,04	1,55	2,21
100Б1 ⇒ 0	1,067	3,62	1,9	6,7	1,38	2,57
30Ш1 ⇒ 0	1,454	1,91	4,09	2,63	2,03	1,63
50Ш1 ⇒ 0	1,366	2,07	3,59	2,95	1,89	1,72
70Ш1 ⇒ 0	1,228	2,58	2,76	4,165	1,66	2,04
23К1 ⇒ 0	1,943	1,52	7,79	1,94	2,78	1,4
40К1 ⇒ 0	1,882	1,55	7,33	1,55	2,7	1,41
40К2 ⇒ 0	1,903	1,55	7,4	1,55	2,72	1,42

Из таблицы сравнения видно, что максимальный эффект по увеличению момента сопротивления W_x при замене колонного профиля 23К1. Увеличение W_x произошло в 1,943 раза. По моменту сопротивления W_y наибольший эффект возник у двутавра 100Б1. Увеличение W_y в 3,62 раза. Наибольший эффект по моментам инерции возник при замене этих же профилей. I_x увеличился в 7,79 раза (23К1) и I_y увеличился в 6,7 раза (100Б1). Увеличение радиусов инерции r_x и r_y возникло при замене этих же профилей. Увеличение r_x в 2,78 раза (23К1) и r_y в 2,75 раза (100Б1). Как и следовало ожидать, замена колонных профилей приводит к большему эффекту.

Из этого следует, что новые эллиптические трубчатые профили найдут широкое применение в подкрановых конструкциях, для перекрытия значительных пролетов (18 ... 24 метра), при замене решетчатых конструкций промышленных и гражданских зданий.

Особенность новых профилей — отсутствие концентраторов напряжений и амортизирующая способность профиля за счет своей формы сечения.

Литература:

1. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев // 2-е изд., перераб. и доп. — Киев, 1988. — 736 с.

Статистический анализ в технологическом процессе изготовления малошумящего усилителя

Паневина Елена Александровна, магистрант
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Осипов Андрей Михайлович, начальник научно-технического отдела
ЗАО «НПП «Планета – Аргалл»

Массовое производство характеризуется изготовлением ограниченной номенклатуры однородной продукции в больших количествах в течение относительно продолжительного периода времени, поэтому в таком производстве использование статистического анализа данных не представляет никаких проблем. Мелкосерийное производство — тип организации производственного процесса, при котором производство специализируется на опреде-

ленных операциях. Изделия выпускаются небольшими партиями широкой номенклатуры. В мелкосерийном производстве исключают возможность применения статистического анализа. В среднесерийном производстве при статистическом анализе возникает ряд проблем связанных с тем, что в нем изготавливается разнообразная продукция с большим разбросом параметров и проведение статистического анализа займет большой объем времени.

Стремясь наиболее эффективно использовать статистические методы управления качеством необходимо использовать процедуры, которые достаточно просты для применения, но в то же время дают результаты, позволяющие оперативно анализировать и совершенствовать производственный процесс.

Существует совокупность методов «семь инструментов контроля качества» [1], которая содержит: контрольные листки; диаграммы Парето; диаграммы Исикавы; контрольные карты Шухарта; гистограммы; диаграммы рассеивания; расслоение (стратификация). Для статистического анализа используются только некоторые инструменты анализа, например такие, как гистограммы, диаграммы рассеивания и корреляции.

При построении гистограмм необходимо руководствоваться ее типом. Каждый вид гистограммы дает свою характеристику технологического процесса. Настроенный технологический процесс имеет обычный колоколообразный тип с нормальным распределением (рисунок 1). По такой гистограмме можно сказать, что ни один из факторов, влияющих на исследуемый процесс, не преобладает над другими, т.е. технология настроена и точна.

При использовании гистограмм для оценки качества процесса на шкале значений наблюдаемого параметра отмечают нижнюю и верхнюю границы поля допуска (поля спецификации). Если вся гистограмма оказывается внутри границ поля допуска, процесс статистически устойчив и не требует никакого вмешательства (рисунок 2). Если технологический процесс не настроен, то поля спецификации на гистограммах имеют отличный от представленного вид.

При подборе оптимальных параметров модуля МШУ следует стремиться к получению такого типа гистограммы, как указана на рисунке 2.

Выполняя регрессионный анализ, необходимо смотреть на тенденцию влияния одной случайной величины на другую, характер и силу связи параметров. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит коэффициент корреляции. Т.о. по диаграмме рассеяния можно судить о технологическом процессе.

С учетом особенностей среднесерийного типа производства МШУ подбираются инструменты для статисти-

ческого анализа данных. Способ статистического анализа включает в себя определенные этапы:

1. Подготовка наблюдения.
2. Проведение массового сбора статистических данных.
3. Подготовка данных к автоматизированной обработке.
4. Разработка предложений по совершенствованию статистического наблюдения.

После обработки данных и получения результатов анализа необходимо принять решения по поводу настройки или реконструкции операций.

Статистический анализ всей совокупности значений даст возможность охарактеризовать данные в предельно сжатом виде, поскольку позволит ответить на три главных вопроса:

- 1) какое значение наиболее характерно для выборки;
- 2) велик ли разброс данных относительно этого характерного значения, т.е. какова «размытость» данных;
- 3) существует ли взаимосвязь между отдельными данными в имеющейся совокупности и каков характер и сила этих связей.

Ответами на эти вопросы служат некоторые статистические показатели исследуемой выборки. Для решения первого вопроса вычисляются меры центральной тенденции или локализации; второго — меры изменчивости или рассеивания, разброса; третьего — меры связи или корреляции.

Технология производства модулей малошумящих усилителей (МШУ) зачастую связана с операцией настройки изделий. Изготовление МШУ является среднесерийным производством и характеризуются достаточно большим разбросом значений параметров элементов МШУ, поэтому процесс настройки занимает большое количество времени и требует высокой трудоемкости при небольших объемах производства.

Изготовленные МШУ должны удовлетворять заданным параметрам, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Критерий годности модуля МШУ

$I_{\text{пот}}, \text{мА}$	$K_u, \text{дБ}$	$\Delta K_u, \text{дБ}$
≤ 58	$\geq 16,2$	$\leq 3,0$

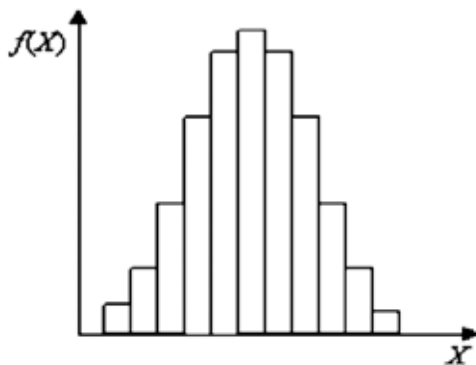


Рис. 1. Обычный тип гистограмм



Рис. 2. Поля спецификации гистограмм

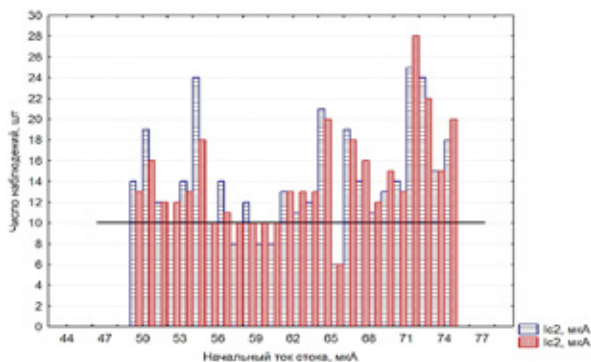


Рис. 3. Распределение значений начального тока стока двух каскадов по диапазонам

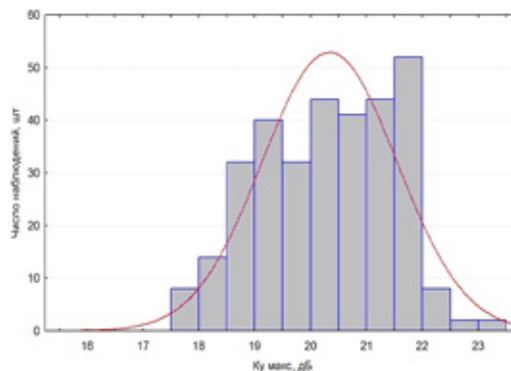


Рис. 4. Распределение значений максимального коэффициента усиления по диапазонам

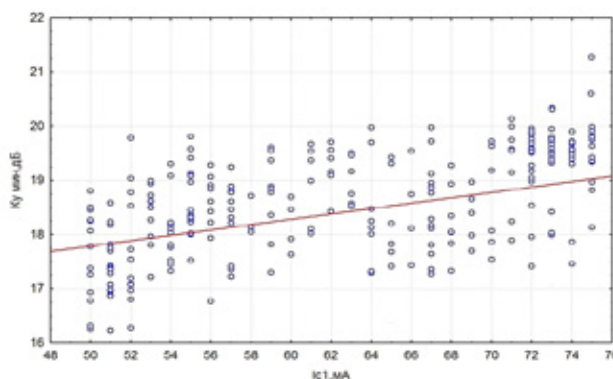


Рис. 5. Зависимость минимального коэффициента усиления от начального тока стока первого каскада

При небольших объемах производства такой подход является экономически оправданным, поскольку позволяет обеспечить высокий процент выхода годных изделий при значительном разбросе параметров составных элементов.

При увеличении объемов производства в реальных условиях пропорционально наращивать численность высококвалифицированных специалистов становится затруднительно, поэтому снижение трудоемкости изготовления может быть произведено за счет ужесточения границ допустимого разброса параметров и даже некоторого снижения процента выхода годных изделий.

Так как цель работы заключается в подборе оптимальных значений параметров, а не в изменении технологии, то будет проводиться анализ параметров усилителей, которые удовлетворяют критериям годности, и в выделение среди них необходимых диапазонов значений с ужесточенными критериями. Таким образом, из полученных диаграмм искусственно создаются диаграммы с распределением Плато. Некоторые из видов гистограмм и диаграмм рассеяния приведены на рисунках 3–5.

Воспользуемся корреляционным анализом [2]. В таблице 2 приведены значения коэффициентов корреляции тех параметров, между которыми существует зависимость.

По полученным корреляционным зависимостям строятся диаграммы рассеяния и гистограммы для опреде-

ления характера, зависимости, силы связи и оптимальных номиналов параметров элементов.

Были получены оптимальные границы значений параметров настраиваемых элементов, позволяющие изготовить МШУ удовлетворяющие параметрам таблицы 1 с вероятностным выходом годных 69,9% (рис. 6–8).

номиналы параметров транзисторов

I_{c1} : 52–56 мА и 68–74 мА; I_{c2} : 52–56 мА и 68–74 мА;
 S_1 : 80–85 мА/В; S_2 : 80–85 мА/В;
 $U_{отс1}$: 1,0–1,2 В; $U_{отс2}$: 1,0–1,2 В;

номиналы резисторов

R1: 600 Ом; R2: 300 Ом;
 R3: 125 Ом; R4: 125 Ом;
 R5: 25 Ом; R6: 25 Ом.

В результате работы сокращено время настройки, снижена трудоемкость изготовления. Также можно выполнить переход от гибридной технологии изготовления усилителя, каковой она является на данный момент, к монолитной, что также актуально при дальнейшем росте объемов производства.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции параметров МШУ

Переменные	Значения	Переменные	Значения
$U_{си1} (I_{с1})$	-0,252	$U_{си2} (I_{с2})$	-0,259
$U_{зи1} (I_{с1})$	0,362	$U_{зи2} (I_{с2})$	0,325
$I_{пот} (I_{с1})$	0,516	$I_{пот} (I_{с2})$	0,519
$K_{у\ мин} (I_{с1})$	0,382	$K_{у\ мин} (I_{с2})$	0,396
$K_{у\ макс} (I_{с1})$	0,314	$K_{у\ макс} (I_{с2})$	0,328
$U_{зи1} (S_1)$	-0,262	$U_{зи2} (S_2)$	-0,248
$K_{у\ мин} (S_1)$	0,258	$K_{у\ мин} (S_2)$	0,215
$K_{у\ макс} (S_1)$	0,221	$K_{у\ макс} (S_2)$	0,201
$U_{зи1} (U_{отс1})$	0,274	$U_{зи2} (U_{отс2})$	0,261
$I_{пот} (U_{отс1})$	0,393	$I_{пот} (U_{отс2})$	0,403
$K_{у\ мин} (R_1)$	0,298	$K_{у\ мин} (R_2)$	0,203
$K_{у\ макс} (R_1)$	0,201	$K_{у\ макс} (R_2)$	0,293
$U_{си1} (R_3)$	-0,362	$U_{си2} (R_4)$	-0,386
$I_{пот} (R_3)$	-0,221	$I_{пот} (R_4)$	-0,218
$U_{зи1} (R_5)$	0,371	$U_{зи2} (R_6)$	0,381
$I_{пот} (R_5)$	-0,397	$I_{пот} (R_6)$	-0,394

где I_c – начальный ток стока,
 S – крутизна,
 $U_{отс}$ – напряжение отсечки,
 $U_{си}$ – напряжение сток-истока,
 $U_{зи}$ – напряжение затвор-истока,
 $I_{пот}$ – ток потребления,
 $K_{у\ мин}$ – минимальный коэффициент усиления,
 $K_{у\ макс}$ – максимальный коэффициент усиления.

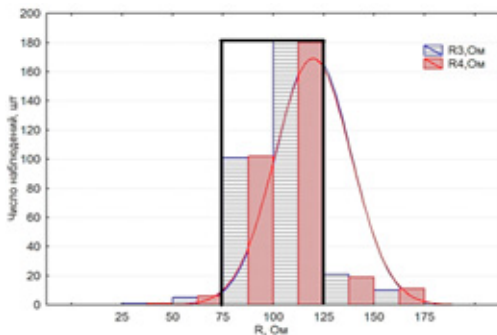


Рис. 6. Распределение номиналов резисторов R_3 и R_4 по диапазонам

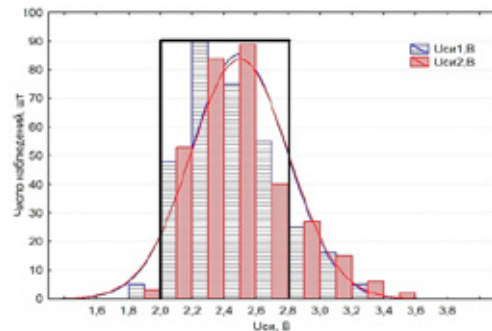


Рис. 7. Распределение значений напряжения сток – исток первого и второго каскадов по диапазонам

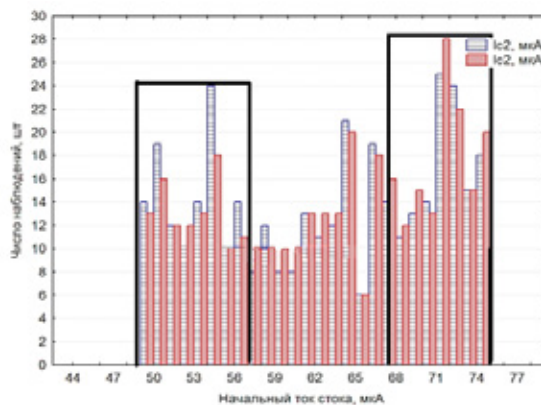


Рис. 8. Распределение значений начального тока стока по диапазонам

Литература:

1. Статистические методы анализа. Методическое пособие для студентов машиностроительных специальностей. — Тольятти: Тольяттинский государственный институт автомеханический институт. 2003, 11—38.
2. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник в 3 ч./А. И. Орлов. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012, 246—250.

Создание трубопроводных систем с применением бипластмассовых и полимерных композиционных материалов для изделий гражданской морской техники

Сироткин Олег Сергеевич, член-корреспондент РАН, генеральный директор;

Андрюнина Марина Алексеевна, начальник отдела;

Беликов Дмитрий Валерьевич, начальник сектора;

Васечкин Андрей Викторович, начальник отдела;

Талалаева Екатерина Евгеньевна, инженер-технолог
Национальный институт авиационных технологий (г. Москва)

С целью повышения надежности трубопроводов в морском грузовом транспорте, предназначенном для перевозки нефтепродуктов, снижения массы и повышения грузоподъемности и увеличения срока их службы в мировой практике применяются трубопроводы из полимерных композиционных материалов (ПКМ) — стеклопластиков и стеклопластиков с футеровочным слоем из термопластов (бипластмассы). В российской судостроительной промышленности данное направление активно внедряется.

ОАО НИАТ проводит работы по разработке конструкции и технологии изготовления трубопроводных бипластмассовых систем с применением перспективных полимерных композиционных материалов для изделий гражданской морской техники.

В данной статье рассмотрены материалы, которые могут быть использованы для создания бипластмассовых труб для транспортировки нефтепродуктов, имеющих футеровочный слой из термопластичных материалов и силовую оболочку из стекло- или базальтопластика, которые обладают исключительными физико-механическими свойствами, химической стойкостью и не имеют достойной альтернативы при создании трубопроводов, функционирующих в среде нефтепродуктов и морского климата.

Суда танкерного флота среди всех типов грузовых судов по тоннажу перевозимых грузов занимают первое место. Основными видами грузов являются нефть и нефтепродукты, однако распространены и так называемые «химовозы», т.е. суда, в танках которых перевозятся кислоты, щелочи, удобрения и химические продукты для производства промышленных изделий.

Важнейшим элементом танкера являются трубопроводы, которые обеспечивают погрузку и выгрузку грузов, очищение танков (пропаривание), нагрев груза для обеспечения его перекачки, пожаротушение, отопление, подачу пресной воды, балластировку судна и пр. В настоящее время трубопроводы изготавливаются из сталей, в т.ч. легированных, коррозия которых существенно снижает срок службы, а также надежность системы. Важнейшим фактором, влияющим на эксплуатационные характеристики судна, как на транспортное средство, является масса танков и трубопроводов, в первую очередь, палубных.

С целью повышения надежности трубопроводов, снижения массы и повышения грузоподъемности и увеличения срока их службы, а также улучшения экономических

и мореходных (скорость, остойчивость) характеристик танкеров за рубежом применяют трубопроводы из полимерных композиционных материалов (ПКМ) — стеклопластиков и стеклопластиков с футеровочным слоем из термопластов (бипластмассы). В отечественном судостроении нет опыта создания таких трубопроводов.

ОАО НИАТ проводит работы по разработке конструкции и технологии изготовления трубопроводных бипластмассовых систем с применением перспективных полимерных композиционных материалов для изделий гражданской морской техники.

На рисунке 1 представлена конструкция участка трубопровода для перекачки нефти и нефтепродуктов.

Конструкция включает в себя бипластмассовую трубу большого диаметра поз.1, переходную бипластмассовую трубу поз. 2, бипластмассовую трубу малого диаметра поз. 3, соединительные фланцы поз. 4, фторопластовые уплотнительно-герметизирующие прокладки поз. 7. Бипластмассовые трубы и переход состоят из футеровочного поз. 5 и силового поз. 6 слоев.

Бипластмассовые трубы для транспортировки нефтепродуктов, имеющие футеровочный слой из термопла-

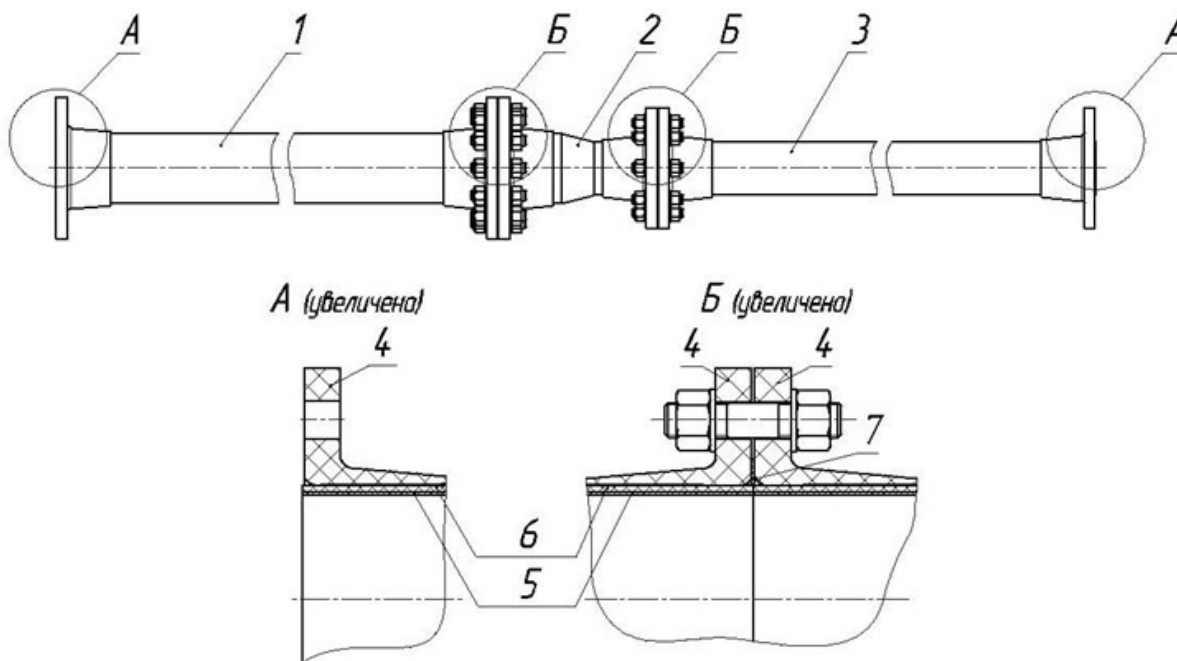


Рис. 1. Конструкция участка трубопровода для перекачки нефти и нефтепродуктов

стичных материалов и силовую оболочку из стекло- или базальтопластика, обладают исключительными физико-механическими свойствами, химической стойкостью и не имеют достойной альтернативы при создании трубопроводов, функционирующих в среде нефтепродуктов и морского климата.

Рост объемов использования базальто- и стеклопластиков при создании коррозионноустойчивых изделий объясняется их химической устойчивостью к большинству агрессивных сред, высокими показателями физико-механических свойств, технологичностью переработки, надежностью в эксплуатации и возможностью их быстрого ремонта [1, 4].

Известны два основных направления создания коррозионноустойчивых изделий с использованием стеклопластиков.

Одно из них предполагает применение бипластмасс, в которых внутренний слой из соответствующего термопласта, т.н. футеровка обеспечивает требуемую герметичность и химическую стойкость изделия, а связанный с ним слой стеклопластика служит для обеспечения необходимой прочности и жесткости изделия.

Второе направление предполагает применение только стеклопластиков на основе химически стойких связующих, стеклопластик одновременно обеспечивает коррозионную стойкость, прочность и жесткость изделия [2, 5].

Многочисленные фирмы организовали выпуск труб и емкостей из стеклопластиков без футеровочного слоя, однако оказалось, что в связи с нестабильным качеством исходных материалов и гетерогенностью структуры стеклопластиков, изделия, выполненные из этих материалов,

негерметичны при длительной эксплуатации и имеют пониженную, против ожидаемой, химическую стойкость. Поэтому был выбран путь создания коррозионноустойчивых изделий из бипластмасс [5, 6].

Установлено, что работоспособность стеклопластиковых силовых слоев труб определяется водо-химической стойкостью связующего и армирующего наполнителя, оптимальной структурой стеклопластика, отсутствием пористости в материале. Только при выполнении перечисленных требований обеспечивается высокое качество и эксплуатационная надежность стеклопластиковых трубопроводов [2, 3, 4, 5].

Для изготовления коррозионноустойчивых силовых слоев трубопроводов из стеклопластиков необходимо применять только химически стойкие смолы и армирующие материалы. Применение стеклопластиков общего назначения без их защиты химически стойкими термопластами, как правило, приводит к быстрому (полному или частичному) разрушению изделий.

Рост объема производства труб из стеклопластика, внедрение новых технологий и оборудования постоянно повышают уровень требований к технологическим параметрам связующего и материалам на его основе. Значение термина «технологичность связующего» весьма многогранно и определяет эффективность его переработки на всех стадиях технологического процесса изготовления изделий из стеклопластика.

Многие разработчики достигли высоких физико-механических свойств связующих не всегда связывают с вопросами возможности их промышленной переработки в реальные изделия. Наибольшее практическое приме-

Таблица 1. Технологические параметры серийно выпускаемых эпоксидных связующих для намотки труб

Технологические и эксплуатационные параметры	Марки связующих						
	ЭТАЛ-50	ЭТАЛ-170	ЭТАЛ-245	ЭТАЛ-670	ВСЭ-21	ВСЭ-15	ЭДТ-10
Количество компонентов	2	2	2	2	2	2	2
Вязкость при 20°С/50°С, Па·с	2,0 / 0,5	1,5 / 0,3	3,0 / 0,6	2,0 / 0,5	3,0 / 0,15	2,0 / 0,65	7/0,4
Жизнеспособность при 20 °С/50 °С, час	4,0 / 0,5	8,0 / 0,1	8,0 / 2,0	–	50/4	50/4	50/6
Режим отверждения, °С/час	80/4 + 130/2	130/6	110/2 + 150/2	120/1 + 150/3	120/2 + 160/4	120/2 + 160/4	120/8 или 160/3
Теплостойкость, °С	125	60	140	190	170	180	90
Водо- химостойкость	высокая	средняя	высокая	высокая	высокая	высокая	средняя

нение находят высокотехнологичные связующие ЭТАЛ-170, ЭТАЛ-245, ЭТАЛ-670 (Таблица 1).

Как видно из таблицы 1, выпускаемые серийно эпоксидные связующие для «мокрой» намотки имеют широкий диапазон технологических свойств, однако все они имеют температуру отверждения в интервале 120–160°С, что существенно ограничивает выбор материала футеровочного слоя из масло- химостойкого термопласта.

Для производства стеклопластиковых силовых слоев труб методом намотки используют, главным образом, ровинги (жгуты), которые обеспечивают наивысшую степень реализации упруго-прочностных свойств исходного волокна в пластике [5, 6]. Практическое значение в производстве стеклопластиковых силовых слоев труб методом намотки имеют ровинги, приведенные в таблице 2.

Все приведенные в Таблице 2 ровинги могут быть успешно использованы при изготовлении методом «мокрой» намотки оболочек стеклопластиковых труб для нефтеналивных судов, при этом:

- Требованиям экологичности и доступности в большей степени отвечают ровинги на основе стекла ЕС с силиновым замасливателем;
- Требованиям высокой прочности отвечают ровинги на основе стекла ВМП (S), но они достаточно дороги и ограничены в производстве;

– Требованиям химической стойкости и высокого модуля упругости отвечают ровинги из базальтовых волокон, однако, они имеют нестабильные свойства, зависящие от применяемого сырья

При изготовлении труб необходимо обратить внимание на проблему, связанную с адгезионным взаимодействием футеровочного слоя со связующим силового слоя.

Конструкция трубы для судов танкерного флота, разработанная специалистами ОАО НИАТ (Рис. 2), обеспечивает химическую стойкость материала футеровочного слоя труб и фитингов после выдержки в рабочей среде в течение 28 суток характеризуется следующими показателями:

- изменение разрушающего напряжения при изгибе, МПа – 13%,
- изменение массы образца, г – 0,9%,
- изменение линейных размеров, мм – 0,28%.

Физико-механические характеристики материала силового слоя труб и фитингов соответствуют следующим показателям:

- модуль упругости, МПа – $6 \cdot 10^4$,
- разрушающие напряжения при растяжении, МПа – 1200,
- разрушающие напряжения при межслойном сдвиге, МПа – 50,

Таблица 2. Ровинги из стекло- и базальтового волокна, рекомендуемые для изготовления труб методом намотки

Наименование, марка	Линейная плотность, текс	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Замасливатель
Ровинг намоточный из волокна ЕС (Е) ЕС13–1260Н (252)	270–4800	2200–2700	70–75	Силан
Ровинг намоточный из стекловолокна ВМП РВПН-1260–78	420–2520	3900–4200	80–95	78 (силан)
Ровинг намоточный базальтовый НРБ13–1200-КВ12	270–4800	2800–3200	85–90	Силан

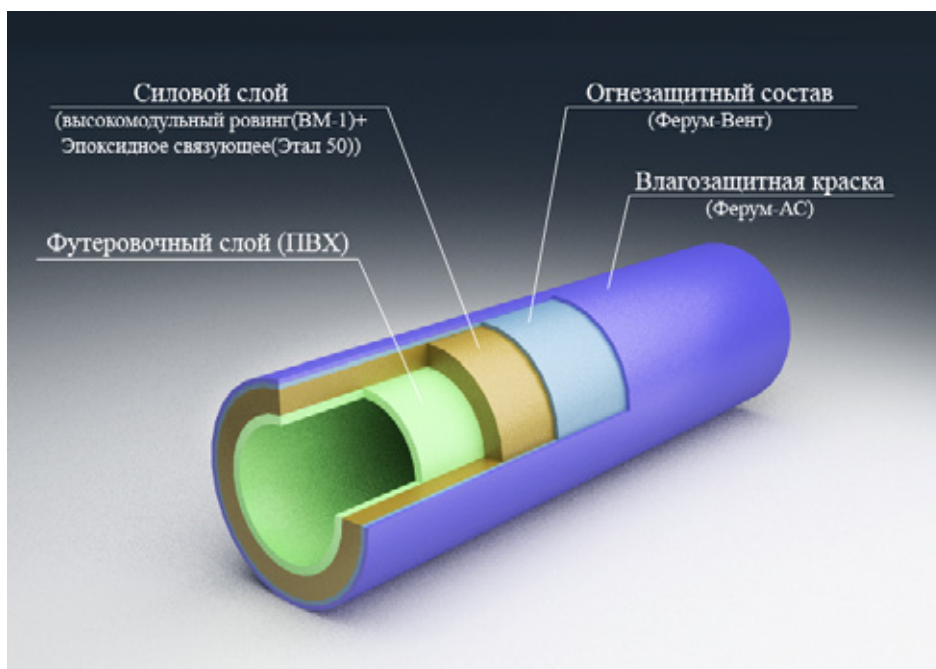


Рис. 2. Бипластмассовая труба

- плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ – 200,
- Относительное удлинение труб:
- при давлении 1,6 МПа – 0,033 %,
- при давлении 2,4 МПа – 0,05 %,
- твердость наружной поверхности стеклопластика силового слоя – 200–220 НВ,
- ударная вязкость образцов без надреза материала силового слоя при 20°C – $3 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{см}^2$, при -20°C –

$2 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{см}^2$,

Огнестойкое покрытие на поверхности трубы обеспечивает огнестойкость при температуре 1100°C ;

Применение трубопроводных систем из ПКМ разработанных ОАО НИАТ для судов танкерного флота по сравнению с существующими показателями позволит повысить грузоподъемность на 30 % и увеличит срок службы трубопровода в 1,5–2 раза.

Литература:

1. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 822 с.
2. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 700 с.
3. Берлин Ал. Ал., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С. Принципы создания композиционных материалов. Изд. «Химия», М., 1990.
4. Альперин В.И. и др. – Конструкционные стеклопластики. М.: Химия, 1979. – 360 с.
5. Рогинский С.Л., Канович М.Э., Кастунов М.А. Высокопрочные стеклопластики. – М.: Химия, 1979. – 142 с.
6. Цыплаков О.Г. Конструирование изделий из композиционно-волоконистых материалов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение 1984. – 140 с.

Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности

Соловьева Александра Анатольевна, аспирант;

Зинина Оксана Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант;

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Лакеева Мария Леонидовна, аспирант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Гаврилова Евгения Владимировна, студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Биотехнология — это наука, изучающая возможности применения живых организмов, их систем или продуктов их деятельности для решения технологических задач, направленных на улучшение качества жизни людей или на создание лекарств и товаров в различных отраслях промышленности. Биотехнология является важнейшим разделом современной биологии, которая, как и физика, стала в конце XX в. одним из ведущих приоритетов в мировой науке и экономике.

Биотехнология в пищевой промышленности ориентирована на создание новых видов продуктов и пищевых добавок, а так же на улучшение качества традиционных продуктов питания [1, 2]. Решить такую актуальную задачу, как потребность в экологически чистых продуктах питания, удовлетворяющих потребительский спрос [3, 4, 5, 6], позволяют возможности биотехнологии. Помимо решения продовольственной проблемы перед пищевой промышленностью стоит ряд других, не менее важных задач, решение которых возможно с помощью биотехнологий уже применяемых и внедряемых в пищевой промышленности. Одной из таких является проблема контроля качества на разных стадиях производства, начиная от сырья и заканчивая готовой продукцией. В задачи служб контроля качества входит определение наличия примесей микробиологического (патогенная микрофлора) и химического (токсичные и вредные вещества) характера [7].

В настоящее время производственные процессы, основанные на жизнедеятельности микроорганизмов, приобрели огромное значение. Современная биотехнология прямо или косвенно связана с геной инженерией — созданием новых форм микроорганизмов путем непосредственного изменения их генетической системы для получения высокоэффективных полезных штаммов, что влечет за собой увеличение разнообразия биотехнологической продукции.

Достижение превосходства в биотехнологии — одна из важных задач в экономической политике промышленных государств. Возможно, что в XXI веке биотехнология окажет решающее воздействие на решение таких важных проблем, как охрана здоровья, обеспечение че-

ловека продовольствием, охрана окружающей природы и энергообеспечение [8].

Один из путей решения такой проблемы связан с биотехнологическим принципом модификации мясного сырья — направленным регулированием хода биотехнологических, физико-химических и микробиологических процессов, в результате которых формируется структура, цвет и вкусоароматические характеристики готового продукта. Целенаправленное использование микроорганизмов способствует получению стабильного качества готового продукта. Технологическое действие микроорганизмов связано с образованием специфических биологически активных компонентов: органических кислот, бактериоцинов, ферментов, витаминов и других, что способствует улучшению санитарно-микробиологических, органолептических показателей готового продукта, а также позволяет интенсифицировать производственный процесс.

Несмотря на достаточно обширный теоретический и экспериментальный материал, накопленный в настоящее время исследователями по применению стартовых культур при производстве мясопродуктов [9], представляет научный и практический интерес исследование микроорганизмов с пробиотическими свойствами.

В настоящее время на рынке стартовые культуры конкурируют с пищевыми добавками, выполняющими ту же технологическую роль, в частности с глюконо-дельта-лактоном (ГДЛ). Недостатком ГДЛ является то, что его применение вызывает окислительную порчу жира — прогоркание, так как это соединение — окислитель, и второй недостаток — колбаса с ним быстро высыхает и становится очень твердой и требует скорейшей реализации. С точки зрения функционального питания нашего населения ряд молочных бактерий имеет пробиотические свойства, за счет которых улучшается пищеварение, микробиоценоз, иммунитет, обмен веществ в условиях нестабильной экологической ситуации. В перспективе в производстве мясных продуктов могут появиться нетрадиционные биотехнологии, основанные на изучении полезных свойств микроорганизмов, используемых в качестве стартовых культур.

Доминирующим критерием отбора микроорганизмов в качестве стартовых культур служит степень влияния микроорганизма на вкусоароматические характеристики готового продукта в условиях интенсификации технологий производства мясопродуктов. Общепринятыми ароматообразователями являются представители семейства микрোকков и отдельные штаммы молочнокислых бактерий. Кроме того, успешное протекание технологического процесса при производстве мясопродуктов в большей степени зависит от активности используемой закваски. При составлении заквасок учитывается ряд определенных признаков молочнокислых бактерий, характеризующих их производственную ценность. Это, помимо вышеперечисленных органолептических показателей, устойчивость к поваренной соли, желчи, нитриту натрия, с целью получения стойких бактериальных заквасок; сочетаемость штаммов при их совместном культивировании и т.д. [10].

Большое значение также имеет протеолитическая активность используемых микроорганизмов, которая определяется в расщеплении белков мяса. Данный принцип используется в повышении качественных характеристик малоценного в пищевом отношении коллагенсодержащего сырья [11].

Молочнокислые бактерии обладают исключительно лабильным метаболизмом и способны приспосабливаться к изменению среды благодаря варибельному приспособительному обмену. При внесении в колбасный фарш в виде бактериальных заквасок их продукты метаболизма играют важную роль в формировании аромата. Микроорганизмы и их ферментативные комплексы осуществляют деструкцию основных компонентов мяса и трансформацию их во вкусовые, ароматические и физиологически активные соединения, определяющие органолептические свойства готового продукта, его усвояемости в организме человека, биологическую ценность и безопасность для потребителя.

Выявлена способность гомоферментативных молочнокислых бактерий к образованию нелетучих кислот, которые могут повлиять на развитие вкуса. Примером может служить молочная кислота, которая очень сильно влияет на вкус колбасных изделий [12]. *Lactobacillus casei* обладает способностью интенсивно расщеплять легкоусвояемые белки мышечной ткани и параллельно расщеплять трудноусвояемые белки соединительной ткани. При этом выделяются продукты роста жизнедеятельности бактерий в виде экзоферментов, чем и обусловлен прирост массы аминного азота — в три раза интенсивнее убыли водорастворимого белка. Устойчивая динамика снижения pH свидетельствует о накоплении молочной кислоты [8, 12].

К таким культурам относятся бифидобактерии и пропионовокислые бактерии. При естественном способе введения они оказывают благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические реакции организма через оптимизацию его микроэкологического статуса.

Пропионовокислые бактерии способны расти при низких температурах, накапливать ароматические соеди-

нения, продуцировать антимутагенные вещества, витамин B₁₂, аминокислоты, обладают антагонистической активностью к патогенной и условно патогенной микрофлоре, являются слабыми кислотообразователями.

Наряду с использованием микроорганизмов, обладающих позитивными технологическими свойствами, особенно актуально исследование возможности введения в состав бактериальных препаратов штаммов, определяющих здоровый биоценоз в организме человека. Последний стимулирует процессы ферментации в желудочно-кишечном тракте, уровень усвояемости питательных веществ. На сегодняшний день наиболее перспективным является создание бактериальных препаратов с использованием представителей нормальной микрофлоры человека [12].

Микрофлора человека представлена лактобактериями, бифидобактериями, стрептококками, стафилококками, грибами эшерихиями и другими. Бифидобактерии доминируют в микробиоценозе человека, составляя 95% всей микрофлоры. Именно бифидофлоре отводится ведущая роль в нормализации микробиоценоза кишечника, улучшение процессов всасывания и гидролиза жиров, белкового и минерального обмена, поддержание неспецифической резистентности организма.

Бифидобактерии обладают высокой антагонистической активностью, способностью разрушать токсические метаболиты, расти в анаэробных условиях, накапливать ароматические соединения, редуцирующие вещества, что весьма привлекательно для использования в колбасном производстве. Бифидобактерии, имея низкую непредельную кислотность, выступают мощным регулятором активной кислотности фарша в период осадки без ухудшения его качества. В период осадки происходит интенсивный рост молочнокислых палочек и бифидобактерий, сокращается процесс осадки. Основным продуктом метаболизма бифидобактерий при сбраживании углеводов является молочная кислота, накопление которой благоприятно влияет на консистенцию. Бифидобактерии обладают способностью связывать кислород воздуха и резко понижать окислительно-восстановительный потенциал, что, вероятно, предохраняет липиды от окисления.

Положительное действие обработки заквасками бифидобактерий на органолептические и технологические показатели коллагенсодержащего сырья в составе мясных систем не достаточно изучено и работы в этой области являются актуальными.

На кафедре «Прикладная биотехнология» Южно-Уральского государственного университета ведутся исследования [13–18], направленные на изучение биотехнологических свойств микроорганизмов в мясной системе для обоснования их использования как стартовых культур, а также физико-химических, биохимических, биотехнологических свойств мяса, ферментированного этими культурами в ходе технологических операций производства мясных изделий, проводится оценка качества готовых продуктов.

Литература:

1. Тарасова И.В. Использование коллагенсодержащего сырья животного происхождения при производстве мясного биопродукта / Тарасова И.В., Ребезов М.Б., Зинина О.В., Ребезов Я.М. // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции, 2013. Т.4. № 1. С. 46–50.
2. Соловьева А.А. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности / Соловьева А.А., Зинина О.В., Ребезов М.Б., Лакеева М.Л. // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции, 2013. Т.10. № 1. С. 84–88.
3. Ребезов М.Б. Экология и питание. Проблемы и пути решения. / Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Альхамова Г.К., Лукин А.А., Хайруллин М.Ф. Фундаментальные исследования. 2011. №8–2. С. 393–396.
4. Хайруллин М.Ф. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов / Хайруллин М.Ф., Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Лукин А.А., Дуць А.О. Мясная индустрия. 2011. № 12. С. 15–17.
5. Ребезов М.Б. Конъюнктура предложения мясных продуктов «Халыль» на примере города Челябинска / М.Б. Ребезов, И.М. Амерханов, Г.К. Альхамова, А.Р. Етимбаева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 77. С. 915–924.
6. Ребезов М.Б. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, М.Ф. Хайруллин и др. // Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.
7. Думин М.В. Стартовые культуры для мясных деликатесов / Думин М.В., Потапов К.В., Ярмонов А.Н. // Мясная индустрия. 2002.
8. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. М.: Колос, 2001.
9. Соловьева А.А. Особенности использования стартовых бактериальных культур в производстве мясопродуктов / Соловьева А.А., Зинина О.В., Ребезов М.Б. // Техника и технология пищевых производств: мат IX междунар. научн.-технич. конф. (25–26 апреля 2013 г). – Могилев: МГУП, 2013.
10. Рогов И.А. Синбиотика в технологии продуктов питания: монография / Рогов И.А., Титов Е.И., Нефедова Н. В., Семенов Г.В., Рогов С.И. – М.: МГУПБ, 2006.
11. Зинина О.В. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов / О.В. Зинина, М.Б. Ребезов // Мясная индустрия. 2012. № 5. С. 34–36.
12. Машенцева Н.Г. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности / Машенцева Н.Г., Хорольский В.В. – М.: ДеЛи принт 2008. – 336 с.
13. Способ производства мясного хлеба. Лукин А.А., Ребезов М.Б., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л., Пирожинский С.Г., Колоскова А.А. Патент на изобретение RUS 2446714 17.11.2010.
14. Способ производства деликатесного мясопродукта. Хайруллин М.Ф., Лукин А.А., Ребезов М.Б.. Патент на изобретение RUS 2447702 16.06.2010.
15. Ребезов М.Б. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур / М.Б. Ребезов, А.А. Лукин, М.Ф. Хайруллин, М.Л. Лакеева и др. // Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 3. № 64. С. 78–83.
16. Ребезов М.Б. Сравнительная оценка воздействия ферментных препаратов различного происхождения на коллагенсодержащее сырье / Ребезов М.Б., Лукин А.А., Хайруллин М.Ф., Лакеева М.Л. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2011. № 5. С. 28–36.
17. Ребезов М.Б. Использование коллагенового гидролизата в технологии производства мясного хлеба / Ребезов М.Б., Лукин А.А., Наумова Н.Л., Зинина О.В., Пирожинский С.Г. // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2011. № 3. С. 134–140.
18. Зинина О.В. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сырьем / Зинина О.В., Ребезов М.Б., Жакслыкова С.А., Солнцева А.А., Чернева А.В. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. – № 3. С. 19–25.

О нелинейности вольт-амперных характеристик хеморезисторных сенсоров газа в мультисенсорных системах

Таишев Султан Равилевич
Пензенский государственный университет

В настоящее время наблюдается тенденция миниатюризации чувствительных элементов при создании газочувствительных систем, например, размер одного дискретного элемента мультисенсорной системы составляет десятки микрометров — рисунок 1. При уменьшении линейных размеров проявляются новые эффекты, которые вносят вклад в чувствительность и селективность сенсоров. Для исследования природы электрофизических свойств в этом случае, рассмотрим классический случай единичного сенсора.

Если расстояние между электродами составляет < 50 мкм, то имеются отклонения от линейной зависимости вольт-амперной характеристики (ВАХ). Вероятно, вклад в нелинейность ВАХ вносят следующие факторы:

- движение находящихся на поверхности протонов в сторону катода;
- движение хемосорбированных ионов к аноду.
- движение собственных электрически активных дефектов.

По поверхности газочувствительной пленки происходит движение отрицательно заряженных ионов кислорода между электродами в сторону анода. В данном процессе при снятии ВАХ имеется петля гистерезиса (рисунок 2).

Ток ионов на поверхности сенсорной пленки определяется:

$$j_s = q\mu_s\theta N_s E L_D \quad (1)$$

где q — заряд иона; μ_s — поверхностная подвижность; θ — степень заполнения адсорбционных центров; N_s — поверхностная концентрация поверхностных центров; E —

напряжённость поля в образце; L_D — длина экранирования Дебая.

Участниками переноса тока являются электроны и дырки в объеме полупроводника, а также ионы, располагающиеся на поверхности.

Скорость носителей заряда на поверхности меньше чем скорость носителей в объеме полупроводника, вследствие чего они накапливаются в прианодной области. В силу принципа электронейтральности полупроводника, объемные электроны будут скапливаться в области, прилегающей к катоду. Соответственно, объёмная проводимость будет лимитироваться обеднённой прианодной областью. Поэтому имеются две электрические цепи: первая — управляющая, обусловленная ионным переносом по поверхности и управляемая, которая определяется объемом полупроводника. Причем из формулы (1) следует, что при повышении прикладываемого напряжения U , начинает доминировать цепь с ионным видом проводимости, на ней же происходит падение большей части напряжения. Уменьшение напряжения на структуре не приводит к изменению размеров этой области, пока скорость переноса ионов по поверхности не будет меньше скорости десорбции частиц с поверхности в газовую фазу. В силу чего возникает явление гистерезиса.

Перепишем уравнение (1) с учетом зависимости θ от парциального давления газа-анализатора:

$$j_s = q\mu_s N_s E D \frac{\gamma p}{\gamma p + 1},$$

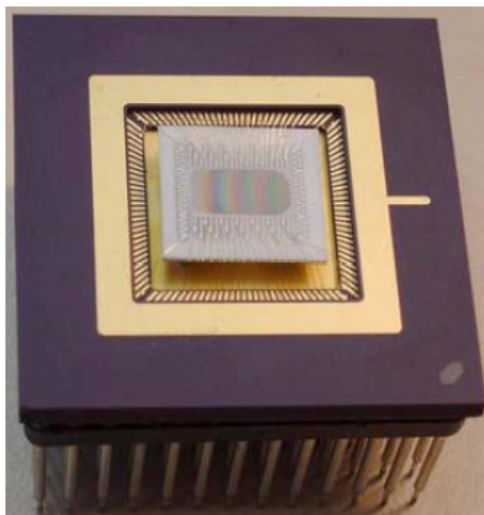


Рис. 1. Газочувствительный сенсор, произведенный в Германии

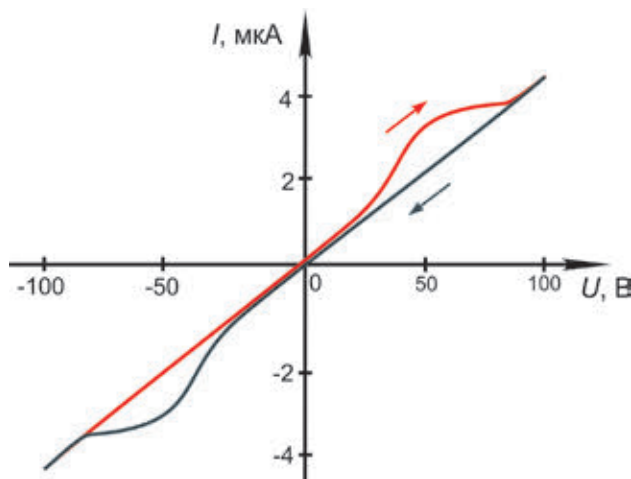


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика чувствительного элемента, характерная для сенсоров с малым зазором между электродами

где γ — коэффициент, зависящий от природы полупроводника и газа.

Из полученного уравнения следует, что при повышении парциального давления газа, растет вклад ионной составляющей тока.

Рассмотрим характерные ВАХ для чувствительных элементов сенсоров в зависимости от концентрации CO — рисунок 3.

Как видно, при малых значениях U ВАХ имеет практически линейную зависимость, что указывает на малый вклад ионного тока на поверхности полупроводника. При повышении приложенного напряжения увеличивается вклад ионного тока и линейная зависимость переходит в сублинейную. Зависимость может быть аппроксимирована функцией следующего вида:

$$I = AU^n,$$

где A — постоянная аппроксимации; n — коэффициент, зависящий от сорта газа и рабочей температуры, и слабо от его концентрации. В области низких напряжений коэффициент n равен единице, ввиду чего константа A приобретает смысл проводимости объёмных электронов

Еще один фактор вносящий отклонение ВАХ от линейности — это движение протонов по поверхности в сторону катода.

Согласно прыжковому механизму Гроттуса, протон движется в форме молекулы гидроксония (гидрония) — H_2O-H^+ (H_3O^+). Состояние H^+ , подобно дырке в полупроводниках, переключается на соседние атомы воды, перемещаясь к катоду. Данный процесс вносит вклад в нелинейность ВАХ только в том случае, если на поверхности сенсора есть перколяционный стягивающий кластер воды.

Последний рассматриваемый фактор, вносящий вклад в нелинейность ВАХ — это движение электрически активных собственных дефектов в объеме материала. При приложении напряжения к электродам газового сенсора начинается движение заряженных ионов. Запишем зависимость распределения двукратно ионизированных вакансий кислорода V_O^{+2} от расстояния между электродами d и суммарным зарядом $Q(t)$, прошедшим через полупроводниковый сенсор:

$$grad(V_O^{2+}) \sim Q(t), d^{-2}.$$

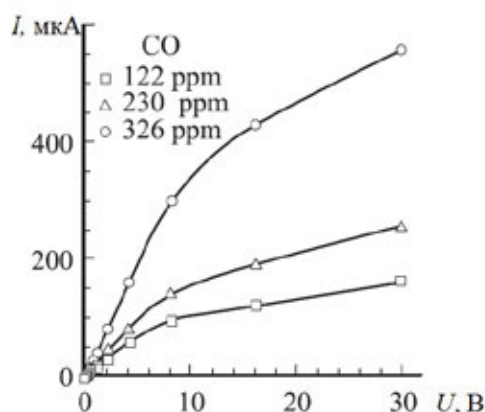


Рис. 3. ВАХ чувствительного элемента при различных парциальных давлениях CO

Очевидно, что градиент концентрации резко увеличивается с уменьшением размеров и зависит от суммарного заряда, прошедшего через сенсорную структуру. В полупроводниковом сенсоре, при приложении на электроды

напряжения, появляется собственное электрическое поле, которое не исчезает сразу после снятия внешнего поля, в результате чего появляется петля гистерезиса.

Литература:

1. Аверин И.А., Никулин А.С., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Чувствительный элемент газового сенсора с наноструктурированным поверхностным рельефом // Датчики и системы, 2011. — №2. — С. 24–27;
2. Пронин И.А. Управляемый синтез газочувствительных пленок диоксида олова, полученных методом золь-гель-технологии // Молодой ученый, 2012. — №5. — С. 57–60;
3. Пронин И.А. Анализ концентрации собственных дефектов при создании газочувствительных структур на основе диоксида олова // Молодой ученый. — 2012. — №8. — С. 7–8;
4. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Влияние типа и концентрации собственных дефектов на структуру и свойства диоксида олова // Нано- и микросистемная техника, 2013. — №1. — С. 27–29;
5. Пронин И.А., Аверин И.А., Александрова О.А., Мошников В.А. Модифицирование селективных и газочувствительных свойств резистивных адсорбционных сенсоров путем целенаправленного легирования // Датчики и системы, 2013. — №3. — С. 13–16;
6. Пронин И.А., Аверин И.А., Димитров Д.Ц., Крастева Л.К., Папазова К.И., Чаначев А.С. Исследование чувствительности к этанолу переходов $ZnO - ZnO:Fe$ на основе тонких наноструктурированных пленок, полученных с помощью золь-гель-технологии // Нано- и микросистемная техника, 2013. — №3 — С. 6–10;
7. Аверин И.А., Карпова С.С., Никулин А.С., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Управляемый синтез тонких стекловидных пленок // Нано- и микросистемная техника, 2011. — №1. — с. 23–25;
8. Аверин И.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности низкотемпературной самоорганизации зольей на основе двухкомпонентных систем на основе $SiO_2 - SnO_2$ // Нано- и микросистемная техника, 2011. — №11. — С. 27–30;
9. Грачёва И.Е., Мошников В.А., Пронин И.А. Исследование материалов на основе диоксида кремния в условиях кинетики самосборки и спинодального распада двух видов // Нанотехника. — 2011. — №2 (9). — С. 46–54;
10. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Особенности созревания и спинодального распада самоорганизующихся фрактальных систем // Нано- и микросистемная техника, 2012. — №5. — С. 29–33;
11. Аверин И.А., Александрова О.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Типы фазового распада растворов полимеров // Нано- и микросистемная техника, 2012. — №7. — С. 12–14;
12. Аверин И.А. Пронин И.А. Особенности фазового состояния неравновесных термодинамических систем полимер-растворитель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки, 2012. — №2. — С. 163–170;
13. Аверин И.А., Карманов А.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности синтеза и исследования нанокompозитных плёнок, полученных методом золь-гель-технологии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки, 2012. — №2. — С. 155–163;
14. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Газочувствительность металлооксидных полупроводниковых пленок на основе материалов с отклонением от стехиометрии: учебное пособие. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. — 100 с. ;
15. Аверин И.А., Блохин Ю.Н., Луцкая О.Ф. Термодинамическое исследование условий синтеза слоев твердых растворов $PbS_{1-x}Se_x$ // Неорганические материалы, 1988. — Т. 24. — №2. — С. 219–222.
16. Аверин И.А. Управляемый синтез гетерогенных систем: технология и свойства диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2007. — 381 с. ;
17. Аверин И.А., Печерская Р.М. Контролируемое изменение эксплуатационных характеристик чувствительных элементов и их временной стабильности / Нано- и микросистемная техника, 2007. — №1. — С. 20–23;
18. Якушова Н.Д. Методы синтеза пленок модифицированного диоксида олова и их сенсорные свойства // Молодой ученый, 2013. — №2. — С. 9–14;
19. Печерская Е.А., Рябов Д.В., Якушова Н.Д. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий, 2012. — №1. — С. 208–213.

Строительство малоэтажного жилья: зарубежный опыт

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Паршина Ксения Сергеевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Давыдов Александр Станиславович, учащийся

Гимназия №13 (г. Пенза)

В последние годы государство обратилось к проблеме обеспечения граждан жильём. Разрабатываются различные стратегии и программы, направленные на решение жилищной проблемы. Ряд проектов получил государственное финансирование. Из них 38% относятся к сфере малоэтажного строительства, ведь малоэтажное строительство может обеспечить формирование качественно новой среды обитания [1]. Дом на земле формирует в человеке чувство собственности, ответственности.

Естественно, если семьи будут жить в собственных домах, Россия сможет существенно продвинуться в решении демографической проблемы. Так как исследования показали, что важнейшую роль в принятии семьёй решения о ребёнке играет именно жилищный вопрос.

Возможно, через некоторое время перед Министерством регионального развития РФ будет поставлена задача о создании федеральной программы по развитию малоэтажного строительства. В связи с этим, предлагаю рассмотреть первый в истории опыт массового малоэтажного строительства [2].

7 мая 1947 года газета «Newsday» вышла под громкой шапкой: «Строительный проект на Лонг-Айленде: 2 тысячи домов по цене 60 долларов в месяц!» Что же это за был за проект, чем он был вызван?

Война подходила к концу, солдаты возвращались в США, создавали семьи и... вынужденно селились в родительском доме! Всему виной была резко ухудшившаяся жилищная конъюнктура. Военная промышленность оттянула на себя все сырьевые ресурсы страны, расходные и строительные материалы, технику и специалистов. В результате новое строительство практически сошло на нет, а цены на существующие жилые площади выросли многократно.

Потребность в массовом дешёвом жилье была огромна, и, ее уловили многие строительные компании. Однако одно дело уловить потребность, а другое — сделать жилье по-настоящему дешёвым. Требовался радикальный пересмотр общепринятых строительных технологий. Однако даже качественное снижение себестоимости жилья еще не гарантировало успеха. Отставники, как правило, только начинали трудовую биографию, поэтому не могли похвастаться солидными заработками. И осилить такую фундаментальную покупку как дом без льготного государственного кредитования им было не по плечу. Правительство же не только субсидировало строительство пригородных поселков Левиттаунов, но и обеспечило мощную законодательную поддержку всей инициативе (был принят Билль о правах военнослужащих).

Американская «стройка века» началась в 1947 году. «Левитт и сыновья» приступили к реализации своей главной технологической задумки: уподобить строительство конвейеру, аналогичный автомобильному. Весь процесс был разделен на 27 операций, каждую из которых выполняла специально подобранная бригада. Поочередно к домам выезжали бригады плотников, плиточников, маляров и т.д., с точностью до минуты выполняли свои задачи, затем перемещались к следующему объекту. Специализация была феноменальной: одна бригада красила в белый цвет, другая — в красный, третья — в синий.

Для ещё большего снижения себестоимости «Левитт и сыновья» закупали всё необходимое исключительно у производителей. Результаты продуманной строительной программы оказались ошеломляющими: сдавались под ключ 35 домов ежедневно. В 1951 году проект завершился сдачей 17 400 домов.

В 1952-м, году, Билл Левитт запустил строительство второго Левиттауна. В ответ на критику эстетов по поводу однообразия модельного ряда домиков (все постройки были однотипны), дизайнер компании Альфред Левитт разработал шесть типов построек на выбор.

Строительная технология была доведена до совершенства: в день строилось уже 40 домов. В 1958 году строительство второго Левиттауна было завершено: владельцами собственного домика стали 17 311 семей. Сразу же началось возведение третьего поселка: в 12 тысяч домов. К этому времени «Левитт и сыновья» стали самой знаменитой строительной компанией Америки.

И все-таки, в послевоенные годы 8 тысяч долларов (столько стоили тогда дома, которые строил Левитт) были немалыми деньгами. Откуда могли взять их только вернувшиеся с войны молодые люди? В 30-е годы в США был принят специальный закон, чтобы помочь американцам с покупкой домов. Банки стали выдавать займы людям, которые раньше не могли на это претендовать. Раньше банковский кредит приходилось платить до 18–20%, теперь ставка снизилась вдвое. Уменьшился размер первого взноса за покупаемый дом. Полученный кредит теперь можно было растянуть на 20–30 лет. И люди даже скромного достатка теперь могли теперь купить собственный дом.

Если же проводить аналогию с СССР, то Левиттаун — это вариант хрущевских пятиэтажек, но на американский манер — небольшой частный дом вместо маленькой квартиры. И американский Левиттаун, и российские пятиэтажки — это разные ответы на послевоенный жилищный кризис.



Рис. 1. Быстровозводимый дом

Американский опыт преодоления жилищного кризиса, можно использовать в качестве примера в России сейчас. Т.к. сейчас Жилищный фонд РФ составляет около 3 млрд. м², из которых около 120 млн. м² составляет ветхий и аварийный жилищный фонд, который ежегодно увеличивается на 20–24 млн. м² в год. В ветхом и аварийном жилищном фонде проживают около 5 млн. человек, кроме того, около 40 млн. человек проживают в неблагоустроенных квартирах, лишенных элементарных удобств.

Потребность в новом жилье огромна. Строительство пригородов из быстровозводимых домов может существенно помочь в решении этой проблемы в рамках правительственной программы Доступное и комфортное жилье гражданам РФ. И для строительства таких пригородов созданы все предпосылки, а именно [3]:

1. Наша страна получила доступ к западным технологиям строительства быстро возводимых домов.

2. Технологии стали более совершенны, чем те которые использовались в середине века в США (более совершенные энергосберегающие и экологические чистые материалы, огромные возможности в рамках архитектурного решения)

3. Развитие дорожной сети, и увеличение автомобилей на душу населения.

4. Правительственная программа Доступное и комфортное жилье гражданам РФ.

В завершении, хотелось бы отметить, какие плюсы имеет современный быстровозводимый малоэтажный дом, (каркасного типа):

1. Высокие темпы строительства (150 м² дома за 5–7 дней) — за счет высокой степени заводской готовности всех конструктивных элементов.

2. Высокие теплоизоляционные свойства ограждающих конструкций, обеспечивают комфортабельное



Рис. 2. Быстровозводимый дом

проживание в любых климатических условиях.

3. Устойчивость к сезонным воздействиям грунтов на фундамент — за счет малого веса и высокой упругости применяемых конструкций, что значительно снижает требования к прочности и массивности применяемых фундаментов, позволяя строить здания на слабых грунтах и сложных рельефах.

4. Легкость и разнообразие наружных и внутренних отделочных работ. Поверхность конструкций дома допускает любые виды отделочных работ.

5. Возможность строительства без применения тяжелой строительной техники. Особенности использу-

емых фундаментов (облегченные, малозаглубленные), малый вес и размер конструктивных элементов позволяют строить силами бригады из 4–5 человек с применением ручного инструмента.

На рис. 1–2 изображены примеры быстро возводимых зданий.

Плюсы быстровозводимых домов очевидны, при грамотно разработочной и проведенной программе правительства (за основу можно взять опыт зарубежных стран), можно если не коренным образом, то хотя бы значительно продвинуться в решении проблемы по обеспечению жильем граждан РФ.

Литература:

1. Проблемы реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» Журнал «Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование» Номер 1–2 (26–27) Июнь 2006
2. Гарькин И.Н., Петрянина М.А., Петрянина Л.Н // Проблема обеспечения граждан жильем: строительство малоэтажно жилья// Сб.докладов Междунар. науч.-техн. конф. Молодых учёных и исследователей 12–16 апреля 2010 г. //Наука молодых — интеллектуальный потенциал XXI века: сб. докл. Междунар. науч форума. — Пенза: ПГУАС, 2010 с. 144–148
3. Гарькин И.Н., Петрянина М.А., Петрянина Л.Н.// К вопросу о строительстве малоэтажного жилья// Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах//сб.тр. XI междунар. науч.-практ. конф. — Пенза: Приволжский дом знаний, 2010 — с. 118–122.

Дифференциальный датчик магнитного поля на основе магнитоэлектрично-пьезоэлектрической структуры

Филиппов Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор;

Фирсова Татьяна Олеговна, магистрант

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород)

Приведено описание принципа работы и представлены результаты экспериментального исследования датчика постоянного магнитного поля, в основу работы которого положен нелинейный магнитоэлектрический эффект. Датчик магнитного поля состоит из конденсатора, диэлектриком которого является магнитоэлектрично-пьезоэлектрический композит, помещенного между катушками Гельмгольца, создающими переменное магнитное поле. Показано, что при наложении постоянного магнитного поля разность амплитудных значений двух соседних максимумов напряжения на обкладках конденсатора пропорциональна величине напряженности постоянного магнитного поля.

Ключевые слова: магнитоэлектрический эффект, композиционный материал, магнитоэлектрика.

Интерес к исследованию магнитоэлектрического (МЭ) эффекта вызван не только научной новизной выбранного направления исследований, но также перспективами его практического использования в различных областях техники. Одним из основных применений является изготовление датчиков магнитных полей. Их основными достоинствами является высокая чувствительность при комнатной температуре, линейность по отношению к амплитуде измеряемого поля, а также отсутствие источника тока, необходимого, например, для работы датчиков Холла.

Магнитоэлектрический эффект заключается в возникновении разности потенциалов между обкладками конденсатора, диэлектриком которого является магнитоэлектрично-пьезоэлектрический композиционный материал, при помещении его в магнитное поле. Возникновение МЭ эффекта в таких структурах связано с механическим взаимодействием магнитоэлектричной и пьезоэлектрической фаз. В магнитном поле в магнитоэлектричной компоненте возникают механические напряжения, которые передаются в пьезоэлектрическую фазу, в результате чего на обкладках конденсатора возникает разность потенциалов.

Ранее, во многих работах [1], исследовался линейный МЭ эффект, возникающий в такой структуре при помещении ее в постоянное (подмагничивающее) и переменное магнитные поля. Поскольку магнитоэлектрика является квадратичным по намагниченности эффектом [2], то в области, далекой от насыщения, величина механических напряжений пропорциональна квадрату напряженности магнитного поля. Вследствие этого возникающее на обкладках конденсатора электрическое поле также будет пропорционально квадрату напряженности магнитного поля. Это приводит к тому, что при помещении конденсатора в переменное магнитное поле с частотой ω на обкладках конденсатора возникает электрическое напряжение с удвоенной частотой. Если приложенное магнитное поле представляет собой сумму двух полей — переменного

и постоянного, то возникающая разность потенциалов на обкладках конденсатора будет представлять собой сумму двух сигналов — линейного по напряженности переменного магнитного поля с частотой ω и квадратичного с удвоенной частотой. Сложение линейного и нелинейного по напряженности магнитного поля сигналов приводит к возникновению разности амплитудных значений соседних максимумов напряжения на обкладках конденсатора. Величина этой разности будет пропорциональна напряженности приложенного постоянного магнитного поля, что позволяет использовать этот эффект для измерения величины постоянного магнитного поля.

В качестве модели для теоретического описания эффекта рассмотрим структуру в виде пластинки, состоящую из магнетика толщиной m_t и пьезоэлектрика толщиной p_t поляризованного в направлении, перпендикулярном плоскости пластинки (ось X_3). Выражения для тензора деформаций магнитоэлектричной ${}^m S_I$ и пьезоэлектрической ${}^p S_I$ компонент структуры в электрическом поле напряженностью E_3 и в магнитном поле напряженностью H_3 , в области, далекой от насыщения, можно записать в виде:

$${}^m S_I = \frac{1}{m_Y} m T_I + g_{33I} (H_3)^2, \quad (1)$$

$${}^p S_I = \frac{1}{p_Y} p T_I + d_{3I} E_3, \quad (2)$$

где ${}^m T_I$, ${}^p T_I$ — тензоры напряжений, m_Y , p_Y — модули Юнга магнитной и пьезоэлектрической фаз соответственно, d_{3I} — пьезоэлектрический модуль, $g_{33I} = \delta^2 \lambda_I / (\delta H_3)^2$ — магнитоэлектричный коэффициент, λ_I — магнитоэлектричная деформация в направлении, перпендикулярном магнитному полю. Возникающие в переменном магнитном поле колебания магнитоэлектричной среды будут передаваться через границу в пьезоэлектрическую среду, в результате чего

в структуре возникнут связанные колебания, дисперсионное соотношение для которых определяется выражением [3]:

$${}^m\chi^m Y_t g({}^m\kappa) = {}^P\chi^P Y_t h({}^P\kappa). \quad (3)$$

Здесь ${}^m\kappa = {}^m\chi^m t$ и ${}^P\kappa = {}^P\chi^P t$ – безразмерные переменные, ${}^mV_L = \sqrt{{}^mY/{}^m\rho}$, ${}^PV_L = \sqrt{{}^PY/{}^P\rho}$ – скорости продольных звуковых волн, ${}^m\rho$, ${}^P\rho$ – плотности магнетика и пьезоэлектрика, ${}^m\chi^2 = 2(1 + \nu\phi)k^2 - \frac{\omega^2}{{}^mV_L^2}$, ${}^P\chi^2 = -2(1 + \nu\phi)k^2 - \frac{\omega^2}{{}^PV_L^2}$, k – волновой вектор, ν – коэффициент Пуассона.

Разность потенциалов, возникающая на обкладках конденсатора, в низкочастотной области спектра, согласно [4] определяется выражением:

$$U = \frac{{}^PY d_{31} g_{331}}{{}^P \epsilon_{33} A_D} \frac{{}^mY m_t}{{}^mY m_t + {}^PY P_t} P_t (H_3)^2, \quad (4)$$

где $A_D = 1 - K_p^2 \left(\frac{{}^mY m_t}{{}^mY m_t + {}^PY P_t} \right)$ – безразмерный параметр, $K_p^2 = {}^PY d_{31}^2 / {}^P \epsilon_{33}$ – квадрат коэффициента электромеханической связи, ${}^P \epsilon_{33}$ – диэлектрическая проницаемость пьезоэлектрика.

В случае, если магнитное поле представляет собой сумму двух полей, переменного $H(t) = H_m \exp(-i\omega t)$ с частотой ω и постоянного H_0 , то из выражения (4) легко видеть, что разность соседних максимумов напряжения, возникающая в результате сложения двух сигналов – одного с частотой ω , а второго – с удвоенной частотой 2ω определяется следующим выражением:

$$\Delta U_m = C \cdot H_m H_0, \quad (5)$$

где C – постоянная для данной структуры величина равная $C = 2 \frac{{}^PY d_{31} g_{331}}{{}^P \epsilon_{33} A_D} \frac{{}^mY m_t}{{}^mY m_t + {}^PY P_t} P_t$.

Как следует из выражения (5), в полях, далеких от насыщения, возникающая разность потенциалов пропорциональна как величине постоянного магнитного поля, так и амплитуде переменного магнитного поля. Это свойство структуры можно использовать для измерения величины магнитного поля.

Для экспериментальных исследований использовалась трехслойная структура пермендюр – цирконат-титанат свинца (ЦТС 850) – пермендюр. Образцы имели прямоугольную форму. Длина образца 20 мм, ширина 5 мм, толщина пьезоэлектрика – 0,35 мм, толщина одной

пластины пермендюра – 0,175 мм. Переменное магнитное поле частотой $f = 1\text{kHz}$ создавалось катушкой Гельмгольца. Для определения величины переменного магнитного поля катушка Гельмгольца была вначале проградуирована. Входная разность потенциалов, приложенная к катушке Гельмгольца, и выходная разность потенциалов, возникающая на обкладках конденсатора, выводилась на экран осциллографа. При помещении конденсатора в переменное магнитное поле на его обкладках возникала разность потенциалов, меняющаяся по гармоническому закону с удвоенной частотой. При изменении величины напряженности переменного магнитного до 40 Oe каких либо заметных искажений в выходном сигнале не обнаружено. При приложении постоянного магнитного поля выходной сигнал представляет собой типичную картину, возникающую при сложении двух синфазных колебаний с одинарной и удвоенной частотой. На рисунке 1 представлена типичная осциллограмма выходного напряжения на обкладках конденсатора, возникающая при его помещении в постоянное и переменное магнитные поля.

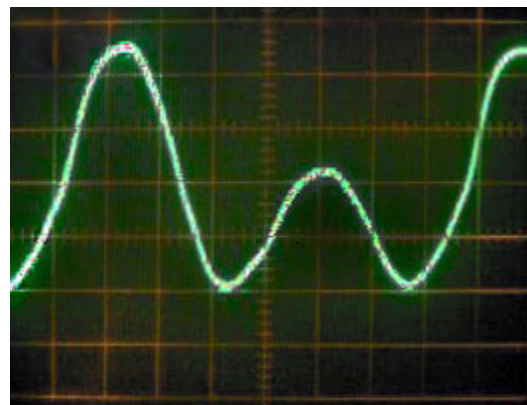


Рис. 1. Осциллограмма выходного напряжения на конденсаторе при помещении структуры в переменное и постоянное магнитные поля

Величина разности амплитудных значений напряжения между соседними максимумами увеличивается с увеличением напряженности приложенного постоянного магнитного поля. Чувствительность структуры линейно изменяется с увеличением напряженности переменного магнитного поля. Это свойство можно использовать для измерения величины постоянного магнитного поля, где величина переменного магнитного поля играет роль диапазона измерений.

Следует отметить, что возникновение разности потенциалов происходит в результате сложения двух сигналов, полученных от одного источника, следовательно, разность фаз между этими сигналами остается постоянной во времени, что позволяет производить суммирование полученной разности в течение длительного времени, тем самым повышая чувствительность датчика.

Литература:

1. Пятаков А.П., Звездин А.К. // УФН. — 2012. — т. 182. — №6. — с. 593–620.
2. Белов К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения // М.: Наука. — 1987. — 160 с.
3. Филиппов Д.А., Галичян Т.А., Фирсова Т.О. // Вестник НовГУ — 2012. — №68. — с. 116–118
4. Филиппов Д.А. // ФТТ. — 2005. — т. 47. — №6. — с. 1082–1084.

Методы изготовления деталей из композиционных материалов пропиткой под давлением в оснастке

Хоробрых Михаил Александрович, студент;
Каширский Дмитрий Александрович, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет имени С.П. Королева

Введение

Композиционные материалы (КМ) благодаря комплексу уникальных свойств широко используются в технике. Известно большое количество методов переработки этих материалов в изделия различных размеров, конфигурации и назначения. Среди всего множества методов в последнее время возросло использование методов изготовления деталей из КМ способом пропитки армирующего материала связующим в оснастке. В приведенной ниже статье описано большое количество методов с их кратким описанием. статья не исчерпывает всего разнообразия методов изготовления деталей из КМ методом пропитки наполнителя в оснастке, но дает общее представление об их возможностях, методах решения тех или иных проблем.

Анализ методов

LCM (Liquid Composite Molding) — общее название методов изготовления деталей из композиционных материалов, заключающихся в припитке расположенного на оснастку сухого наполнителя движением жидкого связующего сквозь наполнитель [1].

RTM (Resin Transfer Molding). Особенностью метода является применение закрытой жесткой оснастки, состоящей как минимум из двух частей, в зазор между которыми укладывается сухой наполнитель. Оснастка смыкается и в полость попадает под давлением связующее в жидком виде. Связующее протекает сквозь наполнитель, смачивает его, вытесняет воздух и полностью заполняет межволоконное пространство в полости оснастки (рис. 1). Давление пропитки может достигать 5...7 МПа, в связи с чем требуется высокая прочность и жесткость оснастки, а также герметичность. Далее связующее отверждается, в результате чего получается деталь из ПКМ, обладающая высокой размерной повторяемостью, высокой долей наполнителя в пластике, низкой пористостью. существенными недостатками метода является высокая сложность и стоимость оснастки, необходимость применения спе-

циального оборудования подачи связующего под давлением [2, 3].



Рис. 1. Схема изготовления детали RTM методом

RTM Light, RTML или L-RTM — разновидность метода RTM с использованием сниженного давления подачи связующего и дополнительным использованием вакуума, создаваемого в полости оснастки. Снижение давления подачи позволяет снизить требования к жесткости оснастки и ее стоимость. Вакуум способствует более эффективной пропитке и удалению воздуха [4].

Marco Method (Marco Chemicals) — первый запатентованный закрытый метод изготовления деталей из КМ. Существует три разновидности этого метода. В первом варианте жидкое связующее наливается в матрицу или на тканевый наполнитель, уложенный поверх матрицы. Движение пуансона вниз смыкает оснастку, способствуя вытеснению связующего наружу и пропитыванию наполнителя. Во втором варианте в зазор между матрицей и пуансоном в нижней точке подается под давлением связующее, вытесняющее воздух и пропитывающее находящийся в зазоре наполнитель. В третьем варианте матрица и пуансон, в зазоре между которыми находится наполнитель, помещаются в сосуд со связующим. Через трубку, находящуюся в верхней точке, производится отсасывание связующего, которое пропитывает наполнитель [6].

MA RTM (Mandrel-Assisted RTM, Caldwell Design and Fabrication) — этот метод схожие особенности с Marco Method. Основным отличием является образо-

вание калиброванной щели толщиной около 1,6 мм между двумя частями оснастки вдоль периметра изделия в вертикальном направлении. После отверждения изделие легче вынимается из оснастки. По контуру оно имеет полосу вытесненного избыточного связующего [7].

SQ-RTM (Same-Quality RTM, Radius Engineering) – гибридный RTM и автоклавного метода. В жесткую оснастку с интегрированными транспортными каналами, имеющими точки вакуумирования и подачи связующего, укладывается препрег. Оснастка подключается к вакуумированию и подачи под давлением около 0,7 МПа связующего, использованного в препреге. Основное назначение системы подачи связующего – создание давления в полости оснастки. Небольшой объем поступающего связующего позволяет использовать высоковязкие связующие, применяемые в настоящее время в аэрокосмической промышленности для изготовления препрегов, в том числе с функциональными добавками, повышающими ударную прочность [8].

ZPM (Zoned Pressure Molding, Stewart Automotive Research) – RTM процесс, в котором верхняя часть жесткой оснастки разделена на сегменты, имеющие индивидуальные силовые приводы. На нижнюю часть оснастки укладывается сухой наполнитель, поверх которого устанавливается полужесткая мембрана, герметично закрепляемая на нижней части оснастки, в результате чего смыкаются сегменты верхней части оснастки. Сегменты верхней части оснастки в центральной части поднимаются и под мембрану в этой зоне на сухой наполнитель подается связующее под давлением, которое выдувает мембрану в указанной зоне до поднятых сегментов оснастки. При этом образуется полость со связующим над наполнителем. Далее центральные сегменты оснастки смыкаются и поднимаются расположенные рядом с ними периферийные сегменты верхней части оснастки. Далее поднятые сегменты опускаются и поднимаются соседние. Процесс повторяется до полной пропитки наполнителя. При этом создаются условия для пропитки наполнителя в глубину и перемещения связующего из центральной области на периферию. Метод обеспечивает снижение энергопотребления вследствие последовательного включения в работу сегментов, высокую скорость пропитки [9].

DRIV (Direct Resin Injection and Venting, North Coast Tool and Mold) – RTM технология, в которой отсутствие зон непропитанного наполнителя обеспечивается определенной последовательностью точек подачи связующего и вакуумирования (контролируемого слива), располагаемых на формообразующей поверхности. Литниковые выходы связующего имеют малый размер и легко могут быть удалены, не ухудшая качества поверхности [10].

SMRIM (Sequential Multiport Resin Injection Molding, Design Evolution 4) – RTM метод, в котором применение многоточечного впрыска связующего с компьютерным управлением и системой датчиков позволяет снизить

время пропитки крупногабаритных изделий, существенно снизить вероятность непропитки сухого наполнителя.

3DW-RTM (3-D woven RTM, SNECMA) – метод разработан для изготовления лопаток винтовентилятора и проточной части турбореактивного двигателя. Представляет собой разновидность RTM метода, в котором используются трехмерные плетеные наполнители, а процесс пропитки объединен с приклейкой оковки лопатки в оснастке [12].

SA-RTM (Solvent Assisted RTM). Указанный метод применяют для некоторых видов связующих, для которых применение методов RTM имеет очевидные преимущества, но использование расплавов которых в процессе пропитки невозможно из-за малого времени жизни при температуре плавления или высокоплавких компонентов. Для снижения вязкости связующего применяют растворители в виде низкомолекулярных низковязких добавок неактивного типа. Растворитель либо остается в пластике и может выступать в роли пластификатора или должен быть выведен посредством вакуумирования. В [13] приведен пример использования метода SA-RTM для изготовления изделий из высокоплавких полиамидных связующих с помощью этилового спирта.

T-RTM (Thermoplastic RTM) – используется для изготовления изделий методом RTM с применением термопластичных связующих в виде низковязких преполимеров, которые под действием катализаторов при нагреве образуют термопластичную матрицу при пропитке наполнителя. Преимуществом данного метода является высокая скорость получения готового изделия, высокая ударная вязкость пластика, возможность переформовать изделие [14].

Advanced RTM (Polytech Ltd.). Метод, автором которого является Blaise Lewark, разработан для изготовления малогабаритных несущих поверхностей (крылатые ракеты, беспилотные ЛА), производимых фирмой Boeing. Единый слой наполнителя укладывается на сформированный синтактичный наполнитель с узлом крепления. Собранный пакет помещается в двухстороннюю жесткую оснастку, в которой он пропитывается как в обычном RTM методе [15].

RARTM (Rubber Assisted RTM). В данном методе используется оснастка, изготовленная из эластомерных материалов с высоким коэффициентом термического расширения. При термическом отверждении связующего оснастка расширяется и выдавливает часть связующего в систему дренажа. При этом увеличивается скорость и снижается давление пропитки наполнителя.

TERTM (Thermal Expansion RTM, TERTM Inc.). В данном методе расширение наполнителя при термическом отверждении изделия после пропитки в оснастке выдавливает избыток связующего, повышая долю наполнителя в слоях ПКМ [17].

CA RTM (Channel-Assisted RTM). Метод предусматривает создание на одной из поверхностей жесткой двухсторонней оснастки временных транспортных ка-

налов для увеличения скорости пропитки сухого наполнителя. Предложены несколько вариантов исполнения временных транспортных каналов: использование подвижных принудительно передвигаемых элементов, перемещение которых по направлению от поверхности создает сеть каналов на поверхности; использование каналов, закрытых эластомерной мембраной, принудительно деформируемой внешним воздействием для образования сети каналов; использование сети каналов, закрытых эластомерной мембраной, которая перемещается внутрь указанных каналов под действием перепада давления между формообразующей полостью в оснастке и полостью каналов. Указанный перепад давления может быть создан за счет соответствующего применения пониженного и/или повышенного давления в полостях. После пропитки принудительно перемещаемые элементы или эластомерная мембрана возвращаются на свое место, обеспечивая гладкость поверхности и отжим избытка связующего [18].

HD-RTM (Hochdruck RTM (нем.)), HP-RTM (High pressure RTM) — высокоавтоматизированная версия метода RTM, разработанная фирмой KraussMaffei с применением высокого давления подачи связующего при пропитке (порядка 10 МПа). Метод предлагается для производства среднечечных автомобильных компонентов с высоким темпом производства. В качестве наполнителя рассматривается мат на основе углеродных волокон. Применение метода в производстве позволяет снизить время пропитки и применить высоковязкие эпоксидные и полиуретановые связующие [19].

HS RTM (High-Speed RTM) — разновидность метода RTM, обеспечивающая высокую производительность применительно к средне- и крупносерийному производству. Для этого механизмируются или автоматизируются практически все операции изготовления детали, выполняется предварительная подготовка сухого наполнителя на прессах для придания требуемой формы, изготавливаются закладные элементы. Применяются впрыск связующего под высоким давлением в нагретую форму и неполное отверждение связующего с последующим свободным доотверждением. Используются связующие с малым временем отверждения [20].

SC RTM (Short Cycle RTM, Toray) — аналог метода HS RTM, предназначенный для массового крупносерийного изготовления деталей для автомобильной и авиационной промышленности. Метод основан на двух основных технологиях — быстрой пропитки наполнителя и быстрого отверждения связующего. Разработанное связующее сохраняет вязкость ниже 0,3 Па·с в течение 3 минут и отверждается еще за 2 минуты. Пропитка осуществляется через поверхность изделия благодаря большому количеству точек подачи связующего. Общее время цикла изготовления детали составляет не более 10 минут для детали типа внутренней панели автомобильной двери [21].

LC RTM (Lost Core RTM, Daimler AG, Airbus, CoreTech Systems Inc.) — метод изготовления сложных

пустотелых изделий методом RTM с применением внутренней формующей вставки из материала, удаляемого после отверждения, например, вымыванием растворителями (для пластмассы), водой (для керамики), выплавлением (для воска, эвтектических легкоплавких сплавов) или разрушением [22].

CRTM (Continuous RTM, Glasforms Inc.) Данный метод представляет собой комбинацию методов пултрузии и RTM, при котором сухой наполнитель (в том числе с непористым наполнителем) подается на предварительное формирование контура изделия, далее — в калиброванную полость оборудования, в которой происходит пропитка связующим под давлением и отверждение связующего [23].

CRTM (Compression RTM, University of Delaware) или RTCM (Resin Transfer Compression Molding) — процесс, при котором жесткая оснастка, аналогичная применяемой в методе RTM, смыкается не полностью, образуя зазор, в который подается необходимое количество связующего. Затем подача связующего прекращается и оснастка смыкается. Увеличивающееся при смыкании давление в полости заставляет связующее перемещаться от области впрыска к периферии, пропитывая наполнитель. Метод позволяет повысить скорость пропитки наполнителя [24].

DP-RTM (Different Pressure RTM, MT Aerospace AG). При изготовлении изделий этим методом используется оснастка, аналогичная применяемой в методе VARTM, располагается внутри автоклава. Давление впрыска связующего практически соответствует давлению в автоклаве, что способствует сохранению толщины детали (отсутствие раздувания детали по толщине). После окончания пропитки давление подачи связующего снижается, при этом давление в автоклаве способствует вытеснению части связующего с оснастки в дренажную систему, что повышает относительную долю наполнителя и снижает пористость до показателей пластика автоклавного формования [25].

MTRI (MAN Technology Resin Infusion). В этом методе оснастка, аналогичная применяемой при VARTM методе, содержит сухой наполнитель с уложенной на него газопроницаемой мембраной и нетканым материалом. Указанный пакет герметизируется гибкой мембраной (вакуумным мешком) и оснастка устанавливается в автоклав. Пропитка происходит за счет разрежения в полости под вакуумным мешком аналогично методу VAP, а по завершению пропитки, контролируемому по датчикам, внедренным в сухой наполнитель, осуществляется отверждение под избыточным давлением автоклава, вытесняющим избыток связующего аналогично методу DP-RTM [26].

SLI (Single Line Injection, DLR) — разновидность метода DP-RTM, особенностью которого является то, что линия подачи связующего после завершения пропитки переключается на слив избыточного связующего, выдавливаемого автоклавным давлением [27].

IP RTM (Isostatic Pressure RTM, Northrop Grumman) — метод, в основных чертах соответствующий методу DP-RTM. На одностороннюю оснастку под вакуумный мешок из эластомера укладывается сухой наполнитель. Оснастка устанавливается в автоклав. В полость на оснастке подается связующее под избыточным давлением от насоса, пропитывая наполнитель. После пропитки в автоклаве давление поднимается от атмосферного до давления, равного или несколько превышающего избыточное давление пропитки, при этом избыток связующего выдавливается и по трубке отводится наружу автоклава. Эластомерная мембрана мешка содержит электрические нагреватели для отверждения связующего [28].

Autoclave RTM (Termal Equipment Corp.). В этом методе оснастка с уложенным наполнителем и вакуумным мешком помещается в автоклав. Подача связующего осуществляется посредством эластичной трубки, уложенной по периметру детали и подключенной к емкости со связующим под давлением или к насосу. Давление в полости оснастки снижается для пропитки наполнителя. Одновременно снижается давление и в автоклаве, что уменьшает перепад давления между автоклавом и полостью формования детали, снижая нагрузку на оснастку. Последняя может быть выполнена менее жесткой и легкой. По мере пропитки наполнителя давление в полости оснастки повышается, при этом система контроля соответственно повышает давление в автоклаве. Повышающееся давление в автоклаве пережимает трубку подачи связующего и при соответствующем подборе параметров трубки и давления в автоклаве полностью прекращает подачу связующего [29].

ComPRIS (Composites Pressure Resin Infusion System, University of Maine) — метод изготовления деталей из КМ, в котором сухой наполнитель укладывается в полость полужесткой оснастки и помещается в автоклав вместе с резервуаром подачи связующего. Дренаж выводится за пределы автоклава, создавая перепад давления между полостью автоклава и атмосферой, создающий условия для пропитки наполнителя. Главной особенностью процесса является применение в качестве оснастки слабопроницаемого материала — древесины, открытоячеистых пенопластов, пористых керамик и пластмасс. Слабопроницаемая оснастка создает условия для отвода газовых включений сквозь свою толщину в дренаж и способствует проникновению связующего в толщину с образованием прочной связи. Комбинация пропитки под давлением и слабопроницаемой оснастки способствует снижению пористости пластика ниже 0,2%. Оснастка либо приформовывается к композиционному материалу, образуя декоративно-эстетическое или защитное покрытие, либо посредством разделительных проницаемых слоев (жертвенная ткань) может быть отделена от изделия. В данном методе существенно снижается количество расходных технологических материалов, изделия отличаются высокой долей наполнителя в готовом виде [30].

Centrifugal RTM (United Technologies) — метод, в котором пропитка сухого наполнителя, находящегося в по-

лости жесткой оснастки, осуществляется связующим под избыточным давлением, а также за счет центробежных сил, возникающих при вращении оснастки. Избыточное давление в резервуаре со связующим может создаваться поршнем, кинематически связанным с центробежными грузами. Подача связующего осуществляется от центра изделия и оснастки к периферии. Метод применим для изготовления деталей различной конфигурации, особенно осесимметричных. Преимуществом метода по сравнению с классическим RTM являются простое оснащение, увеличение скорости пропитки за счет действия центробежных сил [31].

VIARTM (Vibration Assisted RTM, National Technical University of Athens, Boeing). Низкочастотная вибрация (15...20 Гц), прикладываемая к связующему и наполнителю, позволяет увеличить скорость пропитки плотных наполнителей, снизить вероятность образования зон непропитанного наполнителя, снизить давление пропитки. Пульсации акустического давления, возникающие при низкочастотной вибрации, способствуют преодолению капиллярных сил поверхностного натяжения на границе «волокно — связующее». Высокочастотная вибрация (частота не менее 10^5 Гц, амплитуда порядка 10^{-6} м) позволяет создать высокие скорости сдвига, что обеспечивает снижение сдвиговых сил деформации в неньютоновских жидкостях, какими являются в частности высоковязкие термопластичные связующие. Таким образом, высокочастотная вибрация способствует улучшению консолидации пластика на основе термопластичного связующего при пропитке и схлопыванию пор вследствие высоких возникающих давлений [32].

CIRTM (Co-Injection RTM, University of Delaware) — процесс производства панелей транспортных средств военного назначения, при котором осуществляется пропитка панели несколькими связующими одновременно. Указанные панели объединяют разнородные элементы баллистической защиты, структурные слои и слои внутренней облицовки, отвечающие требованиям к самозатухаемости и малой плотности дыма и опасности продуктов горения (fire, smoke, toxicity). Для структурных зон панели применяются полиэфирные или эпоксидные связующие, а для облицовки — фенольные. Зоны могут быть разделены между собой непроницаемыми, проницаемыми или слабопроницаемыми пленками в зависимости от совместимости связующих и особенностей пропитки панели, а также могут иметь разделитель в виде пленочного клея, совместимого со связующими по механизмам образования жесткосеточного каркаса и температурно-временным характеристикам отверждения [33].

RIRM (Resin Injection Recirculation Molding). Особенностью данного метода является способ использования избыточного связующего, вытекшего из формы при пропитке наполнителя. При заполнении отстойника подача связующего переключается таким образом, что отстойник становится источником подачи связующего, а в качестве емкости для слива избыточного связующего из

оснастки становится очередной отстойник. При наполнении очередного отстойника он становится источником подачи связующего. Метод применяется для связующих с высоким временем жизни [34].

H-VARTM, HT-VARTM (Heated VARTM или High Temperature VARTM). Использование нагретой оснастки и подогретого связующего для снижения вязкости позволяет снизить время и улучшить качество пропитки. H-RTM, HT-RTM — аналогичные версии RTM процесса [35].

A-VARTM (Advanced VARTM, Mitsubishi Heavy Industries) — комплекс технологических мероприятий, разработанных совместно Toray и Mitsubishi Heavy Industries для изготовления крупногабаритных агрегатов аэрокосмической техники с низкой себестоимостью и высоким качеством. Для повышения энергии разрушения ПКМ на основе современных связующих, применяемых в процессах VARTM, наполнитель предварительно покрывается термoplastом, выполняющим одновременно роль binder-a, то есть субстрата, удерживающего вместе пакет наполнителя. После этого собранный пакет наполнителя нагревается на технологической форме до температуры размягчения нанесенного термoplastа и спрессовывается в единый пакет, образуя так называемый preform, то есть заготовку наполнителя, существенно упрощая процедуры выкладки наполнителя и снижая подвижки слоев в процессе работы с ними. Кроме того, применен особый процесс прошивки наполнителя, отличающийся более высокой проницаемостью для связующего и повышенной энергией разрушения по сравнению с обычной прошивкой. Еще одной особенностью метода A-VARTM является отсос связующего после процесса VARTM пропитки наполнителя, что позволяет повысить долю волокна в ПКМ до уровня изделий, получаемых при автоклавном методе (54.58%). Для ускорения пропитки крупногабаритных изделий применяется особая структура наполнителя с интегрированными каналами распространения связующего и минимальной волнистостью нитей [36].

MIT RTM (Multiple Insert Tooling RTM, Plastech Thermoset Tectonics) — разновидность L-RTM, особенность которого состоит в использовании жесткого основания, на которое устанавливается полужесткая вставка с формообразующей поверхностью. Жесткое основание обеспечивает сохранение формы, содержит крепежные и стяжные приспособления, систему нагрева и охлаждения. На основание устанавливается вставка с нанесенным гелькоутным слоем и наполнителем и закрывается полужесткой верхней частью оснастки, содержащей систему герметизации, каналы подачи и отвода связующего, датчики и систему отвода избытка связующего. Далее оснастка поступает на этапы подачи связующего и его отверждения. Параллельно на других сменных вкладышах идет процесс нанесения гелькоута и наполнителя. Таким образом, существенно сокращается время оборота основной части оснастки (основание и верхняя часть), снижаются техно-

логические издержки и себестоимость изделия при крупносерийном производстве изделий из ПКМ [37].

ZIP RTM (Zero Injection Pressure RTM, Plastech Thermoset Tectonics) — разновидность L-RTM, в котором используются жесткая нижняя формообразующая часть оснастки и полужесткая или гибкая верхняя часть оснастки, позволяющая снизить затраты на ее изготовление. Для предотвращения раздувания верхней части оснастки в полости оснастки устанавливается датчик давления, контролирующий давление подачи связующего на уровне, обеспечивающем близкое к нулевому значению избыточное давление в полости [38].

RIM (Reaction Injection Molding) — процесс, при котором в полость формообразующей оснастки подаются низкомолекулярные компоненты терморезактивного (например, полиуретаны) или термопластичного (например, полибутилентерефталат) связующего, обладающие низкой вязкостью. Низковязкие компоненты сшиваются посредством реакции полимеризации (реже поликонденсации) с образованием высокомолекулярного материала [39].

SRIM (Structural RIM) или RRIM (Reinforcement RIM) — вариант процесса RIM (Resin Injection Mold), при котором в оснастке уложен наполнитель (SRIM) [40] или вместе с компонентами связующего подается рубленое волокно армирующего наполнителя (RRIM) [41].

VACRIM (VACuum RIM) — вариант RIM или SRIM (RRIM), в котором подача низкомолекулярных компонентов осуществляется посредством вакуума, образуемого в полости матрицы [42].

Выводы

1. Методы пропитки в закрытой оснастке применяются для получения изделий, к которым предъявляются требования высокой повторяемости и точности размеров, а также наличие нескольких рабочих поверхностей.
2. Данные методы применимы в крупносерийном производстве.
3. Указанные методы позволяют достичь высоких показателей прочности изделий.
4. Рассматриваемые методы характеризуются высокими затратами на изготовление оснастки, необходимостью применения дополнительного оборудования (установки нагнетания связующего).
5. Одним из ограничивающих факторов, препятствующих распространению методов пропитки в закрытой оснастке в авиационно-космическое производство, являются низкая теплостойкость и ударная вязкость получаемого пластика.
6. Основными направлениями совершенствования методов пропитки в закрытой оснастке являются: сокращение технологического цикла изготовления изделия, обеспечение качественной пропитки и низкой пористости, использование существующего оборудования.

Литература:

1. Liquid Moulding Technologies / C.D. Rudd, A.C. Long, K.N. Kendall, and C.G. E. Mangin. — Woodhead Publishing and SAE International, 1997. — ISBN 1–85573–220–3.
2. Patent №5,306,448 (US), Int. Cl.5 B29C 43/10. Method for resin transfer molding process/Robert V. Kromrey; United Nechnologies Corp. — Appl. No.: 138,776; Filed: Dec. 28, 1987; Date of Patent: Apr. 26, 1994.
3. Patent №4,762,740 (US), Int. Cl.4 B32B 3/02. Resin transfer molding core, perform and process/Carl F. Johnson, Norman G. Chavka; Ford Motor Comp. — Appl. No.: 61,763; Filed: Jun. 15, 1987; Date of Patent: Aug. 9, 1988.
4. Sara Black New approaches to cost-effective tooling / Sara Black // High Performance Composites. — July, 2003. — P.34–38.
5. Vaidya K. Affordable processing of thick section and integral multifunctional composites / K. Vaidya, A. Abraham, S. Bhide //Composites. — Part A 32. — P. 1133–1142.
6. Patent №2,495,640 (US), Int. Cl. 154–110. Method of molding/Irving E. Muskat; Marco Chemicals, Inc. — Ser. No.: 598,339; Filed: Jun. 8, 1945; Date of Patent: Jan. 24, 1950.
7. Patent №6,929,770 (US), Int. Cl.7 B29C 70/48. Mandrel-assisted resin transfer molding process employing resin outflow perimeter channel between male and female mold elements/James D. Caldwell; Caldwell Design and Fabrication, L.L. C. — Appl. No.: 10/655,903; Filed: Sep. 5, 2003; Date of Patent: Aug. 16, 2005.
8. Sara Black SQ-RTM enables net-shape parts / Sara Black //High Performance Composites. — September, 2010. — P.44–49.
9. Patent №6,558,590 B1 (US), Int. Cl7. B29C 43/20. Method and machine for manufacturing molded structures using zoned pressure molding/David H. Steward. — Appl. No.: 09/936,874; Filed: Mar. 17, 2000;
10. Ginger Gardiner RTM showcase:One-Piece Rudder / Ginger Gardiner // High Performance Composites. — January, 2010. — P.34–38.
11. Paul Shark Molding a one-pieces chassis for electric car / Paul Shark // Mechanical Engineering. — September, 1999. — P.50–53.
12. Patent №7,581,932 B2 (US), Int. Cl. F01D 5/14. Method of manufacturing a composite turbomachine blade, and a blade obtained by the method/Dominique Coupe & ors. — Appl. No.: 11/550,606; Filed: Oct. 18, 2006; Date of Patent: Sep. 1, 2009.
13. Patent №6,784,276 B1 (US), Int. Cl.7 ^8G 73/10. High-solids polyimide precursor solutions/Chun-Hua Chuang; The United States of America as represented by the United States National Aeronautics and Space Administration. — Appl. No.: 10/202,643; Filed: Jul. 25, 2002; Date of Patent: Aug. 31, 2004.
14. Mallon. P.J. VARTM & RTM Processing of PBT & PA Thermoplastic Composites / P.J. Mallon // Final report to office of Naval Research, Oct. 2002. University of Limerick, Limerick, Ireland.
15. Tool and manufacturing engineers handbook. Desk edition / W.H. Cubberly, Ramon Bakerjian. — SME, 1989. — 1250 p.
16. NASA Technical Reports Server (NTRS)[Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa./19950021847_1995121847.
17. Patent №5,061,418 (US), Int. Cl.5 B29C 67/00. Thermal expansion resin transfer molding/Maximilian Ware; Tertm, Inc. — Appl. No.: 436,776; Filed: Nov. 15, 1989; Date of Patent: Oct. 29, 1991.
18. Patent №6,919,039 B2 (US), Int. Cl.7 B29C 43/12. Channel assisted resin transfer molding/Eric J. Lang, Richard W. Rydin. — Appl. No.: 10/161,442; Filed: Jun. 3, 2002; Date of Patent: Jul. 19, 2005.
19. HP-RTM-Process Advancements [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.speautomotive.com/SPEA_CD/SPEA2010/pdf/ET/ET5.pdf.
20. Characterization and failure analysis of plastics: Collection of articles from ASM International handbook. — ASM International, 2003. — 482 p.
21. Alstecc program: characterization of a Short Cycle RTM for mass production»/ M. Yamasaki, I. Taketa & ors // 16th International Conference on Composite Materials, Kyoto, Japan (2007).
22. Patent №2008/003740 A1 (WO), Int. Cl. B29C 33/50. Method for producing a fibre composite component using a molding core, and said moulding core/J. Torben, J. Piepen-Brock; Airbus Deutschland GMBH. — Filing Date: 05.07.2007; Publ. Date: 10.01.2008.
23. Glasforms [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.glasforms.com/products/crtm.htmln.
24. Process analysis of compression resin transfer molding / P. Bhat, J. Merotte, P. Simacek and S.G. Advani // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 40, Issue 4, April 2009, P. 431–441.
25. Winkler P.-J. Materials for transportation technology / P.-J. Winkler. WILEY-VCH, EUROMAT-volume 1, 2000. — 372 p.

26. Patent EP 1 393 883 B1, Int. Cl. B29C 70/44. Vorrichtung, werkzeuganordnung und verfahren zur herstellung von bauteilen aus faserverbundwerkstoffen mittels temperature-und druckgesteuerter injektionstechnik/T. Lorenz, G. Stegmaier & ors; MT Aerospace AG. – Date of Patent: 06.09.2006.
27. SLI-RTM Fairings for Fairchild Dornier / A.S. Herrmann., A. Pabsch, M. Kleineberg //Do 328 Jet, 22nd SAMPE Europe International Conference, Paris.
28. Patent №5,863,452 (US), Int. Cl.6 B22D 19/00. Isostatic pressure resin transfer molding/Robert L. Harshberger, Keith A. Olsen & ors; Northrop Grumman Corp. – Appl. No.: 837,402; Filed: Apr. 17, 1997; Date of Patent: Jan. 26, 1999.
29. Patent №5,441,692 (US), Int. Cl.6 B29C 70/48. Process and apparatus for autoclave resin transfer molding/Todd Taricco; Thermal Equipment Corp. – Appl. No.: 196,409; Filed: Feb. 14, 1994; Date of Patent: Aug. 15, 1995.
30. Patent №7,300,894 B2 (US), Int. Cl. B32B 5/26. Composite pressure resin infusion system (ComPRIS)/Barry S. Goodell, Roberto A. Lopez-Anido, Benjamin Herzog; University of Maine. – Appl. No.: 10/732,584; Filed: Dec. 9, 2003; Date of Patent: Nov. 27, 2007.
31. Patent №5,393,215 (US), Int. Cl.6 B29C 45/02. Centrifugal resin transfer molding/Thomas P. Donovan; United Technologies Corp. – Appl. No.: 998,095; Filed: Dec. 30, 1992; Date of Patent: Feb. 28, 1995.
32. Patent №6,827,896 B2 (US), Int. Cl.7 B06B 1/02. Vibration assisted processing of viscous thermoplastics/Stephan Christensen, Eric J. Stober; The Boeing Company. – Appl. No.: 10/438,096; Filed: May. 9, 2003; Date of Patent: Dec. 7, 2004.
33. Patent №6,048,488 (US), Int. Cl.7 B32B 31/12. One-step resin transfer molding of multifunctional composites consisting of multiple resins/Bruce K. Fink & ors; The United States of America as represented by Secretary of the Army. – Appl. No.: 08/956,595; Filed: Oct. 23, 1997; Date of Patent: Apr. 11, 2000.
34. Scott M. Lewit Boatbuilding & Closed Molding: new advances expand options / Scott M. Lewit. //Composites Manufacturing. – October, 2006. – P.12–15.
35. Patent №2009/0189320 A1 (US), Int. Cl. B29C 43/02. Heat vacuum assisted resin transfer molding process for manufacturing composite materials/Ronnie L. Bolick, Ajit D. Kelkar; North Carolina Agricultural and Nechnical State University. – Appl. No.: 12/361,224; Filed: Jan. 28, 2009; Date of Patent: Jul. 30, 2009.
36. Patent №7,0785,525 B2 (US), Int. Cl. B29B 13/08. RTM molding method/Noriya Hayashi, Hiroshi Mizuno, Koichi Hasegawa, Kazuo Ota;
37. Гроховский А. Современное пластиковое судостроение / А. Гроховский // Катера и яхты. – 2009. – №217. – с. 152–155.
38. JHM Technologies' RTM composites [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.jhmtechnologies.com/JHM/rtm_zipprocess3.html.
39. Patent №5,196,152 (US), Int. Cl.5 B29C 45/14. Reaction injection molding with internal frame and shear edge/Donald R. Gamache, Douglas P. Waszeczak; The Dow Chemical Comp. – Appl. No.: 698,623; Filed: May. 10, 1991; Date of Patent: Mar. 23, 1993.
40. Patent №5,204,170 (US), Int. Cl.5 D03D 3/00. High density structural reaction injection molded composite containing a fabric of nonwoven spunbonded fibers made of a polyester core sheathed in a polyamide skin embedded in a polyurethane matrix/Gregg S. Kuyzin; BASF Corp. – Appl. No.: 738,773; Filed: Aug. 1, 1991; Date of Patent: Apr. 20, 1993.
41. Mazumdar. Composites manufacturing: materials, product, and process engineering / Mazumdar, Sanjay K. //Boca Raton.CRC Press LLS, – 396 p.
42. Trevol F. Starr. Composites: a profile of the worldwide reinforced plastic industry, markets and suppliers / F. Trevol. – Elsevier, 1999. – 280 p.

Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ)

Чупрова Лариса Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент;
Муллина Эльвира Ринатовна, кандидат технических наук, доцент
Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова

Современное производство упаковочных материалов и изделий состоит из четырех основных сегментов: упаковка из металла, стекла, полимеров, бумаги и картона.

В последнее время наблюдается тенденция увеличения доли пищевой полимерной упаковки. Эта тенденция на отечественном рынке, полностью соответствует общемировым тенденциям развития рынка тары и упаковки. Практически во всех развитых странах, производство и спрос на пластиковую тару значительно увеличивается. Это связано с тем, что полимеры обладают широкой гаммой свойств и низкой себестоимостью конечной продукции.

Наиболее стремительно растущий в настоящее время сегмент полимерной упаковочной индустрии — производство ПЭТ-упаковки.

Полиэтилентерефталат — продукт поликонденсации терефталевой кислоты. На данный момент он занимает ведущее место среди упаковочных материалов, тара из ПЭТ отличается прозрачностью, легкостью, прочностью, высокой герметичностью, может приобретать сложную геометрическую форму и на 100% подлежит утилизации. Необходимо отметить исключительную устойчивость ПЭТ к атмосферным воздействиям, действию ультрафиолетовых лучей и излучению. ПЭТ нетоксичен, без запаха, имеет повышенный блеск, химически стоек, не подвержен действию бактерий, может выдерживать стерилизацию.

Из ПЭТ изготавливают многообразные бутылки, пленку, которые применяют в пищевой промышленности, аморфные ПЭТ-пленки и тому подобное. Учитывая такую широкую номенклатуру изделий из этого материала, становится понятным вопрос относительно утилизации ис-

пользованной упаковки. Проблема утилизации пластиковых отходов стала актуальна за рубежом еще в 60-е года прошлого века и значительно позже в России. За один год в России образуется почти 750 тыс. т полимерных отходов. Около 10% перерабатывается. Переработке подвергаются, главным образом, отходы производства, и лишь некоторые отходы потребления. Следовательно, экологическая проблема в России стоит остро, полимерные отходы необходимо перерабатывать [3].

В настоящее время существуют 3 основных способа переработки ПЭТ — отходов (см. табл. 1).

Наиболее целесообразной является механическая переработка ПЭТ-отходов, что не только экологически безопасно, но и экономически выгодно. ПЭТ-гранулят, который в настоящее время закупается Россией за рубежом, является достаточно дорогим продуктом, а тот, что может быть получен путем вторичной переработки, почти не отличается по физико-механическим и тепло-физическим свойствам от первичного ПЭТ.

Технология механической переработки ПЭТ тары может несколько отличаться в зависимости от фирмы-производителя оборудования, но обязательно включает следующие основные операции: сбор отходов; разбивка кип; первичная мойка; первичное дробление; мойка с флотацией; промывка; сепарация от воды; сушка; измельчение; воздушная сепарация; упаковка [1].

Сбор и сортировка отходов ПЭТ являются наиболее слабым звеном в процессе организации переработки, как технологических отходов, так и в еще большей степени отходов потребления.

Таблица 1. Способы переработки ПЭТ-отходов

Способ переработки ПЭТ-отходов	Возможная степень загрязнения отходов	Доля способа переработки в общем объеме перерабатываемых отходов, %	Области применения веществ, полученных в результате переработки
Механический	Низкая и частично средняя	70–75	Для упаковок, производства волокон (напольные покрытия, искусственная шерсть, спортивная одежда), конструкционный пластик для автомобилестроения, строительства
Химический	средняя	5	Получение полиэфиров для производства клеев, покрытий и исходного сырья для повторного синтеза ПЭТ
Термический	сильная	20–21	Сжигание для получения тепловой энергии или пиролиз для получения жидких и газообразных топлив

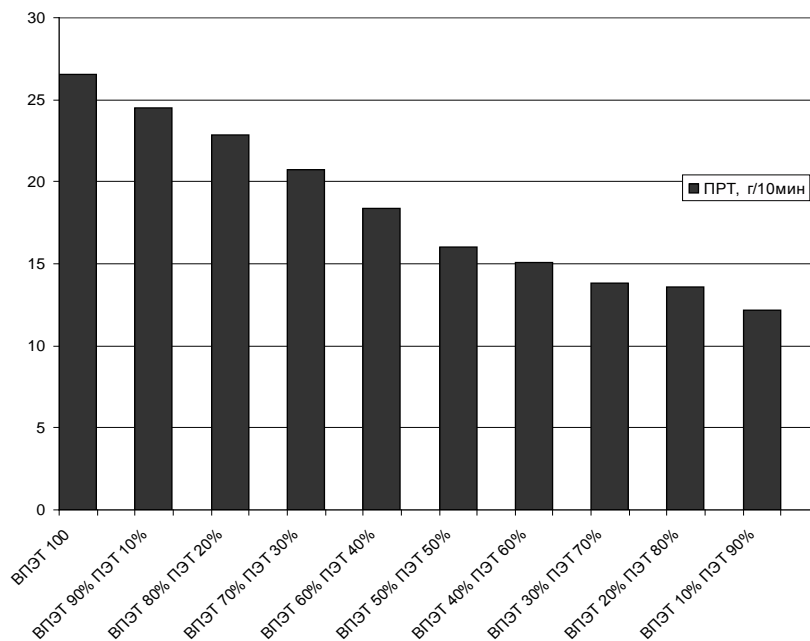


Рис. 1. Диаграмма зависимости ПТР расплава полимерных композиционных материалов, содержащих ВПЭТ и ПЭТ, от состава этих композиций

В Западной Европе вторичная переработка ПЭТ-бутылок поставлена на государственную основу. Для России и стран СНГ утилизация использованной ПЭТ-тары является экологической проблемой. В Англии на сегодняшний день перерабатывается 70% ПЭТ-бутылок, в Германии — 80–85%, в Швеции — 90–95% (это самый высокий показатель в Европе) [5].

В нашей стране насчитывается около 10–12 предприятий, имеющих оборудование для переработки ПЭТ бутылок в хлопья. Причем, большая часть этих предприятий сосредоточена в Московской области, организуются предприятия в Санкт-Петербурге, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде. В других густонаселенных регионах подобных производств не имеется.

В Европе два основных способа сбора и переработки ПЭТ тары. Принцип государственного регулирования переработки ПЭТ-тары состоит в том, что ее производители платят специальный налог, в который заложена стоимость будущей переработки. Из этих денег государство финансирует утилизацию.

На улицах западноевропейских городов установлены разноцветные контейнеры для селективного сбора мусора (стекло, макулатура и т.д.). В Швеции жители сортируют мусор дома. Семья, живущая в отдельном доме, платит половинный тариф за вывоз мусора, если подписывает обязательство сортировать пластик, жести, стекло и бумагу [5].

Для России опыт организации раздельного сбора бытовых отходов в Московской области показал большое значение работы с населением. В течение ряда лет велась

активная пропаганда раздельного сбора мусора среди населения, активная роль в этом отводилась школьникам. Ответственность за сбор вторичного сырья была возложена на дворников (получали сдельную оплату), но активность населения составила 80% (по объему собранного вторичного сырья). В программу вовлечен весь город, включая предприятия торговли, рынки и учреждения.

В Смоленске было предложено совместить приемный пункт вторичного сырья с сортировкой бытового мусора в одном блоке. Предложенная схема исключает применение спецтранспорта. [4]

В нашем регионе опыт сбора и переработки отходов отсутствует. Чтобы решить проблему сбора ПЭТ-тары рассмотрим несколько вариантов. Первый вариант это создание пунктов сбора и сортировки от самого предприятия по переработке отходов ПЭТ и установление предприятием контейнеров для сбора ПЭТ-тары. Другим вариантом решения проблемы может быть заключение договора с муниципальным предприятием, финансируемым государством. Муниципальные предприятия могут производить сбор и сортировку с помощью жилищно-коммунальных хозяйств или специального предприятия по сбору и сортировке полимерных и других отходов (макулатура, стекло, металлическая тара). В этих пунктах будет проводиться сортировка, первичная очистка ПЭТ-бутылок и упаковка в кипы и продаваться предприятиям по переработке отходов. Цена за килограмм такой тары примерно составляет 6–8 рублей и может зависеть от ее качества. Тем самым решается экологическая проблема и проблема создания новых рабочих мест, что актуально в условия кризиса.

После сбора очищенная, распакованная и предварительно подготовленная в порезке, ПЭТ-тара измельчается, проходит стадии отмывки и поступает в агломератор, где за счет трения разогревается и сворачивается в агломерат. Агломерат выгружается в устройство для выгрузки и подается в бункер гранулятора или на затаривание. Хлопья, агломерат и гранулят являются готовым сырьем, которое можно продавать или получать из него различные материалы. Например, из гранулята получают различную тару, ленту, пленки, волокно, композит.

Далее в зависимости от качества оборудования, степени очистки сырья и качества полученного гранулята выбирается способ переработки, а также и вид производимой упаковки.

С целью выбора оптимального варианта для производства упаковки из ВПЭТ была произведена оценка изменения показателя текучести расплава (ПТР) ППЭТ и ВПЭТ в зависимости от процентного содержания первичного и вторичного ПЭТ в расплаве. Показатели текучести расплава измеряли на приборе ИИРТ при температуре 250 °С и нагрузке 2,16 кгс, время между отсечениями 10 сек. Результаты эксперимента приведены на рисунке 1.

Литература:

1. Милицкая Е.А., Андреева Т.И. Обзорная информация. Производство и переработка пластических масс. Материалы на основе ПЭТФ. — М.: НИИТЭХИМ, 2003. — 109 с.
2. Производство упаковки из ПЭТ. Д. Брукс. Дж. Джайлз (ред); пер. с англ. под ред. О.Ю. Сабсаля — СПб.: Профессия, 2006. с. 182—183.
3. ПЭТ-упаковка. Достижения и будущее. // Российский продовольственный рынок. — 2005. — №3. — с. 84—85.
4. Татьянченко А. Из ПЭТ-упаковки можно делать ПЭТ-упаковку // Тара и упаковка. — 2002. — №1. — с. 18—19.
5. Утилизация пластиковой упаковки в западной Европе // Тара и упаковка. — 2000. — №1. — с. 38.

Малоэтажная жилая застройка в структуре крупного города (на примере Иркутска)

Ягольник Евгения Сергеевна, аспирант

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрены градостроительные условия размещения малоэтажной жилой застройки в структуре города Иркутска. Её развитие в границах города. Затронуты проблемы развития селитебных территорий города, занятых малоэтажной жилой застройкой. Графически отображено процентное соотношение типов застройки, в структуре города.

Ключевые слова: селитебные территории, земельный фонд, малоэтажная застройка, жилище, субурбанизация.

Динамику роста населения 20 века, сопровождал процесс быстрой урбанизации, что не могло не повлиять на типологию жилища.

Рост населения земли, развитие производительных сил, научно-техническая революция, превращают развитие города в одну из актуальных проблем современности.

В результате эксперимента удалось определить, что оптимальным видом переработки ПЭТ-отходов является литье под давлением. Композиция с содержанием вторичного ПЭТ от 20 до 40 % имеет ПТР от 13 до 15 г/10мин, что соответствует среднему показателю текучести расплава, оптимальным условиям переработки композиции.

Композиция из первичного и вторичного ПЭТ, содержащая от 20 до 40 % вторичного сырья, может использоваться для производства ПЭТ-бутылок многослойным литьем преформ по технологии Bottle-to-bottle (бутылка-в-бутылку), которая активно используется на Западе. [2] Многослойное литье, будучи вариантом традиционного литья под давлением, является более доступной для внедрения на действующих предприятиях и позволяет включить до 40 % от веса преформ вторичного ПЭТ в качестве внутреннего слоя, который полностью закрыт внешним слоем первичного ПЭТ. Так как ВПЭТ не входит в контакт, как с содержанием упаковки, так и с потребителем, для среднего слоя контейнера может быть использован как 100 % вторичный ПЭТ, так и оптимальная композиция первичного и вторичного ПЭТ содержащая от 20 до 40 % вторичного сырья.

Социально-демографические факторы, экономические играют важную роль в формировании жилища, в том числе и малоэтажного. Протекающие в обществе социокультурные процессы, находят свое отражение в архитектурном образе города, в типологии жилой застройки. Возраст населения, миграция, время, плотность населения,

условия жизни и многое другое, меняет наше представление о жилище. Эти и многие другие факторы влияют на формирование малоэтажной жилой застройки в структуре крупных городов.

Жилище отражает характер географической среды, социально-экономические особенности общества, вкусы и бытовой уклад населения [2]

Переход на новые экономические отношения, на рыночную экономику, обострили жилищную проблему в России. Это не могло не сказаться на выборе жилья. Рост численности населения в городах, в том числе и в Иркутске, привел к увеличению потребности в жилье.

Городская малоэтажная жилая застройка в городе Иркутске, в большинстве случаев, складывалась стихийно, в основном в довоенный и восстановительный период, а так же в результате исторического формирования города. На сегодняшний день сохранились жилые дома XIX — начала XX вв. Но эти дома находятся в удовлетворительном, ветхом, или аварийном техническом состоянии. Причем большинство из них, до сих пор, используется под жилье. Многие малоэтажные жилые дома в городе, не имеют инженерной инфраструктуры и износились не только физически, но и морально.

Актуальной проблемой Иркутска, остается, развитие застроенных территорий.

По информации комитета по градостроительной политике администрации г. Иркутска в пределах городской черты Иркутска формирование земельных участков возможно исключительно в условиях реконструкции и сноса существующей застройки. [3]

Земельный фонд города отображен в рис. 1. По данным генерального плана г. Иркутска от 2007 г.

Большую часть территории городского округа занимают ландшафтно-рекреационные территории и селитебные, далее производственные и прочие.

На селитебные территории в общем объеме земельного фонда города приходится 30,3%.

Использование селитебной территории г. Иркутска

отображено на рис. 2.

Как следует из диаграммы больше половины (64%), селитебной территории занимает жилая зона, которая имеет для данной статьи наибольший интерес, так как именно в этой зоне сосредоточена малоэтажная жилая застройка.

Жилая зона, имеет следующие типы: малоэтажная застройка, средней этажности (3–5-этажная секционная), многоэтажная (6 этажей и выше) и садоводства.

Для того чтобы более наглядно разобраться, какую долю в городе занимает малоэтажная жилая застройка, обратимся к рис. 3

Жилая зона составляет 19,3% селитебной территории Иркутска, в которую входят типы, показанные в % отношении на рис. 3, из этих данных следует, что малоэтажная жилая застройка занимает практически половину (47%) территории жилой зоны. Еще 22% жилой зоны занимают садоводства, [5] которые на сегодняшний день, для многих горожан являются жильем круглогодичного пребывания. Что заставляет обратить внимание на садоводства, как на отдельный тип жилища в структуре города.

Малоэтажная жилая застройка Иркутска, исходя из данных генерального плана 2007 г., в значительной части характеризуется низкой плотностью и высоким уровнем физического износа. Она занимает удельный вес в структуре г. Иркутск, это наглядно отображено на рис. 4.

Проанализировав размещение малоэтажной жилой застройки в структуре города, можно говорить о недостаточном эффективном использовании городской территории.

Значительные площади приходятся на промышленные и коммунально-складские объекты, зачастую занимающие самые ответственные в градостроительном плане территории. При большой площади рекреационных территорий в границах городской черты в городе недостаточно зеленых насаждений общего пользования в границах селитебной зоны, удобных для посещения горожанами — парков, садов, скверов.



Рис. 1. Земельный фонд г. Иркутска



Рис. 2. Современное использование земель г. Иркутск. Состав селитебной территории

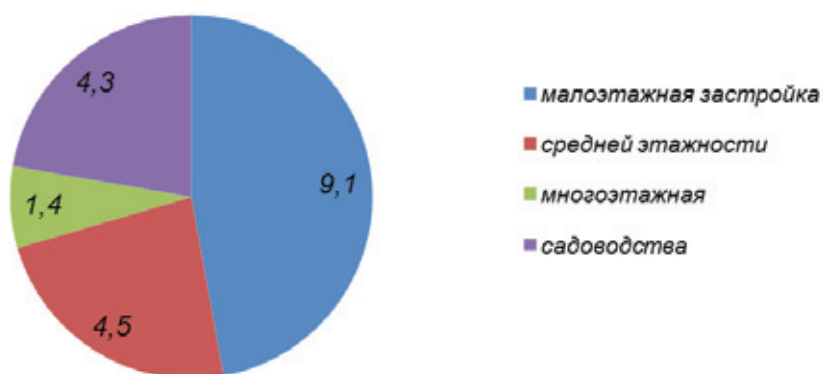


Рис. 3. Состав жилой зоны

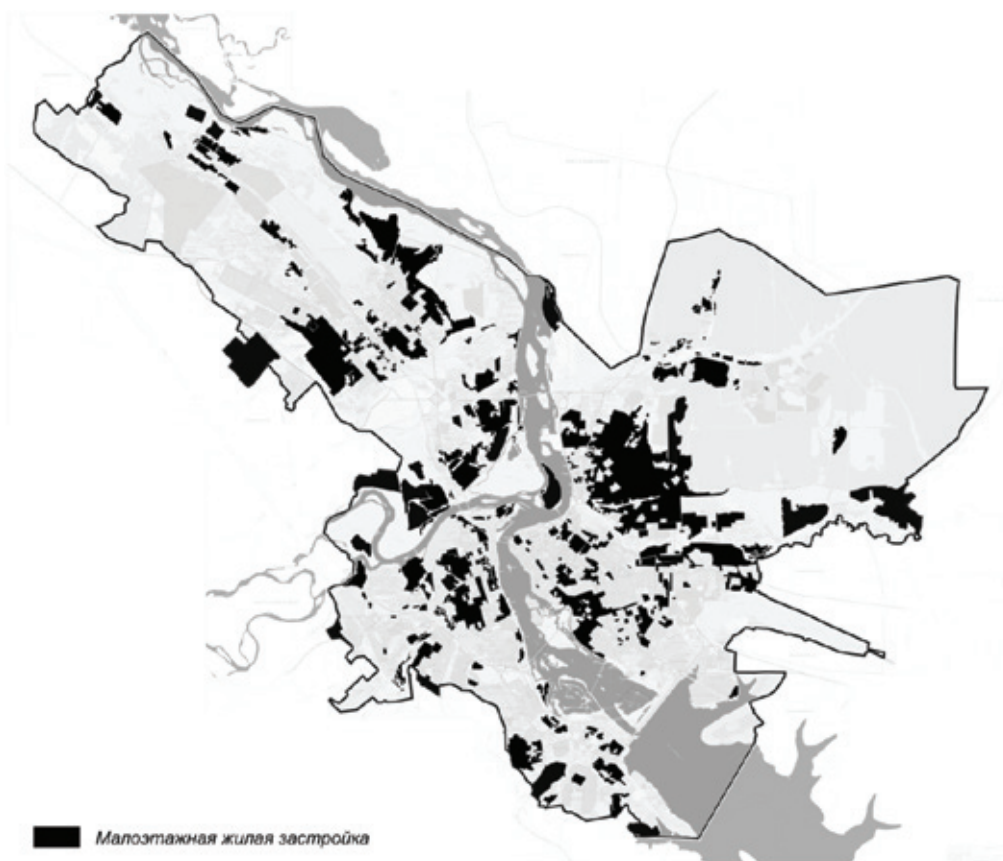


Рис. 4. Малоэтажная жилая застройка в структуре г. Иркутска



Рис. 5. Расположение квартала малоэтажной жилой застройки на производственной территории (пром. зона Жилкино, одна из самых больших в городе)

По схеме использования территории г. Иркутска, и по сложившейся ситуации в городе, можно наблюдать, что малоэтажная жилая застройка, в ряде случаев, располагается в самом центре производственных территорий, (рис 5.) что не отвечает современным представлениям об удобстве и комфорте. Недостаточно внимания уделяется и организации придомовых пространств, которые в малоэтажной застройке является неотъемлемой частью жилища.

Также можно отметить, один из самых больших сегментов малоэтажной застройки г. Иркутск, расположился на правом берегу р. Ангары в северо-восточной части г. Иркутска и включает в себя часть территории Правобережного административного округа. Это предместья Марата, предместья Радищева, предместья Рабочее, микрорайона Зеленый, поселка Искра. Малоэтажные жилые дома составляют несколько больше половины жилищного фонда в этом районе. Так же в данном районе присутствуют объекты культурного наследия. Удельный вес жилищного фонда с износом до 30% составляет около 70% данного района. [7] В основном здесь преобладает индивидуальная жилая застройка, и граждане за счет собственных средств пытаются поддерживать хорошее техническое состояние домов.

Однако в центральной, исторической части города, а так же в ряде других районов города, наблюдается ситуация, когда малоэтажная жилая застройка является морально и физически изношена, при этом она занимает значительную часть селитебной территории города.

Существенная часть городской территории (1,3%) приходится на территории, использование которых по причине инженерно-геологических и гидрологических ус-

ловий (заболоченность, высокий уровень грунтовых вод, затопляемость) требует вложения значительных средств в инженерную подготовку.

Сегодня необходимо рассматривать строительство в структуре города, с учетом исторически сложившейся городской среды, органического включения новых зданий в старую застройку, внедрения научных методов и технологий строительства.

Но как упоминалось ранее, в пределах городской черты Иркутска, формирование земельных участков возможно, исключительно, в условиях реконструкции и сноса существующей застройки. В границах города, мало участков, которые можно рассматривать как резерв для размещения нового строительства.

Уровень обеспеченности населения общей площадью жилищного фонда является одним из важнейших показателей уровня жизни населения. В последние годы средняя жилищная обеспеченность жителей города выросла, эта тенденция связана с ростом уровня жизни.

По данным Облкомстата о распределении жилищного фонда по материалу стен и времени постройки на конец 2007 года по городу Иркутску [1] свидетельствует таблица 1.

Как видно из таблицы 1, жилищный фонд распределен следующим образом: индивидуальные жилые дома преобладают, причем по материалу чаще используется дерево, по годам постройки, преимущественно, жилищный фонд города составляют индивидуальные жилые дома до 1920-х годов и 1946–1970-годов, то есть в основном довоенный и восстановительный период.

Жилищный фонд города, в целом, отличается хорошим техническим состоянием: жилые дома с износом до 30%

Таблица 1

Жилищный фонд	Число жилых домов, единиц		Общая площадь жилых помещений	
	индивидуальных	многоквартирных	тыс. кв.м	в % к итогу
по материалу стен:				
каменные, кирпичные	926	1848	4432,8	38,6
Панельные	-	1706	4881,0	42,5
Блочные	14	18	22,4	0,2
Смешанные	27	38	3,6	0,0
Деревянные	14248	4891	1811,3	15,8
Прочие	4168	740	332,8	2,9
по годам возведения:				
до 1920	7917	2775	909,5	7,9
1921–1945	2767	372	289,2	2,5
1946–1970	6639	4692	3659,1	31,9
1971–1995	1814	960	5192,7	45,2
после 1995г.	246	442	1433,4	12,5
Всего	19383	9241	11483,9	100,0

составляют 68,1% всего жилого фонда, на ветхие дома с износом более 65% приходится 2,6% жилищного фонда города. В то же время следует отметить, что по сравнению с 2003 г. состояние жилищного фонда ухудшилось, удельный вес домов с износом до 30% сократился, а жилищного фонда со сверхнормативным износом — увеличился. [6]

За последние годы город стал расти, расширяясь по окраинам. Вокруг возникали новые современные микрорайоны.

Рост уровня жизни населения, увеличение доходов населения свидетельствует о том, что потребительское предпочтение в жилье, сдвигаются в сторону большего комфорта, безопасности, экологичности и индивидуальности. Так как в городской черте не наблюдается нового малоэтажного строительства, и обширные производственные зоны не упорядочены, размещаются смежно с жилой застройкой без необходимых санитарных разрывов, много

различные по размеру участки промышленно-коммунального назначения и неиспользуемые территории располагаются в селитебной зоне, резко ухудшая качество городской среды. К тому же высокие цены на земельные участки в черте города, не позволяют повсеместно располагать малоэтажную жилую застройку. В связи с этим, последние годы для Иркутска все более характерным становится такое явление, как субурбанизация, т.е. активное развитие пригородной зоны и рост интенсивности связей между городом и пригородом. Численность постоянного населения Иркутского муниципального района за последнее десятилетие выросла на 30%, в условиях улучшения условий транспортной доступности многие жители города переселяются в пригород, чтобы сочетать преимущества городского и сельского образа жизни, сохраняя рабочее место в городе. В перспективе этот процесс только активизируется [4].

Литература:

1. Данные Облкомстата о распределении жилищного фонда по материалу стен и времени постройки на конец 2007 года по городу Иркутску. [Электронный ресурс] URL: <http://novoirk.ru/publish/view/701>
2. Ле Кйм Тхы. Малоэтажные индивидуальные жилые дома для застройки крупнейших городов Вьетнама: на примере Ханоя: диссертация кандидата архитектуры: 18.00.02 /Санкт-Петербург, 2008. с. 1.
3. Министерство имущественных отношений Иркутской области. Реестр свободных земельных участков, предназначенных для комплексной малоэтажной застройки. [Электронный ресурс] URL: <http://wsus.irkobl.ru/sites/mio/auction/reestr.php>
4. Материалы по обоснованию генерального плана г. Иркутска. Том1. Глава 1 Анализ существующего положения. Раздел 1.1 Положение территории в системе расселения, административно территориальное устройство. 2009. с. 12 [Электронный ресурс] URL: <http://www.admirkutsk.ru/?doc=18660> (дата обращения: 06.03.2012)
5. Материалы по обоснованию генерального плана г. Иркутска. Том 1. Глава 1 Анализ существующего положения. Раздел 1.2 Использование территории. 2009. с. 14 [Электронный ресурс] URL: <http://www.admirkutsk.ru/?doc=18660> (дата обращения: 06.03.2012)

6. Материалы по обоснованию генерального плана г. Иркутска. Том 1. Глава 1 Анализ существующего положения. Раздел 1.3 Жилищный фонд. 2009. с. 15 [Электронный ресурс] URL: <http://www.admirkutsk.ru/?doc=18660> (дата обращения: 06.03.2012)
7. Проект планировки предместья Марата, предместья Радищева, предместья Рабочее, микрорайона Зелёный, поселка Искра, поселка Падь Топка. Материалы по обоснованию проекта. 7250-ПЗ-1. 2012 с. 9 [Электронный ресурс] URL: <http://www.admirkutsk.ru/?rubr=666>.

ИНФОРМАТИКА

Comparison of statistical functions for programs (SAS, SPSS, and MINITAB)

Аль Егоби Хуссейн Али Абдулла

Hussain Ali Abdllah
University Thi Qar (Iraq)

Application of the three software packages on binary response data gave some similar and some other different results for the three link functions, logit, normit, and complementary log-log functions. Table-2 demonstrate a summary of the main differences and similarities between SAS, SPSS, and MINITAB. The most important difference between these three software is the default probability of the binary dependent or the response variable, where SAS uses the smaller value (zero) by default to estimate its probability, while SPSS and MINITAB use the higher sorted value (one) as a default. This default situation will have a serious effect on the signs of the estimated parameters, and consequently the odds ratio as well as the confidence intervals for the model parameters.

1. INTRODUCTION

In many areas of social sciences research, one encounter dependent variables that assume one of two possible values such as presence or absence of a particular disease; a patient may respond or not respond to a treatment during a period of time. The binary response analysis models the relationship between a binary response variable and one or more explanatory variables. For a binary response variable Y , it assumes:

$$g(p) = \beta'x \dots \quad (1)$$

Where p is $\text{Prob}(Y=y_1)$ for y_1 as one of two ordered levels of Y ,

β is the parameter vector,

x is the vector of explanatory variables,

and g is a function of which p is assumed to be linearly related to the explanatory variables.

The binary response model shares a common feature with a more general class of linear models that a function $g = g(m)$ of the mean of the dependent variable is assumed to be linearly related to the explanatory variables. The function $g(m)$, often referred as the link function, provides the link between the random or stochastic component and the systematic or deterministic component of the response variable.

To assess the relationship between one or more predictor variables and a categorical response variable the following techniques are often employed:

- (i) Logistic regression
- (ii) Probit regression
- (ii) Complementary log-log

1.1 Logistic regression

Logistic regression examines the relationship between one or more predictor variables and a binary response. The logistic equation can be used to examine how the probability of an event changes as the predictor variables change. Both logistic regression and least squares regression investigate the relationship between a response variable and one or more predictors. A practical difference between them is that logistic regression techniques are used with categorical response variables, and linear regression techniques are used with continuous response variables. Both logistic and least squares regression methods estimate parameters in the model so that the fit of the model is optimized. Least squares minimize the sum of squared errors to obtain parameter estimates, whereas logistic regression obtains maximum likelihood estimates of the parameters using an iterative-reweighted least squares algorithm (McCullagh, P., and Nelder, J.A., 1992).

For a binary response variable Y , the logistic regression has the form:

$$\text{Logit}(p) = \log_e[p/(1-p)] = \beta'x \dots \quad (2)$$

or equivalently,

$$p = [\exp(\beta'x)] / [1 + \exp(\beta'x)] \dots \tag{3}$$

The logistic regression models the logit transformation of the i^{th} observation's event probability; p_i , as a linear function of the explanatory variables in the vector x_i . The logistic regression model uses the logit as the link function.

1.2 Probit regression

Probit regression can be employed as an alternative to the logistic regression in binary response models. For a binary response variable Y , the probit regression model has the form:

$$\Phi^{-1}(p) = \beta'x \dots \tag{4}$$

or equivalently,

$$p = \Phi(\beta'x) \dots \tag{5}$$

Where Φ^{-1} is the inverse of the cumulative standard normal distribution function, often referred as probit or normit, and Φ is the cumulative standard normal distribution function. The probit regression model can be viewed also as a special case of the generalized linear model whose link function is probit.

1.3 Complementary log-log

The complementary log-log transformation is the inverse of the cumulative distribution function $F^{-1}(p)$. Like the logit and probit model, the complementary log-log transformation ensures that predicted probabilities lie in the interval $[0,1]$.

If probability of success is expressed as a function unknown parameters i.e.,

$$p_i = 1 - \exp\{-\exp(\sum_k \beta_k x_{ik})\} \dots \tag{6}$$

Then the model is linear in the inverse of the cumulative distribution function, which is the log of the negative log of the complement of p_i , or $\log\{-\log(1-p_i)\}$, where

$$\log\{-\log(1-p_i)\} = \sum_k \beta_k x_{ik} \dots \tag{7}$$

In general, there are three link functions that can be used to fit a broad class of binary response models. These functions are: (i) the logit, which is the inverse of the cumulative logistic distribution function (logit), (ii) the normit (also called probit), the inverse of the cumulative standard normal distribution function (normit), and (iii) the gompit (also called complementary log-log), the inverse of the Gompertz distribution function (gompit). The link functions and their corresponding distributions are summarized in Table-1:

Table 1. The Link Functions

Name	Link Function	Distribution	Mean	Variance
Logit	$g(p_i) = \log_e \{ p_i / (1-p_i) \}$	Logistic	0	$p^2 / 3$
Normit (probit)	$g(p_i) = \Phi^{-1}(p_i)$	Normal	0	1
Gompit (Complementary log-log)	$g(p_i) = \log_e \{-\log_e(1-p_i)\}$	Gompertz	$-\gamma$ (Euler constant)	$p^2 / 6$

We can choose a link function that results in a good fit to our data. Goodness-of-fit statistics can be used to compare fits using different link functions. An advantage of the logit link function is that it provides an estimate of the odds ratios.

2. STATISTICAL APPLICATION WITH REAL DATA

Real data was obtained from «The Pharmacy Services Unit», Faculty of Pharmacy, University of Alexandria. The dataset consists of two drugs (test and reference), each contains ciprofloxacin substance which is known to be used for nausea, vomiting, headache, skin rash, etc. Test drug is the Ciprone tablet which contains 500 mg ciprofloxacin per tablet and produced by the Medical union pharmaceuticals Co., Abu Sultan-Ismailia, Egypt. Reference drug is the Ciprobay tablet, which contains 500 mg ciprofloxacin per tablet and produced by Bayer AG., Germany. Data represents plasma blood levels of ciprofloxacin (mg/ml) of 28 healthy human male volunteers, their ages ranged from 20 to 40 years and their weights ranged from 61 to 85 kg. Volunteers were divided into two equal groups. The first group of volunteers was administrated a single dose of 500 mg ciprofloxacin as one Ciprone tablet (test product), while the second group was administrated the same dose of ciprofloxacin as one Ciprobay tablet (reference product). After one week wash-out period, the first group of volunteers was administrated one tablet of Ciprobay (reference product), while the second group was administrated one tablet of Ciprone (test product). Venous blood samples (5 ml) were taken from each volunteer at times 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 6.0, and 8.0 hours after each dose. This data can be represented in a binary form model where the test drug (Ciprone) will be given a zero value, and the reference drug (Ciprobay) will be given a value of one as follows:

$$\text{Drug} = \begin{cases} 0 & \text{if test drug (Ciprone)} \\ 1 & \text{if reference drug (Ciprobay)} \end{cases} \tag{8}$$

Our goal here is to test if there is a significant difference between test and reference drugs on plasma levels of ciprofloxacin at different times. The binary response variable is «Drug», and the times 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 6.0, and 8.0 are the predictors. The underlying dataset was analyzed using an IBM-Compatible PC computer with a 700 MHZ AMD-Pro-

cessor. The three statistical software packages are the SAS system for windows version 8.0, the SPSS for windows version 10, and MINITAB Release 13.2.

2.1 SAS OUTPUT

SAS has a variety of options that can be used to analyze data with binary response (dichotomous) variable. SAS uses the PROC statement to execute the required task. The response variable Drug is 0 or 1 binary (This is not a limitation. The values can be either numeric or character as long as they are dichotomous), and the times 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 6.0, and 8.0 are the regressors of interest, which will be written as T05, T10, T15, T20, T25, T30, T35, T40, T60, and T80 in the INPUT statement because SAS variables can not be written with special character in the middle.

2.1.1 SAS Logistic regression

To fit a logistic regression, we can use the commands:

PROC LOGISTIC;

MODEL DRUG = T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 / LINK = Link function; Run;

This option of the link function can be either logit; probit; normit; or cloglog (complementary log log function). SAS PROC LOGISTIC models the probability of Drug = 0 by default. In other words, SAS chooses the smaller value to estimate its probability. One way to change the default setting in order to model the probability of Drug = 1 in SAS is to specify the DESCENDING option on the PROC LOGISTIC statement. That is, to use PROC LOGISTIC DESCENDING statement. With the logit link function option we will get the following SAS output:

```

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0
Intercept
and
Criterion      Intercept      Covariates      Chi-Square for Covariates
AIC            71.235         83.246          .
SC             73.147         104.278         .
-2 LOG L      69.235         61.246          7.989 with 10 DF (p=0.6299)
Score          .              .                7.414 with 10 DF (p=0.6858)

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Variable DF      Parameter Estimate Standard Error Wald Chi-Square Pr > Chi-Square Standardized Estimate Odds Ratio
INTERCPT 1      1.6756 1.5371 1.1883 0.2757 . -0.317686 0.440
T05      1      -0.8220 0.5594 2.1591 0.1417 -0.154937 0.709
T10      1      -0.3446 0.4897 0.4951 0.4817 -0.035235 0.898
T15      1      -0.1074 0.7071 0.0231 0.8793 0.179043 1.627
T20      1      0.4869 0.8078 0.3633 0.5467 0.6941 -0.116906 0.722
T25      1      -0.3252 0.8270 0.1546 0.6941 -0.336985 0.286
T30      1      -1.2505 1.0881 1.3208 0.2504 0.397790 6.059
T35      1      1.8015 1.3587 1.7581 0.1849 -0.314759 0.213
T40      1      -1.5482 2.0143 0.5908 0.4421 0.393059 9.637
T60      1      2.2656 2.6673 0.7215 0.3957 -0.309659 0.158
T80      1      -1.8445 2.1989 0.7037 0.4016

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses
Concordant = 70.4% Somers' D = 0.407
Discordant = 29.6% Gamma = 0.407
Tied = 0.0% Tau-a = 0.207
(624 pairs) c = 0.704
    
```

With a normit link function option we will get the following SAS output:

```

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0
Intercept
and
Criterion      Intercept      Covariates      Chi-Square for Covariates
AIC            71.235         83.233          .
SC             73.147         104.266         .
-2 LOG L      69.235         61.233          8.001 with 10 DF (p=0.6287)
Score          .              .                7.414 with 10 DF (p=0.6858)

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Variable DF      Parameter Estimate Standard Error Wald Chi-Square Pr > Chi-Square Standardized Estimate
INTERCPT 1      0.9692 0.9284 1.0899 0.2965 . -0.358982
T05      1      -0.5121 0.3314 2.3886 0.1222 -0.165154
T10      1      -0.2025 0.2945 0.4728 0.4917 -0.031766
T15      1      -0.0534 0.4264 0.0157 0.9004 0.200794
T20      1      0.3011 0.4922 0.3741 0.5408 0.125226
T25      1      -0.1921 0.5015 0.1466 0.7018 -0.384215
T30      1      -0.7860 0.6491 1.4663 0.2259 0.446679
T35      1      1.1153 0.8084 1.9036 0.1677 -0.339380
T40      1      -0.9203 1.1923 0.5958 0.4402 -0.424817
T60      1      1.3500 1.6172 0.6969 0.4038 -0.331001
T80      1      -1.0870 1.3372 0.6608 0.4163
    
```

```

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses
Concordant = 70.5%          Somers' D = 0.412
Discordant = 29.3%          Gamma   = 0.413
Tied       = 0.2%           Tau-a   = 0.210
(624pairs)                   c       = 0.706

```

Similar results to the logit option can be obtained if we use the default of PROC PROBIT statement:

```

PROC PROBIT; CLASS Drug;

MODEL DRUG = T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 ; Run ;

```

But this procedure does not show the odds ratio in its default.

2.1.2 SAS Probit regression

PROC PROBIT statement can be used to fit a logistic regression by specifying LOGISTIC as the cumulative distribution type in the MODEL statement. To fit a logistic regression model, we can use:

```

PROC PROBIT; CLASS Drug;

MODEL DRUG = T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 / d = LOGISTIC ;

Run;

```

```

Probit Procedure

Variable DF Estimate Std Err ChiSquare Pr>Chi Label/Value
INTERCPT 1 1.67558395 1.537092 1.188317 0.2757 Intercept
T05 1 -0.8220321 0.559442 2.159073 0.1417
T10 1 -0.3445619 0.489681 0.495117 0.4817
T15 1 -0.1073964 0.707068 0.02307 0.8793
T20 1 0.48689729 0.807787 0.363313 0.5467
T25 1 -0.3252072 0.827013 0.154631 0.6941
T30 1 -1.2504599 1.088066 1.320776 0.2505
T35 1 1.801514 1.358686 1.758075 0.1849
T40 1 -1.5482052 2.01432 0.590745 0.4421
T60 1 2.26562051 2.667343 0.721467 0.3957
T80 1 -1.8445052 2.198877 0.703652 0.4016

```

Logistic regression can also be modeled as a class of Generalized Linear Models by the GENMOD procedure, where the response probability distribution function is binomial and the link function is logit. The PROC GENMOD for a logistic regression, is:

```

PROC GENMOD;

MODEL DRUG = T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 /

dist=binomial link=logit ; Run; .

```

Another type of SAS PROC statement is the SAS CATMOD (CATegorical data MODELing) procedure, which fits logistic regression as follows:

```

PROC CATMOD;

DIRECT MODEL T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 ;

RESPONSE Logits;

MODEL DRUG = T05 T10 T15 T20 T25 T30 T35 T40 T60 T80 ;

Run;

```

where the regressors are continuous quantitative variables and must be specified in the DIRECT statement. These procedures will give the same results as in the PROC LOGISTIC with no odds ratios in the output.

2.1.3 Complementary log-log

If we use the PROC LOGISTIC; with the option of link function = cloglog (Complementary log-log), we will get the following portion of SAS output:

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > Chi-Square	Standardized Estimate
INTERCPT	1	0.5370	1.0284	0.2727	0.6015	.
T05	1	-0.5959	0.4189	2.0235	0.1549	-0.325696
T10	1	-0.1646	0.3349	0.2417	0.6230	-0.104700
T15	1	-0.1784	0.4831	0.1364	0.7119	-0.082784
T20	1	0.4836	0.5566	0.7551	0.3849	0.251503
T25	1	-0.1630	0.5680	0.0823	0.7742	-0.082846
T30	1	-0.9015	0.7196	1.5698	0.2102	-0.343593
T35	1	1.2004	0.8937	1.8040	0.1792	0.374853
T40	1	-1.0825	1.4928	0.5259	0.4684	-0.311252
T60	1	1.4476	1.8657	0.6020	0.4378	0.355162
T80	1	-0.9800	1.5312	0.4096	0.5222	-0.232675

2.2 SPSS OUTPUT

Unlike SAS procedure, the SPSS procedure LOGISTIC REGRESSION models the probability of Drug = 1 or higher sorted value by default. In other words, SPSS chooses the higher value to estimate its probability, while on the contrary SAS uses the smaller value.

2.2.1 SPSS Logistic regression

To fit SPSS logistic regression, we can use either the menu of BINARY LOGISTIC or ORDINAL REGRESSION.

Binary Logistic can be obtained from the Analyze menu, and selecting Regression option and from Regression menu select Binary Logistic. In the Binary Logistic dialog box select the variable Drug as a dependent variable and the times T0.5, T1.0, T1.5, T2.0, T2.5, T3.0, T3.5, T4.0, T6.0, and, T8.0 as covariates which will give the following portion of SPSS output:

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	T0.5	.822	.559	2.159	1	.142	2.275
	T1.0	.345	.490	.495	1	.482	1.411
	T1.5	.107	.707	.023	1	.879	1.113
	T2.0	-.487	.808	.363	1	.547	.615
	T2.5	.325	.827	.155	1	.694	1.384
	T3.0	1.250	1.088	1.321	1	.250	3.492
	T3.5	-1.801	1.359	1.758	1	.185	.165
	T4.0	1.548	2.014	.591	1	.442	4.703
	T6.0	-2.266	2.667	.721	1	.396	.104
	T8.0	1.844	2.199	.704	1	.402	6.325
	Constant	-1.676	1.537	1.188	1	.276	.187

a. Variable(s) entered on step 1: T0.5, T1.0, T1.5, T2.0, T2.5, T3.0, T3.5, T4.0, T6.0, T8.0.

PLUM – Ordinal Regression

Ordinal regression can be used to model the dependence of a polytomous ordinal (PLUM) response on a set of predictors, which can be factors or covariates. Ordinal regression can be obtained from the Analyze menu, then selecting Regression option and from Regression menu select Ordinal regression. In the Ordinal regression dialog box select the variable Drug as a dependent variable and the times T0.5, T1.0, T1.5, T2.0, T2.5, T3.0, T3.5, T4.0, T6.0, and, T8.0 as covariates, and choose Logit from the options to get the following SPSS output:

Model Fitting Information

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	69.235			
Final	61.246	7.989	10	.630

Link function: Logit.

Parameter Estimates

	Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Threshold [DRUG = .00]	1.676	1.537	1.188	1	.276	-1.337	4.688
Location							
T0.5	.822	.559	2.159	1	.142	-.274	1.919
T1.0	.345	.490	.495	1	.482	-.615	1.304
T1.5	.107	.707	.023	1	.879	-1.278	1.493
T2.0	-.487	.808	.363	1	.547	-2.070	1.096
T2.5	.325	.827	.155	1	.694	-1.296	1.946
T3.0	1.250	1.088	1.321	1	.250	-.882	3.383
T3.5	-1.802	1.359	1.758	1	.185	-4.464	.861
T4.0	1.548	2.014	.591	1	.442	-2.400	5.496
T6.0	-2.266	2.667	.721	1	.396	-7.494	2.962
T8.0	1.845	2.199	.704	1	.402	-2.465	6.154

Link function: Logit.

3.2.2 SPSS Probit regression

To fit SPSS Probit regression, we can use the menu of ORDINAL REGRESSION as before with the selection of Probit from the options to get the following SPSS OUTPUT:

Parameter Estimates

	Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Threshold [DRUG = .00]	.969	.928	1.090	1	.296	-.850	2.789
Location T0.5	.512	.331	2.389	1	.122	-.137	1.162
T1.0	.202	.294	.473	1	.492	-.375	.780
T1.5	5.338E-02	.426	.016	1	.900	-.782	.889
T2.0	-.301	.492	.374	1	.541	-1.266	.664
T2.5	.192	.502	.147	1	.702	-.791	1.175
T3.0	.786	.649	1.466	1	.226	-.486	2.058
T3.5	-1.115	.808	1.904	1	.168	-2.700	.469
T4.0	.920	1.192	.596	1	.440	-1.417	3.257
T6.0	-1.350	1.617	.697	1	.404	-4.520	1.820
T8.0	1.087	1.337	.661	1	.416	-1.534	3.708

Link function: Probit.

2.2.3 SPSS Complementary log-log

In a similar way, we can use the menu of ORDINAL REGRESSION as before with the selection of Complementary log-log from the options to get the following SPSS OUTPUT:

Parameter Estimates

	Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Threshold [DRUG = .00]	.537	1.028	.273	1	.602	-1.479	2.553
Location T0.5	.596	.419	2.024	1	.155	-.225	1.417
T1.0	.165	.335	.242	1	.623	-.492	.821
T1.5	.178	.483	.136	1	.712	-.768	1.125
T2.0	-.484	.557	.755	1	.385	-1.574	.607
T2.5	.163	.568	.082	1	.774	-.950	1.276
T3.0	.902	.720	1.570	1	.210	-.509	2.312
T3.5	-1.200	.894	1.804	1	.179	-2.952	.551
T4.0	1.083	1.493	.526	1	.468	-1.843	4.008
T6.0	-1.448	1.866	.602	1	.438	-5.104	2.209
T8.0	.980	1.531	.410	1	.522	-2.021	3.981

Link function: Complementary Log-log.

However, if we use the same menu of ORDINAL REGRESSION as before but with the selection option of Negative log-log we will get the following SPSS OUTPUT:

Parameter Estimates

	Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Threshold [DRUG = .00]	1.736	1.101	2.484	1	.115	-.423	3.895
Location T0.5	.572	.352	2.650	1	.104	-.117	1.261
T1.0	.323	.337	.917	1	.338	-.338	.984
T1.5	-8.93E-02	.494	.033	1	.856	-1.057	.878
T2.0	-.194	.569	.117	1	.733	-1.309	.920
T2.5	.260	.566	.211	1	.646	-.849	1.369
T3.0	.956	.765	1.558	1	.212	-.545	2.456
T3.5	-1.386	.964	2.066	1	.151	-3.276	.504
T4.0	1.135	1.218	.869	1	.351	-1.252	3.523
T6.0	-1.884	1.885	.999	1	.318	-5.580	1.811
T8.0	1.704	1.559	1.194	1	.275	-1.352	4.760

Link function: Negative Log-log.

2.3 MINITAB OUTPUT

Minitab provides three link functions that can be used to fit binary response models. These functions are the logit, which is the default, the normit (probit), and the gompit (complementary log-log). These link functions can be obtained from the Stat menu, and by selecting the Binary Logistic Regression. In the Binary Logistic dialog box choose the variable Drug as the response variable and in the Model box select the times T0.5, T1.0, T1.5, T2.0, T2.5, T3.0, T3.5, T4.0, T6.0, and, T8.0 as the covariates. To specify the link function type, click in front of the required link function from the options box. This will give the following Minitab output:

2.3.1 Minitab Logistic regression

Selecting the option of logit link function, we will get the following portion of Minitab Binary Logistic Regression.

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
Constant	-1.676	1.537	-1.09	0.276			
T.5	0.8220	0.5594	1.47	0.142	2.28	0.76	6.81
T1.0	0.3446	0.4897	0.70	0.482	1.41	0.54	3.69
T1.5	0.1074	0.7071	0.15	0.879	1.11	0.28	4.45
T2.0	-0.4869	0.8078	-0.60	0.547	0.61	0.13	2.99
T2.5	0.3252	0.8270	0.39	0.694	1.38	0.27	7.00
T3.0	1.250	1.088	1.15	0.250	3.49	0.41	29.46
T3.5	-1.802	1.359	-1.33	0.185	0.17	0.01	2.37
T4.0	1.548	2.014	0.77	0.442	4.70	0.09	243.77
T6.0	-2.266	2.667	-0.85	0.396	0.10	0.00	19.34
T8.0	1.845	2.199	0.84	0.402	6.32	0.08	470.73

Log-Likelihood = -30.623
 Test that all slopes are zero: G = 7.989, DF = 10, P-Value = 0.630

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	49.795	39	0.115
Deviance	61.246	39	0.013
Hosmer-Lemeshow	5.820	8	0.667

Measures of Association:
 (Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary Measures
Concordant	438	70.2%	Somers' D 0.41
Discordant	184	29.5%	Goodman-Kruskal Gamma 0.41
Ties	2	0.3%	Kendall's Tau-a 0.21
Total	624	100.0%	

2.3.2 Probit regression

Binary Logistic Regression with the normit link function gives the following part of Minitab output:

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P
Constant	-0.9692	0.9284	-1.04	0.296
T.5	0.5121	0.3314	1.55	0.122
T1.0	0.2025	0.2945	0.69	0.492
T1.5	0.0534	0.4264	0.13	0.900
T2.0	-0.3011	0.4922	-0.61	0.541
T2.5	0.1921	0.5015	0.38	0.702
T3.0	0.7860	0.6491	1.21	0.226
T3.5	-1.1153	0.8084	-1.38	0.168
T4.0	0.920	1.192	0.77	0.440
T6.0	-1.350	1.617	-0.83	0.404
T8.0	1.087	1.337	0.81	0.416

2.3.3 Complementary log-log

Gompit link function with the Binary Logistic Regression gives the following portion of Minitab output:

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P
Constant	-1.736	1.101	-1.58	0.115
T.5	0.5724	0.3516	1.63	0.104
T1.0	0.3230	0.3373	0.96	0.338
T1.5	-0.0893	0.4937	-0.18	0.856
T2.0	-0.1943	0.5687	-0.34	0.733
T2.5	0.2597	0.5657	0.46	0.646
T3.0	0.9555	0.7655	1.25	0.212
T3.5	-1.3859	0.9642	-1.44	0.151
T4.0	1.135	1.218	0.93	0.351
T6.0	-1.884	1.885	-1.00	0.318
T8.0	1.704	1.559	1.09	0.275

3. INTERPRETATION OF THE STATISTICAL FINDINGS

Using the three statistical software packages SAS, SPSS, and Minitab to estimate the three specified models, Logistic regression model, Probit regression model, and the Complementary log-log model gave the following results:

3.1 SAS RESULTS

SAS gives three different sets of results with three different link functions, logit, normit, and Complementary log-log.

3.1.1 Logit Link Function

The output of the logit function can be obtained by either PROC LOGISTIC as a default, or by the determination of logistic distribution option in the PROC PROBIT, PROC GENMOD, and PROC CATMOD. Response Information displays 6 missing observations and the number of observations that fall into each of the two response categories are, 26 for the Test drug, and 24 for the Reference drug. Next, the -2 log-likelihood (-2 LOG L) from the maximum likelihood iterations is displayed along with the Chi-Square statistic. This statistic tests the null hypothesis that all the coefficients associated with predictors equal zero versus these coefficients not all being equal to zero. In the plasma blood levels data, $\chi^2 = 7.989$, with 10 degrees of freedom and a p-value of 0.6299, indicating that there is no sufficient evidence that any one of the coefficients is different from zero, which means that there is no significant difference of plasma blood levels of ciprofloxacin between test and reference drug at the specified different times.

SAS output shows that the estimated logit link function:

$$\text{Logit}(p) = B_0 + B_1 T0.5 + B_2 T1.0 + B_3 T1.5 + B_4 T2.0 + B_5 T2.5 + B_6 T3.0 + B_7 T3.5 + B_8 T4.0 + B_9 T6.0 + B_{10} T8.0 \dots \quad (9)$$

is:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(p) = & 1.676 - 0.822 T0.5 - 0.345 T1.0 - 0.107 T1.5 + 0.487 T2.0 \\ (\text{p-value}) & \quad (0.142) \quad (0.482) \quad (0.879) \quad (0.547) \\ & - 0.325 T2.5 - 1.251 T3.0 + 1.802 T3.5 - 1.548 T4.0 + 2.266 T6.0 - 1.845 T8.0 \\ & (0.694) \quad (0.250) \quad (0.185) \quad (0.442) \quad (0.396) \quad (0.402) \end{aligned} \quad (10)$$

where, p is the probability of the test drug = Prob (Drug = 0).

From the analysis of maximum likelihood Table we can find the estimated coefficients (parameter estimates), standard error of the coefficients, Wald's Chi-Square values, p-values, standardized estimate, and the odds ratio. Testing the null hypothesis that each coefficient equal to zero, i.e., $H_0 = B_i = 0$ for $i = 1, 2, \dots, 10$. Results shows that the p-value for every coefficient is not less than $\alpha = 5\%$, which means that none of the predictors is significant.

The estimated coefficients represent the change in the log odds for one unit increase in times. The odds ratio is the ratio of odds for one unit change in time. The odds ratio can be computed by exponentiating the log odds, i.e. EXP (log odds) or EXP (estimated coefficient), which is EXP (-0.822) = 0.440 for T0.5, and equal to EXP (-0.3446) = 0.709 for T1.0 and so on.

Association of predicted probabilities and observed responses are given in the last Table of the output. The number of concordant, discordant, and tied pairs is calculated by pairing the observations with different response values. Here, we have 26 observation of the Test drug and 24 of the Reference drug, resulting in $26 * 24 = 624$ pairs with different response values. In this data, 70.4 % of pairs are concordant and 29.6 % are discordant. Somers' D, Goodman-Kruskal Gamma, Kendall' s Tau-a, and c-correlation are summarized in the same table. These measures most likely lie between 0 and 1 where larger values indicate that the model has a better predictive ability. In this data, the measures are 0.407, 0.407, 0.207, and 0.704 respectively which implies less than desirable predictive ability.

3.1.2 Normit Link Function

The normit link function is the inverse of the cumulative standard normal distribution function, and can be obtained by using the option normit in the PROC LOGISTIC statement. Response Information is the same as for the logit output. The Chi-square test statistic for testing the null hypothesis that all the coefficients associated with predictors equal zero is $\chi^2 = 8.001$, with a p-value of 0.6287, indicating that there is no sufficient evidence that any one of the coefficients is different from zero, which means that there is no significant difference of plasma blood levels of ciprofloxacin between test and reference drug at the specified different times.

The estimated normit link function is:

$$\begin{aligned} \text{Normit}(p) = & 0.969 - 0.512 T0.5 - 0.203 T1.0 - 0.053 T1.5 + 0.301 T2.0 \\ (\text{p-value}) & \quad (0.122) \quad (0.491) \quad (0.900) \quad (0.541) \\ & - 0.192 T2.5 - 0.786 T3.0 + 1.115 T3.5 - 0.920 T4.0 + 1.350 T6.0 - 1.087 T8.0 \\ & (0.702) \quad (0.226) \quad (0.168) \quad (0.440) \quad (0.404) \quad (0.416) \end{aligned} \quad (11)$$

where, p is the probability of the test drug = Prob (Drug = 0).

We have similar output from the table of the maximum likelihood estimates. The estimated coefficients, standard error of the coefficients, Wald’s Chi-Square values, p-values, standardized estimate, and there is no odds ratio. We also obtained similar results when testing the null hypothesis that each coefficient equal to zero, i.e., $H_0 = B_i = 0$ for $i = 1, 2, \dots, 10$. The p-value for every coefficient is not less than $\alpha = 5\%$, which means that all predictors are not significant.

Association of predicted probabilities and observed responses are given in the last Table of the output. The number of concordant, discordant, and tied pairs is 624 pairs with different response values. 70.5% of pairs are concordant and 29.3% are discordant. Somers’ D, Goodman-Kruskal Gamma, Kendall’s Tau-a, and c-correlation are summarized in the same table of SAS output. These measures 0.412, 0.413, 0.210, and 0.706 respectively which means that we do not have a very strong predictive ability of this model.

3.1.3 The Complementary log-log Link Function

The complementary log-log (gompit/cloglog) link function is obtained by using the option «cloglog» in the PROC LOGISTIC statement. Response Information is the same as for the logit and normit output. The Chi-square test statistic for testing the null hypothesis that all the coefficients associated with predictors equal zero is $\chi^2 = 7.721$, with 10 degrees of freedom and a p-value of 0.6560, indicating that there is no sufficient evidence that any one of the coefficients is different from zero, which means that the effect of test (Ciprone) and reference (Ciprobay) drug is the same on plasma blood levels of ciprofloxacin at the specified different times. The estimated complementary log-log «cloglog» link function is:

$$\begin{aligned}
 \text{“cloglog” (p)} &= 0.5370 - 0.596 T0.5 - 0.165 T1.0 - 0.174 T1.5 + 0.484 T2.0 \\
 \text{(p-value)} & \quad (0.155) \quad (0.623) \quad (0.712) \quad (0.385) \\
 & - 0.163 T2.5 - 0.902 T3.0 + 1.200 T3.5 - 1.083 T4.0 + 1.448 T6.0 - 0.980 T8.0 \\
 & \quad (0.774) \quad (0.210) \quad (0.179) \quad (0.468) \quad (0.438) \quad (0.522)
 \end{aligned} \tag{12}$$

where, p is the probability of the test drug = Prob (Drug = 0).

From the Table of the maximum likelihood estimates, we can find the estimated coefficients (parameter estimates), standard error of the coefficients, Wald’s Chi-Square values, p-values, and the standardized estimate. Testing the null hypothesis that each coefficient equal to zero, i.e., $H_0 = B_i = 0$ for $i = 1, 2, \dots, 10$. Results are similar to the previous cases, where the p-value for every coefficient is greater than 5%, which means that all predictors are not significant.

Association of predicted probabilities and observed responses reveals that the number of concordant, discordant, and tied pairs is 624 pairs with different response values. 71.0% of pairs are concordant and 28.8% are discordant. Somers’ D, Goodman-Kruskal Gamma, Kendall’s Tau-a, and c-correlation are 0.421, 0.422, 0.215, and 0.711 respectively which means that we do not have a very strong predictive ability of this model.

3.2 SPSS RESULTS

SPSS is similar to SAS, where SPSS gives three different sets of results with three different link functions, logit, normit, and Complementary log-log.

3.2.1 Logit Link Function

The output of the logit function can be obtained by either Binary Logistic Regression menu as a default, or by the determination of logistic distribution option in the Ordinal Regression menu. The main advantage of the Binary Logistic Regression command is that, we get the odds ratio beside the regular output. From the Binary Logistic Regression output, we can find the Case processing summary, which indicates that we have 56 cases with 6 missing cases. In the initial classification table there are 26 for the Test drug, and 24 for the Reference drug. The omnibus tests of the model coefficients shows that the Chi-square test statistic for testing the null hypothesis that all the coefficients associated with predictors equal zero is $\chi^2 = 7.989$, with 10 degrees of freedom and a p-value of 0.630, which is the same result obtained by SAS. The classification table of SPSS output, shows that we have 74% of correct classification.

From the variables in equation table we can find the estimated coefficients (B), standard error of the coefficients (SE), Wald’s Chi-Square values, Degrees of freedom (df), p-values (Sig), and the odds ratio {Exp (B)}. The estimated SPSS logit link function is:

$$\begin{aligned}
 \text{Logit(p)} &= -1.676 + 0.822 T0.5 + 0.345 T1.0 + 0.107 T1.5 - 0.487 T2.0 \\
 \text{(p-value)} & \quad (0.142) \quad (0.482) \quad (0.879) \quad (0.547) \\
 & + 0.325 T2.5 + 1.251 T3.0 - 1.802 T3.5 + 1.548 T4.0 - 2.266 T6.0 + 1.845 T8.0 \\
 & \quad (0.694) \quad (0.250) \quad (0.185) \quad (0.442) \quad (0.396) \quad (0.402)
 \end{aligned} \tag{13}$$

The difference between Equation (10) of SAS and Equation (13) of SPSS output, is that, they have an opposite corresponding signs, that is because, SAS considers the probability $p = \text{Prob (Drug = 0)}$ which is the probability of the test drug, as its

default, while SPSS considers $p = \text{Prob}(\text{Drug} = 1)$ which is the probability of the reference drug, as its default. That is why the odds ratio of SPSS output is shown as the reciprocal of the odds ratio of SAS output. The computation of the odds ratio is $\text{EXP}(\log \text{ odds})$ or $\text{EXP}(\text{estimated coefficient})$, which is $\text{EXP}(-0.822) = 0.440$ for T0.5 using SAS, while the odds ratio is $\text{EXP}(0.822) = 2.275 = 1/\{\text{EXP}(-0.822)\} = 1/0.440$ for the same time T0.5 using SPSS. Also, the odds ratio is $\text{EXP}(-0.345) = 0.709$ for T1.0 using SAS, while when using SPSS, the odds ratio is $\text{EXP}(0.345) = 1.411 = 1/\{\text{EXP}(-0.345)\} = 1/0.709$ for the same time T1.0, and so on for the other odds ratio.

Additional output results are provided by SPSS when we use the logit as a link function option. Goodness of fit information is given for Pearson and Deviance tests using the Chi-square test statistic, $\chi^2 = 49.795$, with 39 degrees of freedom and a p-value of 0.115 for the Pearson test, and $\chi^2 = 61.248$, with 39 degrees of freedom and a p-value of 0.013 for the Deviance test. Also, a 95% confidence interval is provided for every parameter. According to Pearson's result only, we can conclude that the model fits data adequately, because the p-value = 11.5% which is less not than 5%.

3.2.2 Normit Link Function

The normit link function is obtained from the probit regression option in the ordinal regression menu. It provides the inverse of the cumulative standard normal distribution function. From the model fitting information, the Chi-square test statistic for testing the null hypothesis that all the coefficients associated with predictors equal zero is $\chi^2 = 8.001$, with 10 degrees of freedom and a p-value of 0.629, indicating that we fail to reject the null hypothesis. SPSS parameter estimates of the normit link function is:

$$\begin{aligned} \text{Normit}(p) &= 0.969 + 0.512 \text{ T0.5} + 0.203 \text{ T1.0} + 0.053 \text{ T1.5} - 0.301 \text{ T2.0} \\ (\text{p-value}) & \quad (0.122) \quad (0.491) \quad (0.900) \quad (0.541) \\ &+ 0.192 \text{ T2.5} + 0.786 \text{ T3.0} - 1.115 \text{ T3.5} + 0.920 \text{ T4.0} - 1.350 \text{ T6.0} + 1.087 \text{ T8.0} \\ & \quad (0.702) \quad (0.226) \quad (0.168) \quad (0.440) \quad (0.404) \quad (0.416) \end{aligned} \quad (14)$$

Equation (14) of SPSS is the same as Equation (11) of SAS, but with opposite signs for the estimated coefficients, because, p which is the probability of the reference drug = $\text{Prob}(\text{Drug} = 1)$ as a default of SPSS. Goodness of fit information is given for Pearson test, $\chi^2 = 49.506$, with $df = 39$ and a p-value of 0.121, and for the Deviance test $\chi^2 = 61.233$, with $df = 39$ and a p-value of 0.013.

3.2.3 The Complementary log-log Link Function

The complementary log-log link function is obtained by selecting it from the ordinal regression menu. Model fitting information table shows that $\chi^2 = 7.721$, with 10 degrees of freedom and a p-value of 0.6560, indicating that there is no sufficient evidence that any one of the coefficients is different from zero, which is the same result as SAS. The estimated «cloglog» link function is:

$$\begin{aligned} \text{“cloglog”}(p) &= 0.5370 + 0.596 \text{ T0.5} + 0.165 \text{ T1.0} + 0.174 \text{ T1.5} - 0.484 \text{ T2.0} \\ (\text{p-value}) & \quad (0.155) \quad (0.623) \quad (0.712) \quad (0.385) \\ &+ 0.163 \text{ T2.5} + 0.902 \text{ T3.0} - 1.200 \text{ T3.5} + 1.083 \text{ T4.0} - 1.448 \text{ T6.0} + 0.980 \text{ T8.0} \\ & \quad (0.774) \quad (0.210) \quad (0.179) \quad (0.468) \quad (0.438) \quad (0.522) \end{aligned} \quad (15)$$

Equation (15) of SPSS is the same as Equation (12) of SAS, but again with opposite signs for the estimated coefficients, because, p which is the probability of the reference drug = $\text{Prob}(\text{Drug} = 1)$ as a default of SPSS. Goodness of fit information is given for Pearson and Deviance tests using the Chi-square test statistic, $\chi^2 = 48.936$, with $df = 39$ and a p-value of 0.132, while for the Pearson test, and $\chi^2 = 61.513$, with $df = 39$ and a p-value of 0.012 for the Deviance test. Also, a 95% confidence interval is provided for every parameter. It worth noting that SPSS does not provide any information about association of predicted probabilities and observed responses as we found in the SAS output.

3.3 MINITAB RESULTS

Minitab gives different sets of results for the three link functions the logit, which is the default, the normit (probit), and the gompit (complementary log-log) by selecting the Binary Logistic Regression from the Stat menu.

3.3.1 Logit Link Function

Minitab results looks like a combination of SAS and SPSS output, where Minitab output for the logit link function includes a response information table exactly as in SAS output, logistic regression table very similar to SPSS, goodness of fit table similar to SPSS, and measures of association very similar to SAS. Response information table shows that we have 26 event for the reference drug and 24 for the test drug. Logistic regression table provides the estimated coefficients (Coef), standard error of the coefficients (SE Coef), Z values, p-values, odds ratio, and 95% CI's for the B's. The estimated Minitab logit link function is exactly as Equation (13) of SPSS output. Testing the null hypothesis that all slopes are zero, is done through a G test, which gives the same results as SPSS. Also, testing, $H_0 = B_i = 0$ for $i = 1, 2, \dots, 10$ is the same with same conclusions of SPSS and SAS although it is done using the normal approximation and the Z test.

A 95% confidence interval is provided for every parameter. The values of these CI's are different from SPSS because they are computed using the normal approximation and the standard normal Z-table, while SPSS uses the chi-square tables. The odds ratios calculated by Minitab are exactly as SPSS results.

Pearson and Deviance tests are provided by Minitab as well as by SPSS as tests for goodness of fit. In addition to Pearson, Deviance Minitab calculates Hosmer-Lemeshow tests. The Chi-square test statistic, $\chi^2 = 49.795$, with $df = 39$ and a p-value of 0.115 for the Pearson test, $\chi^2 = 61.248$, with $df = 39$ and a p-value of 0.013 for the Deviance test, and $\chi^2 = 5.820$, with $df = 8$ and a p-value of 0.667 for the Hosmer-Lemeshow test.

Very similar to SAS, association of predicted probabilities and observed responses are given in the last table of Minitab output. The number of concordant, discordant, and tied pairs is 624 pairs. 70.2% of pairs are concordant and 29.5% are discordant. Somers' D, Goodman-Kruskal Gamma, and Kendall's Tau-a are summarized in one table of Minitab output. These measures are 0.41, 0.41, and 0.21 respectively.

3.3.2 Normit Link Function

The normit link function is obtained through the probit regression option using Minitab. Response information table is exactly as in SAS output. The logistic regression table provides the estimated coefficients, the standard error of the estimates, the Z and p-values for every estimates. The estimated normit link function is exactly as Equation (14) in SPSS output with one exception, where the constant term has a negative sign opposite to SPSS result. Testing that all slopes are zero, is exactly the same as SAS and SPSS. Goodness of fit is similar to SPSS but with the addition of Hosmer-Lemeshow, where $\chi^2 = 5.927$, with $df = 8$ and a p-value of 0.655, which means that the model fits data adequately.

3.3.3 The Complementary log-log Link Function

Surprisingly the Minitab output of the complementary log-log link function is completely different from the corresponding output of both SAS and SPSS. The estimated «cloglog» link function is:

$$\begin{aligned}
 \text{“cloglog” (p)} &= -1.736 + 0.572 T0.5 + 0.323 T1.0 - 0.089 T1.5 - 0.194 T2.0 \\
 (\text{p-value}) & \quad (0.104) \quad (0.338) \quad (0.856) \quad (0.733) \\
 & + 0.260 T2.5 + 0.956 T3.0 - 1.386 T3.5 + 1.135 T4.0 - 1.884 T6.0 + 1.704 T8.0 \\
 & (0.646) \quad (0.212) \quad (0.151) \quad (0.351) \quad (0.318) \quad (0.275)
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

Consequently, all goodness of fit tests, and measures of association are different from SAS and SPSS. The G-test for testing that all slopes are zero is 8.685 with $df = 10$ and p-value 0.562. The Chi-square test statistic for testing goodness of fit is $\chi^2 = 50.284$, with $df = 39$ and a p-value of 0.106 for the Pearson test, $\chi^2 = 60.550$, with $df = 39$ and a p-value of 0.015 for the Deviance test, and $\chi^2 = 6.427$, with $df = 8$ and a p-value of 0.600 for the Hosmer-Lemeshow test. Measures of association of predicted probabilities and observed responses show that, number of concordant, discordant, and tied pairs is 624 pairs. 71.5% of pairs are concordant and 28.2% are discordant. Somers' D, Goodman-Kruskal Gamma, and Kendall's Tau-a are 0.43, 0.43, and 0.22 respectively.

It worth noting that this Minitab results of the complementary log-log link function can be obtained exactly using SPSS but with the selection of the Negative log-log option as previously shown in the SPSS output.

Table 2. Comparison between SAS, SPSS, and MINITAB

Criterion	SAS	SPSS	MINITAB
Model fitting: testing all B's = 0	Same result	Same result	Same result
Values of the estimated parameters	Same values	Same values	Same values
Signs of the estimated parameters	Opposite signs	Same signs	Same signs
Odds ratio	EXP (B _i)	1/{EXP (B _i)}	1/{EXP (B _i)}
C.I's for the B's	X	Calculated using Wald's χ^2	Calculated using Z-values
Goodness of fit tests	X	Pearson test	Pearson test
	X	Deviance test	Deviance test
	X	X	Hosmer-Lemeshow test
Measures of Association	Concordant & Discordant pairs.	X	Concordant & Discordant pairs.
	Somers'D	X	Somers'D
	Gamma	X	Gamma
	Kendall's Tau-a	X	Kendall's Tau-a
	C	X	X
Default for the binary response variable y	P (y = 0)	P (y = 1)	P (y = 1)

(X) Means not available by default.

References:

1. McClenahan C.L. «Ratemaking.» In Foundations of Casualty Actuarial Science, Fourth Edition. Arlington, VA: Casualty Actuarial Society, 2000.
2. McNeil A.J., Frey, R., and Embrechts, P. Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.
3. Phillips R.L. Pricing and Revenue Optimization. Stanford, CA: Stanford University Press, 2005.
4. Ramsay, C.M. «A system of integro-differential-difference equations in risk theory, using compound birth-death processes.» Scandinavian Actuarial Journal (1985): 39–48.
5. Sandstrom A. «Solvency II: calibration for skewness.» Scandinavian Actuarial Journal (2007): 126–134.

Автоматизированная система учёта выполненных ремонтных работ на участке ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ»

Безрученко Анатолий Юрьевич, студент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

На сегодняшний день на участке ремонта металлургических печей электросталеплавильного цеха (ЭСПЦ) ОАО «Волжский трубный завод» (отвечающего за своевременный и качественный ремонт металлургических печей, сталеразливочных ковшей и прочего металлургического оборудования) отсутствует какая-либо автоматизированная система обработки информации, вследствие чего снижается оперативность работы данного участка. Большой объём информации обрабатывается вручную, что влечёт за собой сложности в систематизации и хранении необходимых данных о выполненных ремонтных работах, об используемых материалах, о работниках, выполняющих данный ремонт.

Это снижает оперативность работы участка и сильно усложняет процесс документирования необходимой информации. Большое количество журналов (журналы учёта расходных материалов, журналы выполненных ремонтных работ по каждому виду оборудования отдельным работником и в целом бригадой, звеном и прочие) замедляет поиск необходимых данных, затрудняет систематизацию и взаимосвязь данных, а также не позволяет производить анализ производительности участка.

Специфика работы данного участка предусматривает круглосуточное проведение ремонтных работ силами четырёх бригад, и предполагает использование различных видов огнеупорных материалов, поставляемых разными поставщиками. Вследствие чего существует необходимость ежемесячно фиксировать всю информацию о выполнении различных видов работ.

По окончании ремонта на каждое оборудование составляются эксплуатационные карты, в которых расписывается объём проведённых работ. Таким образом, можно выделить основные процессы работы, подлежащие автоматизации:

– документирование работ, выполненных каждой бригадой (с обязательным указанием всех исполнителей данной работы), а также полного объёма выполненных работ;

- учёт использованных материалов;
- составление различных отчётов о работе участка;
- составление эксплуатационных карт.

На рынке программных продуктов существуют различные автоматизированные системы, выполняющие часть описанных функций, но в то же время имеющие избыточный функционал и немалую стоимость.

В связи с этим и было принято решение о разработке и внедрении автоматизированной системы учёта выполненных ремонтных работ, предназначенной непосредственно для участка ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ».

Данная автоматизированная система разработана в среде визуального программирования Visual Studio 2010 Express, с использованием Microsoft SQL Server 2005 Express в качестве системы управления базой данных (СУБД) и предназначена для работы под управлением операционной системы Windows начиная с версии XP.

Рассматриваемая автоматизированная система учёта выполненных ремонтных работ разработана на основе клиент-серверной архитектуры, при которой взаимодействие клиентской программы, установленной на рабочей станции вместе с ядром СУБД, и сервера базы данных, расположенного на файловом сервере, происходит напрямую. При этом вся логика обработки данных делится между клиентскими программами и сервером базы данных.

Вся необходимая для работы информация хранится в базе данных в виде таблиц:

- сотрудники;
- оборудование;
- материалы;
- список журналов.

Результаты ремонтных работ заносятся в таблицы:

- журнал выполненных работ;
- расход материалов.

Вход в систему может быть произведен либо от имени администратора, либо от имени пользователя (в зависимости от введённого пароля). Пользователь (в данном случае мастер участка) вправе добавлять информацию только в таблицы «Журнал выполненных работ» и «Расход материалов».

На основании таблицы «Журнал выполненных работ» существует возможность составления эксплуатационных карт на отремонтированное оборудование (для передачи необходимой информации на другие участки) а также возможность составления различных отчётов о работе участка. На основании таблицы «Расход материалов» осуществляется контроль за использованием различных видов материалов при проведении ремонтных работ.

Интуитивно понятный пользовательский интерфейс

приложения системы рассчитан на сотрудников, не являющихся уверенными пользователями персональных компьютеров. Навигация по разделам приложения осуществляется при помощи набора экранных закладок, кнопок, и прочих элементов интерфейса, обеспечивая удобный и быстрый доступ к основным функциональным возможностям системы.

Внедрение данной автоматизированной системы учёта выполненных работ на участке ремонта металлургических печей ЭСПЦ ОАО «ВТЗ» позволит автоматизировать ведение документооборота, что, в свою очередь, облегчит поиск необходимой информации, снизит количество ошибок при документировании данных, упростит анализ той или иной области работы участка и, в конечном итоге, повысит оперативность и производительность участка.

Организационная структура системы аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации

Гавриленко Денис Вячеславович, студент
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

Под объектами информатизации, аттестуемыми по требованиям безопасности информации, понимают автоматизированные системы различного уровня и назначения, системы связи, отображения и размножения, предназначенные для обработки и передачи информации, подлежащей защите, вместе с помещениями, в которых они установлены, а также помещения, предназначенные для ведения конфиденциальных переговоров. [1]

То есть к объектам информатизации относятся объекты ТСПИ (технических систем передачи информации).

Под аттестацией объектов информатизации понимается комплекс организационно-технических мероприятий, в результате которых посредством специального документа — «Аттестата соответствия» подтверждается, что объект соответствует требованиям стандартов иных нормативно-технических документов по безопасности информации, утвержденных федеральным органом по сертификации и аттестации в пределах его компетенции. [1]

Организационную структуру системы аттестации объектов информатизации образуют (рис. 1):

1. федеральный орган по сертификации средств и аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации;
2. органы по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации;
3. испытательные центры (лаборатории) по сертификации продукции по требованиям безопасности информации;
4. заявители (заказчики, владельцы, разработчики аттестуемых объектов информатизации).

Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим реализацию государственной политики, организацию межведомственной координации и взаимодействия, специальные и контрольные функции в области государственной безопасности по вопросам: обеспечения безопасности информации [4] в системах информационной и телекоммуникационной инфраструктуры, оказывающих существенное влияние на безопасность государства в информационной сфере; противодействия иностранным техническим разведкам на территории Российской Федерации; обеспечения защиты (некриптографическими методами) информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну, иной информации с ограниченным доступом, предотвращения ее утечки по техническим каналам, несанкционированного доступа к ней, специальных воздействий на информацию (носители информации) в целях ее добывания, уничтожения, искажения и блокирования доступа к ней на территории Российской Федерации; защиты информации при разработке, производстве, эксплуатации и утилизации неинформационных излучающих комплексов, систем и устройств [5]; осуществления экспортного контроля. [2]

Федеральный орган по сертификации и аттестации осуществляет следующие функции [1]:

- организует обязательную аттестацию объектов информатизации;
- создает системы аттестации объектов информатизации и устанавливает правила для проведения атте-

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ИНФОРМАЦИИ

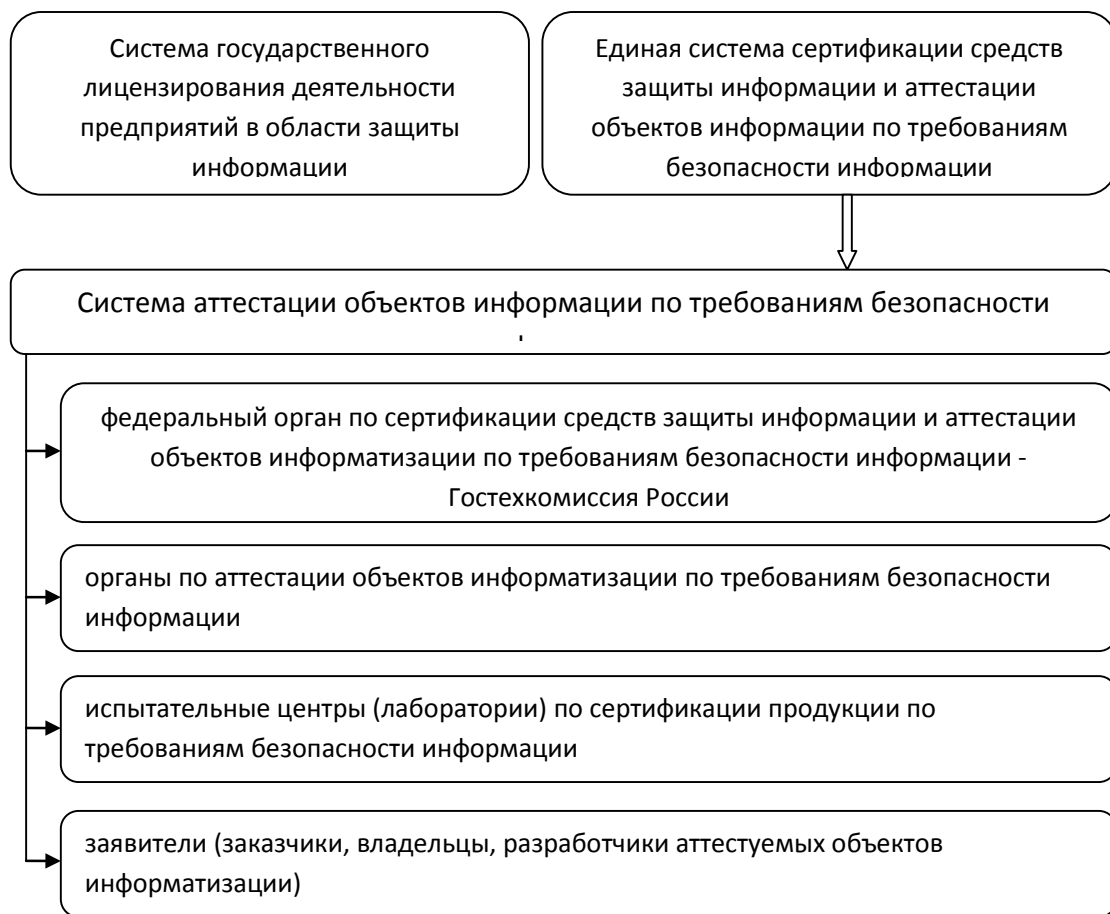


Рис. 1. Организационная структура системы аттестации объектов информатизации

станции в этих системах;

- устанавливает правила аккредитации и выдачи лицензий на проведение работ по обязательной аттестации;
- организует, финансирует разработку и утверждает нормативные и методические документы по аттестации объектов информатизации;
- аккредитует органы по аттестации объектов информатизации и выдает им лицензии на проведение определенных видов работ;
- осуществляет государственный контроль и надзор за соблюдением правил аттестации и эксплуатацией аттестованных объектов информатизации;
- организует периодическую публикацию информации по функционированию системы аттестации объектов по требованиям безопасности информации.

Органы по аттестации объектов аккредитуются федеральным органом по сертификации и аттестации и получают от него лицензию на проведение аттестации объектов информатизации.

Таковыми органами могут быть отраслевые и региональные учреждения, предприятия и организации по защите информации, специальные центры ФСТЭК России.

Органы по аттестации:

- аттестуют объекты информатизации и выдают «Аттестаты соответствия»;
- осуществляют контроль над эксплуатацией аттестованных объектов информатизации и безопасностью информации, циркулирующей на них;
- отменяют и приостанавливают действие выданных этим органом «Аттестатов соответствия»;
- формируют фонд нормативной и методической документации, необходимой для аттестации конкретных типов объектов информатизации, участвуют в их разработке;
- ведут информационную базу аттестованных этим органом объектов информатизации;
- осуществляют взаимодействие с органом по сертификации и аттестации и ежеквартально информируют его о своей деятельности в области аттестации.

Испытательные центры (лаборатории) по сертификации продукции по требованиям безопасности информации по заказам заявителей проводят испытания несертифицированной продукции, используемой на объекте информатизации, подлежащем обязательной аттестации, в соответствии с «Положением о сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации» [1,6].

Заявители:

- проводят подготовку объекта информатизации аттестации путем необходимых организационно-технических мероприятий по защите информации;
- привлекают на договорной основе органы по аттестации для организации и проведения аттестации объекта информатизации;
- представляют органам по аттестации необходимые документы и условия проведения аттестации;
- привлекают, в необходимых случаях для проведения испытаний несертифицированных средств защиты информации, используемых на аттестуемом объекте информатизации, испытательные центры (лаборатории) по сертификации;
- осуществляют эксплуатацию объекта информатизации в соответствии с условиями и требованиями, установленными в «Аттестате соответствия»;
- извещают орган по аттестации, выдавший «Аттестат соответствия», о всех изменениях в информационных технологиях, составе и размещении средств и систем информатизации, условиях их эксплуатации, которые могут повлиять на эффективность мер и средств информации (перечень характеристик, определяющих безопасность информации, об изменениях которых требуется обязательно извещать орган аттестации, приводится в «Аттестате соответствия»;
- предоставляют необходимые документы и условия для осуществления контроля и надзора за эксплуатацией объекта информатизации, прошедшего обязательную аттестацию [1].

Порядок проведения аттестации и контроля

Порядок проведения аттестации объектов информатизации требованиям безопасности информации представлен на рис. 2.

Заявитель для получения «Аттестата соответствия» заблаговременно направляет в орган по аттестации заявку на проведение аттестации с исходными данными по аттестуемому объекту информатизации.

Орган по аттестации рассматривает заявку и на основании исходных данных выбирает схему аттестации, согласовывает ее с заявителем и принимает решение о проведении аттестации объекта информатизации.

При недостаточности исходных данных по аттестуемому объекту информатизации в схему аттестации включаются работы по предварительному ознакомлению с аттестуемым объектом, проводимые до этапа аттестационных испытаний.

При использовании на аттестуемом объекте информатизации несертифицированных средств и систем защиты информации [7] в схему аттестации могут быть включены работы по их испытаниям в испытательных центрах (лабораториях) по сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации или непосредственно на аттестуемом объекте информатизации

с помощью специальной контрольной аппаратуры и тестовых средств.

При проведении испытаний отдельных несертифицированных средств и систем защиты информации в испытательных центрах (лабораториях) по сертификации эти испытания проводятся до аттестационных испытаний объектов информатизации. В этом случае заявителем к началу аттестационных испытаний должны быть представлены заключения органов по сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации и сертификаты.

По результатам рассмотрения заявки и анализа исходных данных, а также предварительного ознакомления с аттестуемым объектом органом по аттестации разрабатываются программы аттестационных испытаний (или используются типовые методики), определяются количественный и профессиональный состав аттестационной комиссии, назначаемой органом по аттестации объектов информатизации, необходимость использования контрольной аппаратуры и тестовых средств [8] на аттестуемом объекте информатизации или привлечения испытательных центров (лабораторий) по сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации [3].

Программа аттестационных испытаний согласовывается с заявителем.

Этап подготовки завершается заключением договора между заявителем и органом по аттестации на проведение аттестации, заключением договоров (контрактов) органа по аттестации с привлекаемыми экспертами и оформлением предписания о допуске аттестационной комиссии к проведению аттестации [1].

Оплата работы членов аттестационной комиссии производится органом по аттестации в соответствии с заключенными трудовыми договорами (контрактами) за счет финансовых средств от заключаемых договоров на аттестацию объектов информатизации.

На этапе аттестационных испытаний объекта информатизации:

- осуществляется анализ организационной структуры объекта информатизации, информационных потоков, состава и структуры комплекса технических средств и программного обеспечения, системы защиты информации на объекте, разработанной документации и ее соответствия требованиям нормативной документации по защите информации;
- определяется правильность категорирования объектов ЭВТ и классификации АС (при аттестации автоматизированных систем), выбора и применения сертифицированных и несертифицированных средств и систем защиты информации;
- проводятся испытания несертифицированных средств и систем защиты информации на аттестуемом объекте или анализ результатов их испытаний в испытательных центрах (лабораториях) по сертификации;
- проверяется уровень подготовки кадров и распреде-

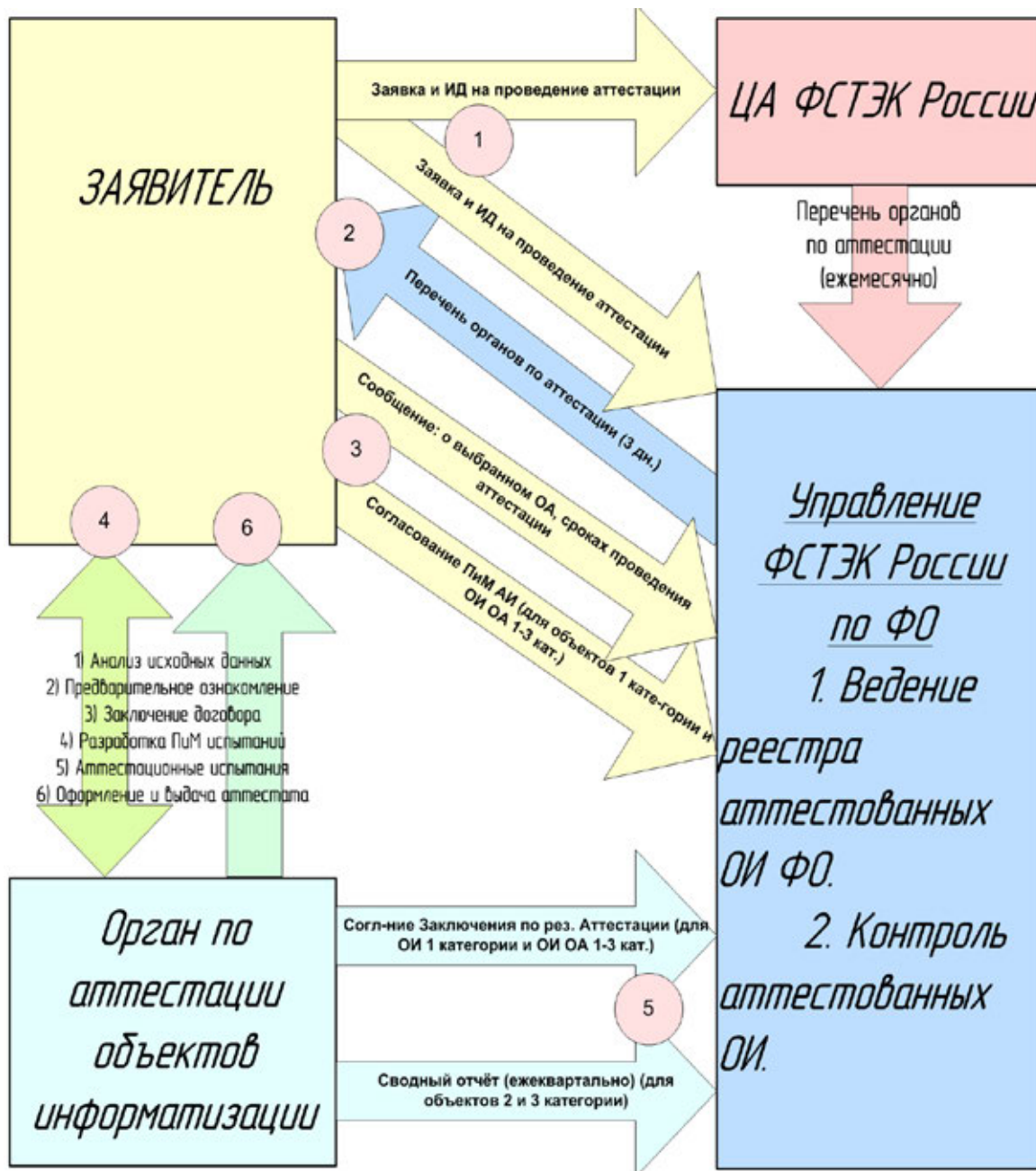


Рис. 2. Порядок проведения аттестации объектов информатизации требованиям безопасности информации

ление ответственности персонала за обеспечение выполнения требований по безопасности информации;

- проводятся комплексные аттестационные испытания объекта информатизации в реальных условиях эксплуатации путем проверки фактического выполнения установленных требований на различных этапах технологического процесса обработки защищаемой информации;

- оформляются протоколы испытаний и заключение по результатам аттестации с конкретными рекомендациями по устранению допущенных нарушений, приведению системы защиты объекта информатизации в соответствие с установленными требованиями и совершенствованию этой системы, а также рекомендациями по контролю за функционированием объекта информатизации [1].

Владелец аттестованного объекта информатизации несет ответственность за выполнение установленных условий функционирования объекта информатизации, технологии обработки информации и требований по безопасности информации.

В случае изменения условий и технологии обработки защищаемой информации владельцы аттестованных объектов обязаны известить об этом орган по аттестации, который принимает решение о необходимости проведения дополнительной проверки эффективности системы защиты объекта информатизации.

При несоответствии аттестуемого объекта требованиям по безопасности информации и невозможности оперативно устранить отмеченные аттестационной комиссией

сий недостатки орган по аттестации принимает решение об отказе в выдаче «Аттестата соответствия». При этом может быть предложен срок повторной аттестации при условии устранения недостатков [1].

При наличии не принципиального характера «Аттестат соответствия» может быть выдан после проверки устранения этих замечаний.

В случае несогласия заявителя с отказом в выдаче «Аттестата соответствия» он имеет право обратиться в вышестоящий орган по аттестации или непосредственно в государственный орган по аттестации с апелляцией для дополнительного рассмотрения полученных при испытаниях результатов, где она в месячный срок рассматривается с привлечением заинтересованных сторон. Податель апелляции извещается о принятом решении.

Государственный контроль и надзор, инспекционный контроль за проведением аттестации объектов информатизации проводится федеральным органом по сертификации и аттестации как в процессе, так и по завершении аттестации, а за эксплуатацией аттестованных объектов информатизации — периодически в соответствии с планом работы по контролю и надзору [1].

Федеральный орган по сертификации и аттестации может передавать некоторые из своих функций государственного контроля и надзора по аттестации и за эксплуатацией аттестованных объектов информатизации аккредитованному органу по аттестации.

Объем, содержание и порядок государственного контроля и надзора устанавливаются в нормативной и методической документации по аттестации объектов информатизации.

Государственный контроль и надзор за соблюдением правил аттестации включает проверку правильности и полноты проводимых мероприятий по аттестации объектов информатизации, оформления и рассмотрения и рассмотрения органами по аттестации отчетных документов и протоколов испытаний, своевременное внесение изменений в нормативную и методическую документацию по безопасности информации, инспекционный контроль над эксплуатацией аттестованных объектов информатизации.

В случае грубых нарушений органом по аттестации требований стандартов или иных нормативных и методических документов по безопасности информации, выявленных при контроле и надзоре, орган по аттестации может быть лишен лицензии на право проведения аттестации объектов информатизации по ходатайству вышестоящего органа, проводящего контроль и надзор, перед федеральным органом по сертификации и аттестации [1].

По результатам контроля и надзора за эксплуатацией аттестованных объектов в случае нарушения их владельцами условий функционирования объектов информатизации, технологии обработки защищаемой информации и требований по безопасности информации органом, проводившим контроль и надзор, может быть приостановлено или аннулировано действие «Аттестата соответствия», оформив это решение в «Аттестате соответствия» и про-

информировав орган, ведущий сводную информационную базу аттестованных объектов информатизации, и федеральный орган по сертификации и аттестации.

Решение о приостановлении или аннулировании действия «Аттестата соответствия» принимается в случае, когда в результате оперативного принятия организационно — технических мер не может быть восстановлен требуемый уровень безопасности информации [4].

В случае грубых нарушений органом по аттестации требований стандартов или нормативных документов по безопасности информации, утвержденных федеральным органом по сертификации и аттестации в пределах его компетенции, выявленных при контроле и надзоре и пришедших к повторной аттестации, расходы по осуществлению контроля и надзора могут быть по решению Госарбитража взысканы с органа по аттестации. Кроме того, и повторная аттестация может быть осуществлена за счет этого органа по аттестации.

Расходы по осуществлению надзора за обязательной аттестацией и эксплуатацией объектов, прошедших обязательную аттестацию, оплачиваются органом надзора из средств госбюджета, выделенных ему в этих целях [1].

Требования к нормативным и методическим документам по аттестации объектов информатизации

Объекты информатизации, вне зависимости от используемых отечественных или зарубежных технических и программных средств, аттестуются на соответствие требованиям государственных стандартов России или нормативных и методических документов по безопасности информации, утвержденных федеральным органом по сертификации и аттестации в пределах его компетенции.

По результатам аттестации выписывается заключение с краткой оценкой соответствия объекта информатизации требованиям по безопасности информации, выводом о возможности выдачи «Аттестата соответствия» и необходимыми рекомендациями подписывается членами аттестационной комиссии и доводится до сведения заявителя.

К заключению прилагаются протоколы испытаний, подтверждающие полученные при испытаниях результаты и обосновывающие приведенный в заключении вывод.

Протоколы испытаний подписываются экспертами — членами аттестационной комиссии, проводившими испытания.

Заключение и протоколы испытаний подлежат утверждению органом по аттестации.

«Аттестат соответствия» на объект информатизации, отвечающий требованиям по безопасности информации, оформляется и выдается органом по аттестации по установленной форме заявителю после утверждения заключения по результатам аттестации.

Регистрация «Аттестатов соответствия» осуществляется по отраслевому или территориальному признакам органами по аттестации с целью ведения информационной базы аттестованных объектов информатизации и планирования мероприятий по контролю и надзору.

Ведение сводных информационных баз аттестованных объектов информатизации осуществляется федеральным органом по сертификации и аттестации или по его поручению одним из органов надзора за аттестацией и эксплуатацией аттестованных объектов.

«Аттестат соответствия» выдается владельцу аттестованного объекта информатизации органом по аттестации на период, в течение которого обеспечивается неизменность условий функционирования объекта информатизации и технологии обработки защищаемой информации, могущих повлиять на характеристики, определяющие безопасность информации (состав и структура технических средств, условия размещения, используемое программное обеспечение, режимы обработки информации, средства и меры защиты), но не более чем на 3 года.

Состав нормативной и методической документации для аттестации конкретных объектов информатизации определяется органом по аттестации в зависимости от условий функционирования объектов информатизации

на основании анализа исходных данных по аттестуемому объекту.

В нормативную и методическую документацию включаются только те показатели, характеристики и требования, которые могут быть объективно проверены.

В нормативной и методической документации на методы испытаний должны быть ссылки на условия, содержание и порядок проведения испытаний, используемые при испытаниях контрольную аппаратуру и тестовые средства, сводящие к минимуму погрешности результатов испытаний и позволяющие воспроизвести эти результаты.

Тексты нормативных и методических документов, используемых при аттестации объектов информатизации, должны быть сформулированы ясно и четко, обеспечивая их точное и единообразное толкование, в них должно содержаться указание о возможности использования документа для аттестации определенных типов объектов информатизации по требованиям безопасности информации или направленной защиты информации.

Литература:

1. Положение по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации. (Утверждено Председателем Гостехкомиссии России 25.11.1994). — М.: Гостехкомиссия РФ, 1994. — 22 с.
2. Положение о Федеральной службе по техническому и экспортному контролю (Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. N 1085)-М.:СЗ РФ,2004.-34 с.
3. Методические рекомендации управлениям ФСТЭК России по федеральным округам об организации работ по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации (Утверждены ФСТЭК России 30 апреля 2006 г.).
4. Ярочкин В.И. Информационная безопасность [Текст]: учеб. для вузов. Изд.3. / В.И. Ярочкин — М.: Академический Проект, 2006. — 544 с.: ил.
5. Шумский А.А. Системный анализ в защите информации [Текст]: учеб. пособие для вузов. / А.А. Шумский — М.: Гелиос АРВ, 2005. — 224 с.: ил.
6. Положение о сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации. Приказ председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации № 199 от 27 октября 1995 г. [Электронный ресурс]
7. Партыка Т.Л. Вычислительная техника. Терминология [Текст]: справочное пособие. / Т.Л. Партыка, И.И. Попов — М.: Изд-во стандартов, 2006. — 168 с.: ил.
8. Галатенко, В.А. Основы информационной безопасности [Текст]: Учеб.пособие для вузов. Изд.4. (Основы информационных технологий)/ В.А. Галатенко — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2008. — 205 с.: ил.

Организация документооборота органа по аттестации объекта информатизации. Порядок формирования документов

Гавриленко Денис Вячеславович, студент
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

Аттестация предусматривает комплексную проверку защищаемого объекта информатизации в реальных условиях эксплуатации с целью оценки соответствия применяемого комплекса мер и средств защиты требуемому уровню безопасности информации. В ходе проведения ат-

тестации разрабатываются документы. По результатам проверки выдается аттестат соответствия.

В учреждении (на предприятии) должен быть документально оформлен перечень сведений конфиденциального характера, подлежащих защите в соответствии с норма-

тивными правовыми актами, а также разработана соответствующая разрешительная система доступа персонала к такого рода сведениям [2].

Для проведения аттестации заявитель представляет аттестационной комиссии следующие исходные данные и документацию:

1. Техническое задание на объект информатизации;
2. Технический паспорт на объект информатизации;
3. Приемно-сдаточную документацию на объект информатизации;
4. Акты категорирования выделенных помещений и технических средств и систем;
5. Акт классификации АС по требованиям защиты информации;
6. Состав технических и программных средств, входящих в АС (или технических средств, расположенных в выделенном помещении);
7. Планы размещения основных и вспомогательных технических средств и систем;
8. Состав и схемы размещения средств защиты информации;
9. План контролируемой зоны предприятия (учреждения);
10. Схемы прокладки линий передачи данных;
11. Схемы и характеристики систем электропитания и заземления объекта информатизации;
12. Перечень выделенных в АС ресурсов с документальным подтверждением степени секретности каждого ресурса (или максимальной степени секретности обсуждаемых в выделенном помещении вопросов);
13. Организационно-распорядительная документация разрешительной системы доступа персонала к защищаемым ресурсам ас (обсуждаемым вопросам);
14. Описание технологического процесса обработки информации в АС;
15. Технологические инструкции пользователям АС и администратору безопасности информации;
16. Инструкции по эксплуатации средств защиты информации;
17. Предписания на эксплуатацию технических средств и систем;
18. Протоколы специальных исследований технических средств и систем;
19. Акты или заключения о специальной проверке выделенных помещений и технических средств;
20. Сертификаты соответствия требованиям по безопасности информации на средства и системы обработки и передачи информации, используемые средства защиты информации;
21. Данные по уровню подготовки кадров, обеспечивающих защиту информации;
22. Данные о техническом обеспечении средствами контроля эффективности защиты информации и их метрологической поверке;
23. Нормативную и методическую документацию по защите информации и контролю эффективности защиты.

Приведенный общий перечень исходных данных и документации может уточняться заявителем в зависимости от особенностей аттестуемого объекта информатизации по согласованию с аттестационной комиссией.

На этапе аттестационных испытаний объекта информатизации: оформляются протоколы испытаний и заключение по результатам аттестации с конкретными рекомендациями по устранению допущенных нарушений, приведению системы защиты объекта информатизации в соответствие с установленными требованиями и совершенствованию этой системы, а также рекомендациями по контролю над функционированием объекта информатизации [1].

На стадии ввода в действие объекта информатизации и СЗИ оформляются [2]:

- акты внедрения средств защиты информации по результатам их приемно-сдаточных испытаний;
- предьявительский акт к проведению аттестационных испытаний;
- заключение по результатам аттестационных испытаний.

Заключение по результатам аттестации с краткой оценкой соответствия объекта информатизации требованиям по безопасности информации, выводом о возможности выдачи «Аттестата соответствия» и необходимыми рекомендациями подписывается членами аттестационной комиссии и доводится до сведения заявителя.

К заключению прилагаются протоколы испытаний, подтверждающие полученные при испытаниях результаты и обосновывающие приведенный в заключении вывод.

Протоколы испытаний подписываются экспертами — членами аттестационной комиссии, проводившими испытания.

Заключение и протоколы испытаний подлежат утверждению органом по аттестации.

При положительных результатах аттестации на объект информатизации оформляется «Аттестат соответствия» требованиям по безопасности информации.

Кроме вышеуказанной документации на предприятии оформляются приказы, указания и решения [2]:

- о проектировании объекта информатизации, создании соответствующих подразделений разработки и назначении ответственных исполнителей;
- о формировании группы обследования и назначении ее руководителя;
- о заключении соответствующих договоров на проведение работ;
- о назначении лиц, ответственных за эксплуатацию объекта информатизации;
- о начале обработки в АС (обсуждения в защищаемом помещении) секретной (конфиденциальной) информации.

Для объектов информатизации, находящихся в эксплуатации до введения в действие настоящего документа, может быть предусмотрен по решению их заказ-

Порядок проведения аттестации объектов информатизации



Рис. 1. Порядок проведения аттестации

чика (владельца) упрощенный вариант их доработки (модернизации), переоформления организационно-распорядительной, технологической и эксплуатационной документации [2].

Программа аттестационных испытаний такого рода объектов информатизации определяется аттестационной комиссией.

Необходимым условием является их соответствие действующим требованиям по защите информации [4].

Эксплуатация объекта информатизации осуществляется в полном соответствии с утвержденной организационно-распорядительной и эксплуатационной документацией [2].

Порядок формирования документов

Все документы, разрабатываемые при проведении аттестации объекта информатизации, формируются в строго определенном порядке, обусловленном этапом проведения аттестации. [1] А попытки исключить какой-либо документ или поменять местами этапы приводят, как правило, к ошибкам. Поэтому рассмотрим основные этапы аттестации и закрепленные за ними документы (рис. 1).

Есть несколько этапов проведения аттестации:

1. Документы, представляемые организацией-заявителем.

2. Документы, разрабатываемые по завершению спецпроверки технических средств иностранного производства

3. Документы, разрабатываемые по завершению стендовых (лабораторных) специсследований объектов вычислительной техники или ОТСС и ВТСС (ВП).

4. Документы, разрабатываемые по завершению объектовых специсследований объекта вычислительной техники или ОТСС и ВТСС (ВП).

5. Документы, разрабатываемые при аттестационных испытаниях объекта информатизации.

6. Документы, разрабатываемые на этапе контроля состояния и эффективности защиты информации.

Документы, представляемые организацией-заявителем

При создании объекта информатизации выполняется ряд следующих действий, с указанием создаваемых документов [3]:

1. Устанавливается предназначение создаваемого объекта информатизации (автоматизированная система – АС, выделенное помещение – ВП).

2. Определяется максимальная степень секретности обрабатываемой или обсуждаемой информации. Для АС – также и режимы обработки информации: однопользовательский, коллективный, права доступа пользователей, количество предполагаемых уровней конфиденциальности информации.

3. На основании информации, полученной в результате выполнения п. 2, устанавливается категория (для ВП и АС) и класс защиты (только для АС) от несанкционированного доступа (НСД). Результаты оформляются соответствующими актами.

ОВТ: Приказ «О назначении комиссии по категорированию, классификации и сопровождению аттестации объектов информатизации»; Акт категорирования объекта информатизации «АРМ»; Акт классификации автоматизированной системы (АС) объекта информатизации «АРМ».

ВП: Приказ «О назначении комиссии по категорированию и организации аттестации выделенного помещения»; Приказ «О назначении ответственных за режим секретности в выделенных помещениях»; Акт категорирования выделенного помещения.

1. Выбираются помещения для создаваемых объектов.

ОВТ: Перечень помещений, в которых проводятся секретные мероприятия, и объектов информатизации, используемых для обработки информации, составляющей государственную тайну.

ВП: Перечень помещений, в которых проводятся секретные мероприятия и объектов информатизации, используемых для обработки информации, содержащей государственную тайну.

2. Проводится их обследование. Уточняется организация электропитания, расположение и сопротивление контура заземления. В ходе проверки определяются вероятные каналы утечки информации. При необходимости может проводиться инструментальный контроль, например, качества звукоизоляции ограждающих конструкций, окон, дверей ВП.

ОВТ: Технический паспорт объекта информатизации с приложениями:

- состав технических и программных средств входящих в АС;
- план размещения АС относительно контролируемой зоны;
- план размещения ОТСС, ВТСС;
- схема прокладки линий передачи данных, цепей питания, заземления и их характеристики.

ВП: Технический паспорт на помещение категории:

- план размещения ОТСС, ВТСС, мебели установленной в ВП относительно границ контролируемой зоны;
- схема прокладки линий передачи данных, охранной и пожарной сигнализации, цепей питания и заземления ВП.

3. С учетом категории и класса ОИ, а также данных обследования осуществляется выбор и приобретение технических средств, на базе которых будет создаваться ОИ. Безусловно, при этом предпочтение должно отдаваться средствам, сертифицированным по требованиям безопасности информации или прошедшим специальные исследования и имеющим предписания на эксплуатацию.

4. В тех случаях, когда условия расположения ОИ не обеспечивают выполнение требований предписаний на эксплуатацию, выбираются дополнительные (организационные, технические, программные) средства и способы защиты информации.

5. Осуществляются установка и монтаж технических средств ОИ, в том числе средств защиты, и их настройка.

Приказ «О вводе в эксплуатацию ОВТ», с назначением ответственного за выполнение мер специальной защиты информации, администратора безопасности информации и ответственного за эксплуатацию ОВТ (после выдачи аттестата соответствия на АС).

6. Разрабатывается комплект организационно-распорядительной документации по защите информации в соответствии с СТР.

ОВТ: Организационно-распорядительная документация разрешительной системы доступа персонала к защищаемым ресурсам ОИ:

1. Перечень лиц, имеющих право самостоятельного доступа в помещение № с объектом информатизации «АРМ».

2. Перечень лиц, имеющих право самостоятельного доступа к штатным средствам автоматизированной системы ОИ «АРМ» и уровень их полномочий.

3. Перечень лиц, обслуживающих автоматизированную систему объектов информатизации.

4. Данные по уровню подготовки кадров, обеспечивающих защиту информации на объектах информатизации «АРМ».

5. Инструкция по обеспечению защиты секретной информации, обрабатываемой на объекте информатизации «АРМ».

6. Инструкция администратору безопасности.

7. Инструкция по антивирусному контролю.

8. Инструкция пользователю.

9. Описание технологического процесса обработки информации в автоматизированной системе объекта информатизации «АРМ».

10. Схема информационных потоков автоматизированной системы в составе объекта информатизации «АРМ».

11. Матрица доступа субъектов автоматизированной системы ОИ «АРМ» к ее защищаемым информационным ресурсам.

12. Состав программного обеспечения автоматизированной системы ОИ «АРМ».

13. Перечень защищаемых ресурсов автоматизированной системы объекта информации ОИ «АРМ» и уровень их конфиденциальности.

14. Нормативная и методическая документация по защите информации.

ВП: Организационно-распорядительная документация:

1. Список лиц, имеющих право самостоятельного доступа в помещение;

2. Данные по уровню подготовки кадров, обеспечивающих защиту информации на объектах информатизации;

3. Памятка по обеспечению режима секретности и эксплуатации оборудования в выделенном помещении;

4. Руководство по защите информации от технических разведок и от ее утечки по техническим каналам;

5. Нормативная и методическая документация по защите информации.

Документы, разрабатываемые по завершению проверки технических средств иностранного производства:

- Заключение по результатам специальной проверки.
- Копия лицензии ФСБ.

Документы, разрабатываемые по завершению стендовых (лабораторных) специсследований объектов вычислительной техники или ОТСС и ВТСС (ВП):

– Протокол лабораторных специальных исследований средств вычислительной техники (СВТ) от утечки информации по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН).

– Предписание на эксплуатацию средства вычислительной техники (СВТ).

- Копия лицензии ФСТЭК России № выданной.

Документы, разрабатываемые по завершению объектовых специсследований объекта вычислительной техники или ОТСС и ВТСС (ВП) [2].

Документы, разрабатываемые по завершению объектовых специсследований объекта вычислительной техники:

– Протокол проверки состояния технологического процесса информации на объекте информатизации.

– Протокол проверки на соответствие организационно-техническим требованиям по защите информации.

– Протокол аттестационных испытаний объекта информатизации на соответствие требованиям по защите информации от утечки за счет ПЭМИН.

– Протокол оценки эффективности, установленных на объекте средств защиты информации.

– Предписание на эксплуатацию объекта информатизации «АРМ», размещаемого в помещении №.

– Акт установки САЗ на объекте информатизации «АРМ».

– Описание настроек системы разграничения доступа системы защиты от НСД, установленной в АС ОИ «АРМ».

Документы, разрабатываемые по завершению объектовых специсследований (ОТСС) ВТСС, датчиков охранной и пожарной сигнализации, линий связи, которые имеют выход за границы контролируемой зоны:

– Протокол контроля защищенности ВП от утечки информации по акустическому, виброакустическому, оптико-электронному каналам.

– Протокол специальных исследований (ОТСС) ВТСС, датчиков охранной и пожарной сигнализации, линий связи, которые имеют выход за границы контролируемой зоны.

– Предписание по размещению, монтажу и эксплуатации вспомогательных технических средств, установленных в выделенном помещении.

– Акт установки системы виброакустического шумозащиты в выделенном помещении.

– Эксплуатационная документация и сертификаты на применяемые средства защиты информации.

– Предписание на эксплуатацию вычислительной техники в целом.

Документы, разрабатываемые при аттестационных испытаниях объекта информатизации [2].

Документы, разрабатываемые при аттестационных испытаниях автоматизированной системы:

– Программа и методики аттестационных испытаний.

– Протокол испытаний на соответствие требованиям по защите информации от НСД.

– Заключение по результатам аттестационных испытаний объекта информатизации на соответствие требованиям безопасности информации.

– Копия Аттестата аккредитации органа по аттестации (ФСТЭК) России Эксплуатационная документация и сертификаты на применяемые средства защиты информации.

– Аттестат соответствия по требованиям безопасности информации.

Документы, разрабатываемые при аттестационных испытаниях выделенного помещения:

– Программа и методики проведения аттестационных испытаний выделенного помещения.

– Заключение по результатам проведения аттестационных испытаний выделенного помещения, с приложением протоколов контроля эффективности защиты от утечки речевой информации.

– Копия Аттестата аккредитации органа по аттестации (ФСТЭК) России.

– Аттестат соответствия по требованиям безопасности информации.

Документы, разрабатываемые на этапе контроля состояния и эффективности защиты информации:

– Заключение по результатам контроля состояния и эффективности защиты информации на объекте, с приложением протоколов контроля.

Разработка комплекса организационно-распорядительной документации и проведение организационно-технических мероприятий позволяет подтвердить, что объект соответствует требованиям стандартов нормативно-технических документов по безопасности информации, утвержденных Федеральной службой по техническому и экспортному контролю, и получить «Аттестат соответствия», который дает право обработки информации на объекте с уровнем конфиденциальности и на период времени, установленными в «Аттестате соответствия».

Литература:

1. Положение по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации, утверждено председателем Гостехкомиссии России от 25 ноября 1994 г.

2. Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации (Решение Коллегии Гостехкомиссии России № 7.2/02.03.2001 г.)
3. Царегородцев А.В. Мухин И.Н. Защита информационных ресурсов предприятия: Монография. — М.: ВГНА Минфина России, 2008. — 160 с.
4. РД ГТК. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации: Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации [Текст] — М.: Военное издательство, 1992. — 12 с.

Разработка автоматизированной системы учёта груза на складе

Гребенникова Ольга Николаевна, студент;

Научный руководитель Несбытнов Андрей Евгеньевич, старший преподаватель

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В настоящее время пользование транспортно-экспедиторскими услугами стало очень распространенным фактором. Компания, для которой разрабатывалась автоматизированная система учета груза на складе, осуществляет автомобильные, контейнерные, авиа и железнодорожные перевозки сборного груза (посылок) в любом направлении по территории России, а также выполняет погрузочно-разгрузочные работы и упаковку груза. Разрабатываемая система предназначена для работы склада, отвечающая за полный комплекс услуг по приему, обработке, складированию, хранению и отправке грузов (посылок), а также по экспедированию и страхованию, которые предоставляются клиенту.

На сегодняшний день на складах транспортно — экспедиторской компании отсутствует автоматизированная система учета груза на складе и не модернизирована форма обслуживания клиентов и обработка заявок, так как при приеме груза у отправителя, операции по вводу данных на данном этапе производятся вручную, т. е. складская накладная заполнялась от руки работниками склада.

Все эти недостатки приводят к увеличению времени обслуживания клиентов, замедлению процесса транспортировки, усложнения взаимодействия с клиентами и снижения эффективности работы всего предприятия в целом. Это отрицательно сказывается на экономической прибыли компании, т. е. такая компания будет считаться убыточным предприятием.

Минусом ввода информации от руки является допущение ошибок ответственных работников по приему груза, которые в последствие нельзя исправить.

Многие компании сейчас используют «1С: Предприятие», которое, на мой взгляд, является дорогостоящим программным обеспечением. И внедрение его в работу склада и обучение сотрудников приведет к дополнительным материальным затратам. Поэтому было принято решение создать упрощенную и не дорогостоящую систему, которая ускорит процесс при приеме груза и облегчит ввести учет груза на складе.

Результатом создания системы является обеспечение быстроты выполнения заказов и бесперебойная доставка грузов на склады других подразделений, так же не менее важен контроль, точность перемещения и трудоемкость выполняемых операций, благодаря совершенствованию технологий в сфере транспортно-экспедиторских услуг, сократится складирование (лучшее управление грузами, согласованность действий приема и отправки), с их помощью так же удастся ускорить транспортировку груза.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

- проанализировать структуру компании;
- изучить направления деятельности;
- провести анализ, имеющегося программного обеспечения в компании;
- рассмотреть проблемные зоны, которые требуют изменения или доработки;
- минимизировать ошибки при введении данных;
- тестирование и анализ разрабатываемой системы;
- внедрение.

Для создания системы в качестве среды разработки выбран Borland Delphi 7 — это система, предназначенная для быстрой разработки приложений самого разного характера и назначения, в том числе для работы с базами данных и интернет. [1] Системой управления базой данных (СУБД) является MS Access — это локализованное, широко распространенное, тесно интегрированное с другими компонентами Microsoft Office, с дружественным как конечному пользователю, так и разработчику интерфейсом, полнофункциональное, открытое приложение, достаточное для эффективного ведения автономной базы данных в течение всего отчетного периода (года) на станции с вагонооборотом несколько сотен тысяч. Большая часть базы данных нормализована до 3-ей формы, что существенно повышает внутреннюю производительность и снижает внешний трафик [2].

Автоматизированная система представляет собой двухуровневую архитектуру клиент/сервер — взаимодействие клиентской программы и сервера баз данных

происходит напрямую. При этом вся логика обработки данных делится между клиентскими программами и серверами баз данных. На серверах баз данных в основном производится первичная обработка данных с помощью механизма хранимых процедур, а вторичная (окончательная) обработка данных производится на клиентском рабочем месте, где также производится выдача данных и

обработка запросов пользователя [3].

Данная автоматизированная система учета груза на складе повысит быстродействие обслуживания клиентов и позволит перейти к безбумажной технологии хранения информации, и учета вводимых данных о поступившем грузе, и может быть использована в компаниях с большой клиентской базой.

Литература:

1. А.Д. Хомоненко. Delphi 7. Санкт-Петербург, 2008 г.; изд. «БХВ-Петербург» 1216–278 с.
2. Джеффри Ульман. Системы баз данных. Санкт-Петербург, 2009 г.; изд. «Вильямс» 1088 стр. – 456 с.
3. http://edu2.tsu.ru/html/1926/text/f5_2_1.html

Оценка рисков информационной безопасности с помощью метода нечеткой кластеризации и вычисления взаимной информации

Козлова Елена Анатольевна, студент
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

Для решения проблемы отсутствия готовых данных и сложности поиска оптимального значения оценки рисков информационной безопасности в данной статье применяется новый метод информационной меры и нечеткой кластеризации в оценке рисков информационной безопасности. Новый метод определяет количество факторов риска всех данных и зависимость степени безопасности при вычислении взаимной информации. Затем поиск оптимального значения для каждой степени риска определяется как центр точек по K-means алгоритму кластеризации, используется K-means алгоритм кластеризации для классификации данных. Этот метод прост в реализации, легко рассчитывается и позволяет избежать проблемы чувствительности к начальному значению, нелинейности и сложности оценки рисков информационной безопасности. Экспериментальные результаты показывают эффективность данного метода.

Ключевые слова: информационная безопасность, оценка рисков, информационные измерения, нечеткая кластеризация.

1. Введение

С развитием Internet-технологий и электронной коммерции с каждым днем появляется все больше угроз безопасности информации. Сегодня организации все чаще используют информацию в бизнес-процессах, для облегчения управленческих решений и ведения бизнеса. Зависимость от информации в бизнес-среде крайне велика, где множество торговых операций осуществляется в электронном виде через Internet. Такая информационная зависимость привела к существенному увеличению влияния уровня безопасности информационных систем на успех, а иногда и просто возможность ведения бизнеса. Поэтому безопасность информационных систем является одним из важнейших вопросов, который привлекает большое внимание со стороны аналитиков, инженеров и других специалистов в области информационно безопасности.

Оценка рисков начала использоваться на атомных электростанциях Европы и Америки в начале 1960-х годов, а в последствии развивалась и применялась аэрокосми-

ческой инженерии, химической промышленности, охране окружающей среды, здравоохранении, спорте, развитии национальной экономики и многих других областях. В информационной безопасности методики оценки рисков появились с целью прогнозирования возможного ущерба, связанного с реализацией угроз, и соответственно оценки необходимого размера инвестиций на построение систем защиты информации.

Четкой методики количественного расчета величин рисков как не было, так и нет. Это связано в первую очередь с отсутствием достаточного объема статистических данных о вероятности реализации той или иной угрозы. В результате наибольшее распространение получила качественная оценка информационных рисков. Но как использовать результаты такой оценки? Как рассчитывать возможный ущерб и размер необходимых инвестиций для предотвращения реализации рисков?

До сих пор ведутся споры на тему оценки информационных рисков или экономического обоснования инвестиций в информационную безопасность. В настоящее время идет

активное накопление данных, на основании которых можно было бы с приемлемой точностью определить вероятность реализации той или иной угрозы. К сожалению, имеющиеся справочники опираются на зарубежный опыт и поэтому с трудом применимы к российским реалиям.

В настоящее время основные научные достижения в области оценки рисков информационной безопасности включают известные методы: OCTAVE-метод [1], CRAMM5 [2], PRA [3], и т.д. Но эти стандарты и методы имеют некоторые недостатки, некоторые из них являются только качественными методами анализа, некоторые — только количественными, громоздкими для реализации. Оценка рисков информационной безопасности имеет некоторые характеристики, такие как нелинейность, сложность применения, характеристики, обусловленные некоторыми ограничениями на использование традиционных моделей для проведения оценки рисков информационной безопасности. Эти традиционные методы оценки массу субъективных проблем и неясностей, поэтому они более сложны в применении.

Данная статья предлагает новый метод оценки рисков информационной безопасности, основанный на комбинации вычисления взаимной информации и K-means алгоритма кластеризации. Для того чтобы добиться эффективной оценки уровня рисков информационной безопасности, новый метод определяет количество факторов риска всех данных и зависимость степени безопасности при вычислении взаимной информации. Затем осуществляется поиск оптимального значения для каждой степени риска как центр точек K-means алгоритма кластеризации и используется K-means алгоритм кластеризации для классификации данных.

Статья построена следующим образом. Раздел 2 описывает риски системы информационной безопасности. Раздел 3 предлагает оценку рисков информационной безопасности на основе взаимной информации и K-means методе. Затем показаны экспериментальные результаты в разделе 4 и обобщение работы в разделе 5.

2. Риски системы информационной безопасности

Риск информационной безопасности определяется как произведение финансовых потерь (ущерба), связанных с инцидентами безопасности, и вероятности того, что они будут реализованы. Данное определение подходит при рассмотрении различных архитектур информационных систем.

Информация может существовать в различных формах. Она может быть написана на бумаге, храниться в электронном виде, пересылаться по почте или с использованием электронных средств, транслироваться на экране или обсуждаться в разговоре. Какие бы формы информация ни принимала, она всегда должна быть защищена соответствующим образом.

Оценка рисков информационной безопасности, с точки зрения управления рисками, анализ систематически под-

вергающихся угрозам и существующим уязвимостям информационных систем и технологий научными методами и средствами. Оценка потенциального ущерба в случае угрожающих событий проведена и выдвинуты контрмеры против угроз для предотвращения и урегулирования рисков информационной безопасности, а также контроль рисков на приемлемом уровне таким образом чтобы максимально обеспечить безопасность информации. Оценка рисков информационной безопасности состоит из трех основных этапов: идентификация угроз, идентификация уязвимостей, идентификация активов [4] (рис. 1)

Процесс оценки риска информационной безопасности выглядит следующим образом:

- 1) Определение информационных активов, установление ценности активов;
- 2) Анализ угроз, определение вероятности угроз
- 3) Идентификация уязвимостей информационных активов, определение степени уязвимости
- 4) Вычисление вероятности наступления события по реализации угроз (использованию уязвимостей)
- 5) Сочетая важность информационных активов и возможность возникновения инцидентов, выполняется расчет значения риска информационной безопасности для информационного актива.

Проиллюстрируем вычисление риска с помощью формулы:

$$\text{Riskvalue} = R(A, T, V) = R(L(T, V), F(Ca, Va)), \quad (1)$$

где R — функция вычисления риска,

A — активы,

T — угрозы,

V — уязвимости,

Ca — стоимость активов, принесенная инцидентом,

Va — степень уязвимости,

L — возможность угрозы привести к инцидентам с помощью уязвимостей,

F — потери, вызванные событиями безопасности.

Определение значения риска связано с результатами оценки риска и выработкой мер по контролю риска, поэтому это является важным и сложным этапом в процессе оценки риска. Это основной вопрос моего исследования.

В целях предотвращения несанкционированного доступа организации используют различные контрмеры для защиты своих активов. Но даже благодаря применению контрмер и управлению информационной безопасностью активы зачастую не в полной мере защищены от угроз из-за недостатка контроля.

Таким образом, оценка рисков является одним из важнейших шагов в управлении рисками информационной безопасности. На практике оценка рисков информационной безопасности является довольно сложным и полным неопределенностей процессом [5]. Неопределенности, существующие в процессе оценки, являются основным фактором, влияющим на эффективность оценки риска информационной безопасности. Поэтому они должны быть приняты во внимание при оценке рисков. Однако большинство существующих подходов имеют не-



Рис. 1. Элементы оценки рисков информационной безопасности

которые недостатки по обработке неопределённости в процессе оценки.

3. Оценка рисков информационной безопасности на основе взаимной информации и k-means алгоритма кластеризации

В оценке рисков информационной безопасности основные элементы риска отражаются в активах системы, существующих угрозах и уязвимостях, а также анализ рисков оценивает уровень риска от оценки показателей, таких как частота угрозы, степень тяжести уязвимости, стоимость активов и т.д. Оценочные показатели имеют некоторые свойства значительной двусмысленности и неопределённости, поэтому обычные методы с трудом поддаются измерению. Кроме того, эти оценки показателей и уровней риска являются нелинейными и динамические изменяющимися, поэтому обычные методы так трудно перерабатывать. Новый метод оценки рисков не содержит данных проблем. Во-первых, мы используем метод нечеткой оценки для количественного измерения риска. Во-вторых, рассчитывается значение взаимной информации риска для обозначения зависимости степени риска и уровня риска. Данные были классифицированы по K-means алгоритму с оптимальными взаимными информационными данными в качестве исходных центров кластеров. Этот способ прост и содержит небольшое количество вычислений. Он позволяет избежать проблемы чувствительности к начальному значению, нелинейности и сложности оценки рисков информационной безопасности.

3.1. K-means алгоритм

Кластерный анализ является общей техникой для статистического анализа данных, которая стремится сгруппировать объекты подобного рода в отдельные категории. Это широко используется в математике, в социальных науках, маркетинге, биоинформатике и т.д. Кластерный анализ включает в себя ряд эвристических методов, в том числе K-means алгоритм и модель смеси.

Алгоритм K-means является непараметрическим подходом, направленным на классификацию объектов на K взаимоисключающих кластеров путем минимизации квадрата расстояния от объекта до его ближайшего центра.

Алгоритм разделяет данные на k кластеров S_i ($i = 1, 2, \dots, k$). Кластер S_i связан с представителем (центр кластера) C_i .

Обозначим множество точек данных через $S = \{X_m\}$, $m = 1, 2, \dots, N$. N количество точек данных в наборе S. Пусть $d(X, Y)$ будет искажением между любыми двумя из векторов X и Y.

Пусть C_{mm} будет ближайшим центром кластера X_m и $d_m = d(X_m, C_{mm})$. Цель K-means кластеризации — найти множество центров кластеров $SC \{C_i\}$, таких, что искажения J определенные ниже, сведены к минимуму, где $l = 1..K$. K — это количество кластеров.

$$J = \sum_{m=1}^N d_m \quad (2)$$

Основной процесс K-means кластеризации — это отображение заданного набора векторов в улучшенных через разделение точек данных. Оно начинается с начальным набором центров кластеров и повторяет это отображение процесса, пока критерий остановки не будет выполнен.

Итерации Ллойда K-means алгоритма кластеризации выглядят следующим образом:

1) Дано множество центров кластеров $SC_p = \{C_i\}$, найти разбиение S; то есть S разделить на K кластеров S_j , где $j = 1, 2, \dots$, и $S_j = \{X / d(X, C_j) \leq d(X, C_j)\}$ для всех i не равно j).

2) Вычислить центр тяжести для каждого кластера, чтобы получить новый набор кластеров SC_{p+1} .

K-means алгоритм кластеризации кратко описывается следующим образом:

1) Начать с начальным набором центров кластеров SC_0 . Множество $P=0$.

2) С учетом множества центров кластеров SC_p , выполнить итерацию Ллойда для создания улучшенного набора кластеров SC_{p+1} .

3) Рассчитать среднее искажения J для SC_{p+1} . Если оно изменилось на достаточно маленький объем после

последней итерации, нужно остановиться. В противном случае установить $p + 1 \rightarrow P$ и перейти к шагу 2.

Ближайший центр кластера определяется путем расчета расстояния между каждым центром кластера и точкой данных. В данной статье, функция расстояния принимает, x_d евклидово расстояние. Евклидово расстояние между точкой данных $X = (x_1, x_2, \dots, x_d)$ в степени t и центр кластера $C = (c_1, c_2, \dots, c_d)$ в степени t определяется как

$$d(X, C) = \left[\sum_{i=1}^d |x_i - c_i|^t \right]^{0,5} \quad (3)$$

Тем не менее, K-means алгоритм это процедура локального поиска и хорошо известно, что данный алгоритм страдает серьезным недостатком, что его производительность сильно зависит от начальных условий [6]. В нашем методе мы используем вычисление взаимной информации, чтобы решить эту проблему.

3.2. Модель оценки

Основная идея модели оценки риска информационной безопасности, основанной на вычислении взаимной информации и K-means алгоритме в следующем. Во-первых, определение количественной оценки риска с нечетким подходом к оценке, во-вторых, поиск оптимальных значений в каждом уровне риска с вычислением взаимной информации после количественной обработки и обработки на совместимость, в качестве исходных центров кластеров алгоритма кластеризации K-means. Модель структуры показан на рис. 2.

Как показано на рис. 2, уровни безопасности информационной системы разделены на четыре класса соответственно определенных как L1, L2, L3 и L4. L1 представляет собой минимальный уровень безопасности, L4 представляет собой самый высокий уровень безопасности. Есть 4 кластера в результатах K-means кластеризации, так что $K = 4$.

1) Формат информации исходных данных, полученных из информационной системы не в соответствии с нашим методом, должен быть обработан, чтобы быть векторной форме как требуется для нашего метода. Поскольку значения риска имеют свойство неопределенности, в этой статье мы используем нечеткий подход для предварительной оценки показателей риска информационной безопасности.

2) Обработка данных:

Данные, которые были введены в нашем алгоритме, делятся на два класса: подготовительные данные и тестовые данные. Основная польза подготовительных (обучающих) данных – обучение K-means алгоритма кластеризации. Это говорит о том, что алгоритм K-means кластеров с подготовительными данными нужен для поиска оригинальных кластеров и центров кластеров. Это процесс обнаружения (раскрытия) знаний. Затем K-means алгоритм кластеризации классифицирует данные с исходными кластерами и центрами кластеров. Для подготовки данных:

а) Вычислить значение взаимной информации между предварительно обработанными данными и дать четыре оптимальных набора точек в соответствии с уровнем риска L1, L2, L3 L4 для каждого обучающих данных. Взаимная информация (mutual information – MI) определяется как снижение неопределенности одной случайной переменной из-за знания о другом, или, другими словами, количество информации, которое одна случайная переменная содержит о другой.

Наша модель имеет набор данных, хранение оптимальных точек установлено в соответствии с уровнем риска L1, L2, L3 и L4, которые получены через экспертный анализ большого количество данных.

б) для каждого уровня риска, рассчитать значения взаимной информации между всеми данными, а затем вычислить сумму этих значений взаимной информации, которая получена на последнем шаге. Так мы можем получить среднее значение всей взаимной информации.

в) получить четыре средних значения взаимной информации соответствующих в указанном порядке для четырех уровней риска информационной безопасности. Затем искать четыре оптимальные точки, ближайших к средним значениям в качестве начальных центров кластеров K-means алгоритма кластеризации.

Для проверки данных, вычислить расстояние между каждым центром кластера и каждым тестовыми данными, чтобы определить ближайший центр кластера (для присоединения), кластер с K-means алгоритмом, который уже обладает начальными центрами кластеров, сгенерировать новые результаты кластеризации.

3) Судьи изменяют результаты кластеризации или нет. Если метки некоторых данных в кластере изменены в новых результатах кластера, то это означает, что новый центр кластера может быть неправильным, неправильные центры кластеров могут быть вызваны ложным обнаружением курса. В целях обеспечения и повышения точности обнаружения, мы пересчитаем значение взаимной информации всех данных, чтобы найти оптимальные точки в качестве начальных центров кластера алгоритма K-means.

3.3. Предварительная нечеткая обработка

В оценке рисков информационной безопасности, оценка показателей риска не имеет четких свойств и неопределенностей, наш метод количественно оценивает риски информационной безопасности с нечетким подходом к оценке. Конкретные шаги заключаются в следующем:

1) корреляционный анализ активов, уязвимостей, угроз и отношения угрозы и уязвимости к выявлению риска информационной безопасности.

2) На основе нечеткого подхода к оценки, факторы риска создают множество $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$.

3) Создание набора оценки. Оценить различные факторы риска конфиденциальности и целостности активов,

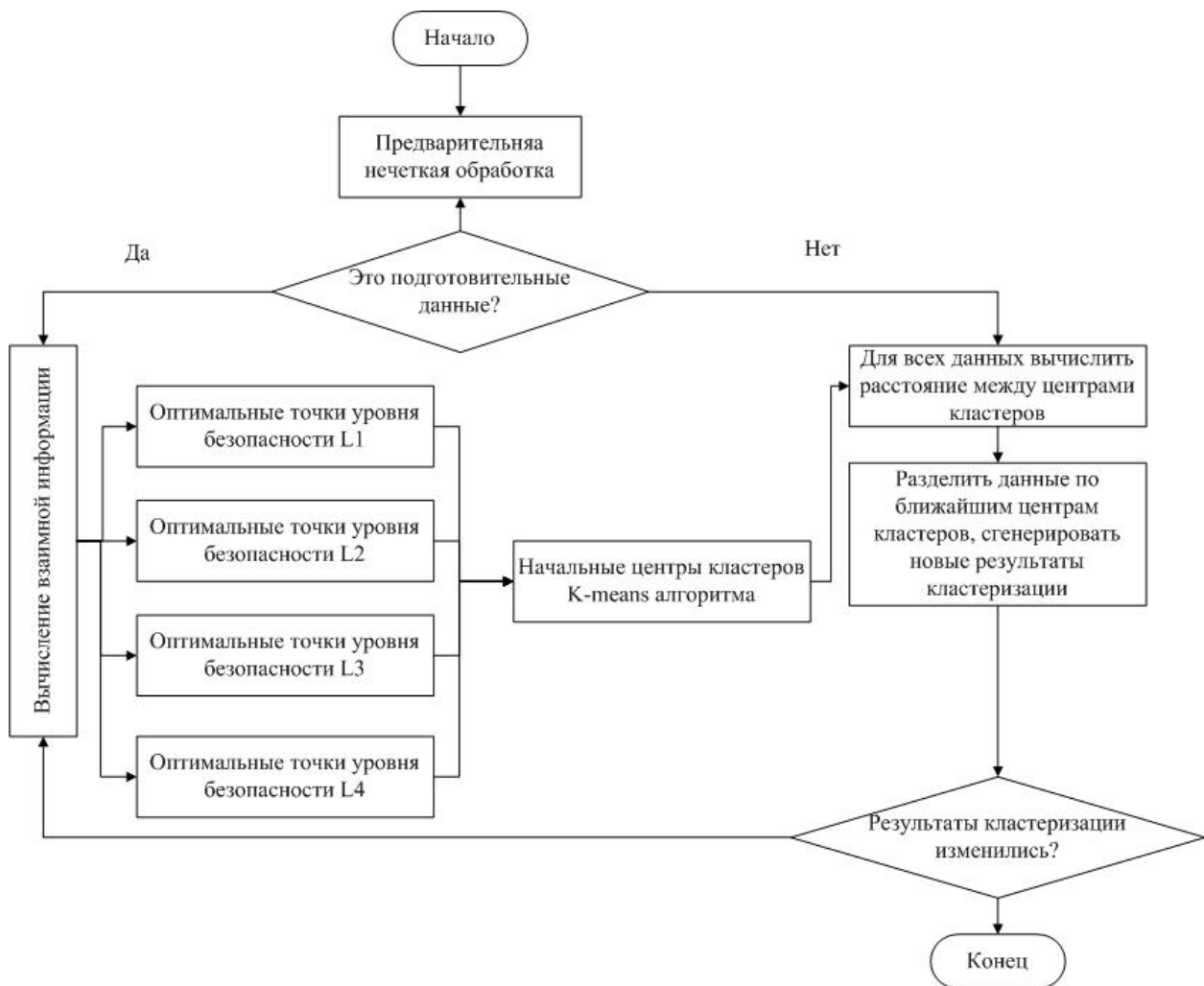


Рис. 2. Структура модели оценки

степень уязвимости, техническое содержание угрозы и другие аспекты. Эксперты дают обзор рисков различных факторов риска, каждый обзор рисков делится на m классов, набор оценок: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$.

4) Эксперт дает обзор рисков каждого фактора риска, создавая нечеткое изображение: $f: U \rightarrow F(V)$, $F(V)$ все нечеткое множество на V , u_i стрелка $f(u_i)$, где $u_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$ принадлежит $F(V)$. Отображение функции f представляет собой фактор риска u_i как вектор u_i , прилагаемый к набору оценок (степень каждого обзора в наборе оценок). Установить риск $R = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}\}$, $I = 1, 2, \dots, n$, получим матрицу R .

5) Значение индекса в наборе оценок непосредственно влияет на степень риска, поэтому, важно учитывать вес каждой оценки индекса. Установить набор распределения весов как $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. Посредством нечеткого преобразования оператора, получим:

$$B = A * R^T = (a_1, a_2, \dots, a_n) * \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1m} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_{1n}) \quad (4)$$

B представляет веса всех факторов риска при оценке. V отражает оценку вида фактора риска, значение которого находится в наборе $(0,1)$.

3.4. Вычисление взаимной информации

Взаимная информация является важным понятием теории информации, которая измеряет статистическую зависимость между двумя переменными, то есть информация, которую одна переменная содержит о другой. Впервые она была предложена в качестве регистрационной меры в медицинской регистрации изображений в 1995 году независимо друг от друга учеными Viola и Wells. Это важное понятие в области теории информации, которая измеряет степень взаимозависимости между двумя сообщениями, широко используется в классификации текстов и функция сокращения. Взаимная информация также широко используется для установления одного из наиболее важных параметров.

Взаимная информация определяется как снижение неопределенности одной случайной переменной вследствие наличия знаний о другой, или, другими словами, количе-

ство информации об одной случайной переменной содержащейся в другой.

Мы используем меру взаимной информации как статистическую степень корреляции между значением фактора риска и уровнем риска, который определяется как:

$$I(a_k, d) = p(a_k | d) \log \frac{p(a_k, d)}{p(a_k)p(d)}, \quad (5)$$

где

$$p(a_k) = |a_k| / N_1,$$

(a_k) – является атрибутом (конкретное значение факторов оценки риска),

N_1 представляет собой количество различных значений фактора оценки риска во всех примерах данных,

$p(a_k)$ представляет собой вероятность вида a_k , а именно отношение числа появления a_k во всех факторах оценки подготовительных данных и общего количества значений факторов оценки, больше $p(a_k)$

$p(d) = v / N$ – представляет собой вероятность подготовительных данных, которые относятся к уровню d (эта статья делит степень безопасности на 4 уровня, так что значение d может быть одним из L_1, L_2, L_3, L_4 .

$p(a_k | d) = a_k \cap d / d$ представляет условную вероятность a_k , $a_k \cap d$ представляет собой число выборочных данных, значения атрибута которых – a_k , и уровень риска принадлежит d , d представляет собой общее число выборочных данных, чей уровень риска принадлежит d .

$p(a_k | d) = a_k \cap d / N$ – представляет собой вероятность появления a_k , в то время как данные с атрибутом a_k принадлежат уровню риска d .

Значение $I(a_k, d)$ указывает на соответствующую степень a_k и уровень риска d , тем больше значение, тем выше степень связи. Таким образом, a_k к привносит большой вклад в уровень d .

Предположим, оценка факторов риска учитывалось от четырех факторов, в том числе конфиденциальности и целостности активов, степень уязвимости и техническое содержание угрозы. Уровень защиты делится на четыре класса, L_1 представляет минимальный уровень безопасности, L_4 представляет собой максимальную безопасность. Мы выбираем восемь наборов нечетких данных для предварительной оценки, как показано в таблице 1.

Таблица 1. Уровни безопасности

№ данных	b_1	b_2	b_3	b_4	Уровень безопасности
D1	0, 1	0,3	0,3	0,2	L1
D2	0,5	0,3	0,4	0,3	L2
D3	0,5	0,3	0,4	0,3	L2
D4	0,3	0,7	0,5	0,3	L4
D5	0,3	0,3	0,2	0,3	L2
D6	0,3	0,1	0,3	0,3	L1
D7	0,5	0,3	0,3	0,5	L3
D8	0,3	0,3	0,1	0,1	L1

Сначала мы подсчитаем количество значений для каждого атрибута., Затем вычисляем взаимную информацию для значений (0,1; 0,2, ...) в атрибутах b_1, b_2, \dots соответствующего уровня риска L_1 следующим образом:

$$I(0,1, L_1) = p(0,1 | L_1) \log \frac{p(0,1, L_1)}{p(0,1)p(L_1)} = 0,12 \quad (6)$$

3.5. Оценка рисков информационной безопасности на основе взаимной информации и K-means алгоритма

K-means алгоритм кластеризации является одной из основных алгоритмов кластерного анализа, которые используют итерационный метод для обновления. Конечный результат состоит в получении минимальной целевой функции и для достижения оптимального эффекта кластеризации. K-means алгоритм работает следующим образом. Во-первых, случайным образом выбираются k объектов данных из p данных в качестве исходных центров кластеров. Для остальных объектов, в соответствии с их сходством с центром кластера (расстояние) соответственно назначаем им наиболее похожую (представленные центром кластера) кластеризацию, а затем пересчитываем центра кластера для каждого нового приобретенного кластера. Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменения кластеров. Это происходит за конечное число итераций, так как количество возможных разбиений конечного множества конечно.

Традиционный алгоритм K-means случайного выбора начальных центров кластеров с различными начальными значениями результатов может легко колебаться. Это вызвано обнаружением значительного отклонения результатов и необходимости большего количества итераций.

В нашем методе, значение взаимной информации используем в качестве исходных центров кластеров, так что в начале кластеризации центры кластеров являются оптимальными значениями. Поэтому наш метод может преодолеть недостатки чувствительности к начальному значению, а также уменьшает количество итераций. За функцию определения расстояния принимается евклидова функция.

Для приведенных подготовительных данных, формы данных предварительно обработаны как показано в Таблице 1. Для данных D_i мы можем вычислить $I(b_i, L_i)$, что представляет собой степень вклада всех атрибутов b_i в уровень L_i . L_i представляет уровень соответствующего класса D_i .

$$SI(D_i) = \sum_{i=1}^n \alpha * I(b_i, L_i), \quad (7)$$

где α – это вес, соответствующий каждому атрибуту, направленный на приведение соотношения атрибута в $SI(D_i)$. Чем больше $SI(D_i)$ тем больший вклад имеет D_i в L_i .

Таблица 2. Подготовительные данные

№ данных	A ₁	A ₂	...	A ₁₀	Уровень безопасности
D1	0,4	0,3	...	0,4	L3
D2	0,5	0,3	...	0,3	L2
D3	0,5	0,3	...	0,3	L2
D4	0,3	0,7	...	0,3	L4
D5	0,3	0,3	...	0,3	L2
D6	0,3	0,1	...	0,3	L1
D7	0,5	0,3	...	0,5	L3
...

Таблица 3. Тестовые данные

№ данных	A ₁	A ₂	...	A ₁₀	Уровень безопасности
D1	0,6	0,3	...	0,4	L3
D2	0,3	0,3	...	0,3	L1
D3	0,5	0,3	...	0,4	L1
D4	0,4	0,7	...	0,3	L4
D5	0,4	0,3	...	0,3	L2
...

Определим среднее значение взаимной информации всех данных, степень которой принадлежит L_j :

$$AVSI(L_j) = \sum_{i=1}^{N_j} \frac{SI(D_i)}{N_j}, 1 \leq j \leq 4, \quad (8)$$

где N_j представляет количество данных, которые принадлежат уровню L_j . $AVSI(L_j)$ представляет собой среднее значение вклада данных в L_j , которые принадлежат уровню L_j .

4. Эксперимент

Экспериментальные образцы взяты из информационных систем компании из сферы деятельности электронной коммерции. В нашем эксперименте мы разделили три основных фактора (идентификация угроз, идентификация уязвимостей, идентификация активов), которые оказывают влияние на оценку рисков информационной безопасности в 10 конкретных факторах:

- информация украдена, удалена или потеряна;
- сетевые ресурсы уничтожены;
- ложное использование и фальсификация информации;
- прерывания работы и запреты;
- аппаратные дефекты;
- сетевые уязвимости;
- утечка данных;
- вмешательство в связь;
- восстановление обслуживания;
- прерывание обслуживания.

Оценим факторы риска экспертно, присвоим вес каждому фактору в качестве входных данных.

Разделим результаты оценки на четыре категории: высокой безопасности, средней безопасности, подозрительно и опасно, соответственно, как L1, L2, L3 и L4.

Данные включают в себя подготовительные данные и тестовые данные. Для подготовительных данных: каждые такие данные могут быть выражены как $1 * 10$ -мерный вектор, то есть $R = [A_1, A_2, \dots, A_{10}]^T$. Для эксперимента выберем 200 подготовительных данных, как показано в таблице 2.

Данные в таблице 2, которые прошла через нечеткую предварительную обработку в качестве подготовительных

данных, были рассчитаны по 10 показателям безопасности каждого образца. И 100 тестовых данных, как показано в таблице 3, также списком по 10 показателям безопасности. Все данные разделены на 10 групп, и каждая группа включает в себя 20 обучающих данных и 10 текстовых данных для исследования нашего алгоритма.

Точность обнаружения нашего метода достигла 98% для данных в таблице 3. Экспериментальные результаты показывают, что наш метод эффективен, кроме того, имеет меньше вычислений, чем традиционные методы. Также наблюдается высокая скорость вычислений.

Наша оценка риска метод может более точно оценить уровень риска информационной безопасности, а значит более надежно защититься от реализации рисков.

5. Заключение

Для того чтобы решить проблему оценки рисков информационной безопасности, связанную со сложностью определения оптимальных значений, в данной статье предложен новый метод оценки рисков информационной безопасности, основанный на вычислении взаимной информации и K-means алгоритме кластеризации, позволяющем эффективно оценивать уровни риска информационной безопасности.

Метод определяет степень количественной зависимости между факторами риска и уровнем информационной безопасности с вычислением взаимной информации.

На каждом уровне риска, определяются оптимальные точки как начальные центры кластеров по алгоритму K-means, затем алгоритм кластеризации K-means классифицирует данные. Наш метод может динамически регулировать центр кластера в соответствии с результатами кластеризации и вычисление значения взаимной информации.

Этот метод легко применять, он имеет меньше вычислений, чем традиционные методы. Метод позволяет предотвратить чувствительность к входным данным, нелинейность, сложность и другие проблемы оценки рисков информационной безопасности. Экспериментальные результаты также показывают превосходство метода.

Литература:

1. Maiwald E. Network Security: A Beginner's. The McGraw-Hill Companies, Inc 2001.
2. ISO/IEC 17799. Information Technology-Code of practice for information security management.2000.
3. MnSCU. Security Risk Assessment-Applied Risk Management Minnesota State Colleges & Universities, 2002, с. 7.
4. А. Астахов. Искусство управления рисками. GlobalTrust. 2009.
5. R.L. Winkler, Uncertainty in probabilistic risk assessment, Reliability Engineering and System Safety 54 (2–3) (1996), с. 127–132.
6. Dang Depeng, Meng Zhen. Assessment of information security risk by support vector machine. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2010, 3 (38), с. 46–49.

Самостоятельная работа как фактор мотивации учебной деятельности студентов

Крячко Оксана Анатольевна, ассистент
Оренбургский государственный университет (г. Оренбург)

Процесс обучения студентов в высших учебных заведениях носит, естественно, методологический и системный характер. Не секрет, что российская высшая школа в основе своей имеет крепкую, проверенную годами структуру воспитания и обучения студентов. Конечно же, с ростом технологий, модернизации производства, а также с определенными качественными изменениями некоторых аспектов содержания и формы в сфере образования — структура обучения в вузовской школе претерпевает определенные изменения. И это естественный процесс, так как он вызван веянием времени. И, тем не менее, факт остается фактом — высшая школа всегда выпускала и выпускает сейчас специалистов высокого класса. Это не значит, что не существует проблем в системе обучения и воспитания специалистов. Они есть и в методике преподавания, и в отборе студентами материала, над которым они работают, и в количестве часов, которых, как правило, не хватает. Среди этих и прочих проблем есть одна, которая заслуживает особого внимания — проблема активности студента по отношению к учебному процессу, которая выражается в стремлении к индивидуальным занятиям и исследованиям, то есть, к определенной самостоятельной работе.

Внеаудиторной самостоятельной работе принадлежит особая роль в развитии индивидуальности студентов. «Учение как усвоение возможно при полном управлении; учение же, одной из целей которого является развитие мышления и других свойств личности, непременно требует уменьшения меры управления, предоставления студентам большей самостоятельности» [2, с. 31]. Модернизация российского образования предусматривает увеличение объема самостоятельной работы и усиление ее роли. Студенты должны формировать соответствующие компетенции, прежде всего в процессе внеаудиторной самостоятельной работы и овладевать основными систематизированными знаниями.

Проблема индивидуализации не нова. Ее всегда связывали с предупреждением неуспеваемости, повышением

качества образования. Ведь уровень предметных знаний и умений, навыки поиска информации и работы с компьютером, опыт самостоятельного учения и, как следствие, затраты времени на выполнение одного и того же задания у студентов и раньше были не одинаковы. После сокращения часов отводимых на аудиторную работу, выполняемую под контролем преподавателя, проблема индивидуализации обучения приобрела особую актуальность.

Известно, что и объем, и содержание задания на самостоятельную работу должны соответствовать конкретным дидактическим целям. В то же время задание должно учитывать и время, необходимое для его выполнения, и учебные возможности студента, и достигнутый им уровень развития. От этого прямо зависят и учебная активность, и самостоятельность его работы. Чтобы вызвать интерес к обучению, потребность в дальнейшем познании задачи должны быть одновременно дидактически целесообразными, иметь интересную форму, быть интересно сформулированными. Как доказывает практика, именно такие задачи, максимально развивают самостоятельность студентов, пробуждают их мнение. Задачи нужно составлять таким образом, чтобы сложность и степень самостоятельности постепенно возрастала. Важно не только заранее определить виды тех задач, которые отводятся на самостоятельную работу, которые целесообразно использовать, но и спланировать последовательность их выполнения в зависимости от материала, который изучается на отдельных занятиях. «Непосильная работа снижает интерес к ней, подрывает веру в собственные силы, но и слишком низкий уровень требований демобилизует усилия студентов» [2, с. 26]. Использование стимула трудности, дифференциация сложности заданий — одни из самых радикальных способов повышения эффективности учебного процесса. Это обеспечивает и учет интересов слабоуспевающих, малоактивных студентов, и развитие способностей самых одаренных из них. Вместе с тем, задачи должны предусматривать использование следующих

преимуществ: для самостоятельной работы важно оставлять то, что трудно выполнить в аудитории (задачи при решении которых необходимо использование дополнительной литературы, персонального компьютера, выполнение которых требует значительных затрат времени), а не только задания на закрепление и повторение, недостаточно развивают у студентов любовь к предмету, желание лучше и полнее познать его.

Точно определить реальные затраты времени студента на выполнение задания не так просто. Они зависят не только от учебных возможностей, настроя на работу и самочувствия студента, но и от специфики учебной дисциплины, методики преподавания, качества методических пособий, целей задания, времени контроля работы. Т.И. Монастырская, например, справедливо считает, что «часто преподаватели не имеют четкого представления о реальном объеме нагрузки на студента. Все это приводит к перегрузкам и снижению качества подготовки к занятиям» [1, с. 9]. Положительные результаты могут быть получены, когда студент имеет нужный уровень умений и навыков, приучен к организованности, самодисциплине, имеет силу воли. Типичными же школьными недостатками являются как раз неумение самостоятельно работать с учебником, научной литературой, анализировать, обобщать, систематизировать, кроме того, как показывают нулевые контрольные работы, значительное количество первокурсников имеют слабые знания из школьного курса информатики.

Субъективизм при определении трудоемкости индивидуального задания неизбежен. Преподаватели, как правило, ориентируются только на собственный опыт и выдают такое количество одинаковых для всех студентов заданий, какое считают нужным. Нередко они не учитывают ни то, что студенту задают другие преподаватели, ни уровень усвоения студентами учебного материала своей дисциплины. Задания для самостоятельной работы нужно применять, с учетом необходимости индивидуального подхода к их выполнению. Одним студентам достаточно просто предложить задачи, они найдут способ рационального его выполнения, другим следует объяснить, каким образом его нужно выполнить, третьим — предупредить о препятствиях и трудностях, которые их ждут. Дидактическому обоснованию заданий также уделяется недостаточно внимания.

Причинами больших затрат времени на выполнение заданий являются не только низкий уровень базовых знаний, но и отсутствие навыков самостоятельного учения. Чтобы самостоятельно, с должным качеством, в установленный срок выполнить задание, студенту надо не просто владеть навыками самостоятельной работы. Ему необходимо самостоятельно выбирать способы работы, адекватные заданию, уметь рационально организовать работу, самостоятельно контролировать ее результаты. Однако адаптации выпускников школы к условиям обучения в вузе, формированию у студентов навыков самостоятельной работы, совершенствованию способов приобретения знаний, ра-

циональной организации их учебного труда уделяется недостаточное внимание.

Повысить эффективность самостоятельной работы, создать благоприятные условия для включения в нее слабоуспевающих студентов и развивать способности самых одаренных из них можно только при одновременной дифференциации как сложности и объема индивидуального задания, так и уровня управления. Это особенно актуально при выполнении заданий, рассчитанных на длительный срок, например курсовых проектов, расчетно-графических заданиях.

Студенты, решая задачи для самостоятельной работы, повторяют пройденный материал, осваивают новую информацию, совершенствуют умения и навыки умственного труда и овладевают образцами умственных действий. Совершенствование умений и навыков имеют особенно большое значение в подготовке студентов к самообразованию.

Для оптимальной организации самостоятельной работы студентов необходим учебно-методический комплекс изучения информатики, который позволит реализовать на практике идеи профессионально-прикладной направленности обучения информатике и поможет преподавателям организовать процесс обучения на современном, научно-обоснованном уровне, повысить качество информационной подготовки и уровень образованности будущих специалистов.

Такой учебно-методический комплекс должен включать:

- 1) вопросы для самоконтроля;
- 2) варианты контрольных работ и расчетно-графического задания;
- 3) задачи для самостоятельного решения;
- 4) методические указания к решению типовых задач;
- 5) конспекты лекций.

При проведении занятий по дисциплине «Информатика» для студентов экономического факультета нами применяются следующие типы самостоятельных работ: а) репродуктивные б) частично-поисковые или эвристические, в) исследовательские.

Репродуктивные самостоятельные работы включают в себя задачи и упражнения, требующие типичных методов анализа и расчетов. Они предназначены для овладения студентами учебного материала, который предусмотрен программой.

Содержание частично-поисковых или эвристических самостоятельных работ направлено на углубление и расширение знаний по информатике. Значительно активизируют деятельность студентов задачи, требующие умения применять определенные методы к решению задач профессионального направления. Составленные задачи имитируют реальные исследования явлений и процессов, но имеют несколько упрощенный характер.

Однако принцип индивидуализации используется недостаточно. Это не случайно. Реализация его требует творческого подхода к работе и студента, и преподавателя, а условия для индивидуализации при традиционной системе обучения и дефиците часов аудиторных занятий практи-

чески отсутствуют. Корректно оценивать реальную нагрузку студентов по учебной дисциплине, подготовить методические пособия управляющего типа, оказывать своевременную и качественную помощь, да еще и сугубо индивидуальную, большому числу студентов в условиях группового обучения могут только высококвалифицированные преподаватели, владеющие соответствующими компетенциями.

Анализ практики преподавания информатики позволяет сделать вывод, что самостоятельная работа способствует: углублению и расширению знаний; формированию интереса к познавательной деятельности; овладению приемами процесса познания; развитию познавательных способностей. Именно поэтому она становится главным резервом повышения эффективности подготовки специалистов.

Контроль за самостоятельной работой можно провести в форме: собеседования, проверки конспектов, защиты рефератов, проверки письменных индивидуальных заданий, коллоквиума, научно-практической конференции, защиты проектов и презентаций, комплексного тестирования, контрольной работы и т.д. Студент, как правило, в установленные сроки отчитывается о выполнении самостоятельных заданий.

Литература:

1. Монастырская Т.И. Оценка нагрузки студентов в рамках европейской системы зачетных единиц / Т.И. Монастырская // Высшее образование сегодня. 2009. № 6. с. 9–13.
2. Никандров Н.Д. Об активизации учебной деятельности / Н.Д. Никандров // Вестн. высш. шк. 1983. № 8. с. 26–31.

Таким образом, анализ психолого-педагогической, методической литературы, диссертационных исследований, результаты проверки уровня знаний по информатике студентов показали нам, что для организации самостоятельной работы студентов необходимы следующие условия:

1. Формирование у студентов интереса к самостоятельной работе и потребность в ней.
2. Овладение студентами умениями и навыками самостоятельной учебной деятельности.
3. Оказания своевременной помощи студентам для устранения недостатков и грамотное руководство самостоятельной работой студентов.
4. Разработка необходимого методического материала для организации самостоятельной работы студентов.

Использование разнообразных методов и форм организации самостоятельной работы студентов в изучении информатики, учета их индивидуальных способностей и психологических особенностей, создание ситуаций выбора, ситуаций успеха повышает уровень подготовки студентов по информатике, а также формирует у них самостоятельность как черту личности будущего специалиста.

Обзор некоторых алгоритмов нестроого сопоставления записей применительно к задаче исключения дублирования персональных данных

Нгуен Ной Хыу, студент

Липецкий государственный педагогический университет

В работе рассматриваются некоторые алгоритмы нестроого сопоставления строк как ключевой части алгоритмов нестроого сопоставления записей баз данных, содержащих персональные данные, применительно к задаче исключения дублирования персональных данных.

В современных поисковых системах применяется поиск по ключевым словам (терминам), все методы которого можно разделить на три группы: поиск на точное соответствие, поиск с учетом изменяемости слова и нестрогий поиск. В данной работе мы рассматриваем нестрогий поиск.

Нестрогий поиск является методом поиска строк, которые соответствуют шаблону приблизительно, а не точно, что позволяет находить строки с ошибками.

Рассмотрим следующие алгоритмы нестроого поиска:

- хеширование по сигнатуре;

- БК-дерево.

Алгоритм хеширование по сигнатуре (ХС) сначала был описан Бойцовым Л.М [1, 2, 3] и до сих пор остается наиболее распространенным методом поиска, допускающим неточное задание терминов запроса. Это простой и очень эффективный алгоритм для работы в больших коллекциях строк.

Пусть задан непустой алфавит A и известны вероятности появления различных символов алфавита. Пусть также на множестве символов A задана функция $f(a)$, отображающая буквы в числа от 1 до m . Эта функция, как

несложно видеть, задает разбиение алфавита на m подмножеств.

Определение. Сигнатурой $sign(w)$ слова w будем называть вектор размерности m , k -ый элемент которого равняется единице, если в слове w есть символ α такой, что $f(\alpha) = k$, и нулю в противном случае. Номером сигнатуры слова будем называть число $H(w) = \sum_{i=0}^{m-1} 2^i sign(w)_{i+1}$. [2]

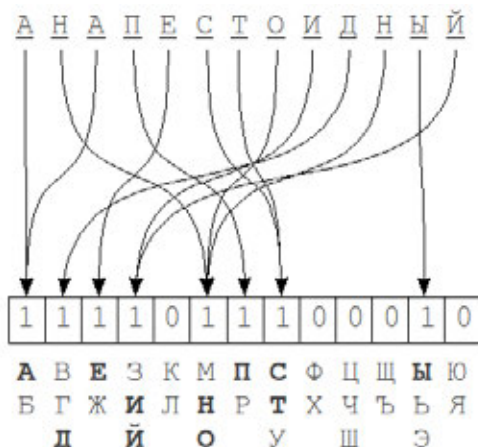
$H(w)$ является хеш-функцией, отображающей множество слов в отрезок целых чисел от 0 до $2^m - 1$, что позволяет организовать словарь в виде хеш-таблицы.

Пусть слово \tilde{u} получено из u в результате одной операции редактирования: замены, добавления (удаления) или перестановки символов. Битовые векторы $sign(\tilde{u})$ и $sign(u)$ отличаются не более чем в одном разряде в случае операции добавления (удаления), и не более чем двух разрядах – в случае замены. Несложно также видеть, что, если при замене символов изменяются два элемента сигнатуры, то общее количество единиц остается неизменным, а произвольные перестановки, вообще, не влияют на сигнатуру.

Метод хеширования по сигнатуре обладает следующими достоинствами:

- позволяет осуществлять с высокой скоростью поиск на точное равенство и поиск, допускающий одну-две «ошибки» в задании поискового запроса;
- ХС эффективно, как в случае «прямых» чтений с диска, так и из кэша;
- ХС использует компактный индекс. При правильном выборе параметров объем индекса не более чем на 10–20% превышает размер файла, содержащего список терминов;
- отличается простотой реализации.

ХС присущ и один довольно существенный недостаток: он медленно работает, если индекс фрагментирован: то есть в том случае, если списки слов с одинаковыми сигнатурами разбросаны по несмежным секторам на диске. В настоящее время это не является большой проблемой, потому что, с одной стороны, размеры памяти компьютера часто позволяют загрузить словарь целиком, а с другой стороны, дефрагментация словаря, как правило, осуществляется в течение нескольких минут.



Процесс вычисления хеша: каждому биту хеша сопоставляется группа символов из алфавита. Бит 1 на позиции i в хеше означает, что в исходном слове присутствует символ из i -ой группы алфавита. Порядок букв в слове абсолютно никакого значения не имеет.

Хеш	Список слов
000000000000	–
...	
1111011100001	АВТОПРЕДПРИЯТИЕ, БЕЗОТРАДНАЯ, БЕРЕРИНАРИЯ, ...
1111011100010	ПРЕВРАТНЫЙ, БЕЗРАССУДНЫЙ, АНАПЕСТОИДНЫЙ, ...
1111011100011	СОРИЕНТИРОВАТЬСЯ, БЕСПРЕПЯТСТВЕННЫЙ, ...
...	
1111111111111	ЛЕГКОИСЧЕРПЫВАЮЩИХСЯ, ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩИХ, ...

Удаление одного символа либо не изменит значения хеша (если в слове еще остались символы из той же группы алфавита), либо же соответствующий этой группе бит изменится в 0. При вставке, аналогичным образом либо один бит встанет в 1, либо никаких изменений не будет. При замене символов хеш может либо вовсе остаться неизменным, либо же изменится в 1 или 2 позициях. При перестановках никаких изменений и вовсе не происходит, потому что порядок символов при построении хеша, как и было замечено ранее, не учитывается. Таким образом, для полного покрытия k ошибок нужно изменять не менее $2k$ бит в хеше. Время работы, в среднем, при k «неполных» (вставки, удаления и транспозиции, а также малая часть замен) ошибках: $O(|H|^k \cdot \frac{n}{2|H|})$.

Далее рассмотрим алгоритм ВК-деревья [4, 5]. Деревья Баркхарда-Келлера являются метрическими деревьями, алгоритмы построения таких деревьев основаны на свойстве метрики отвечать неравенству треугольника:

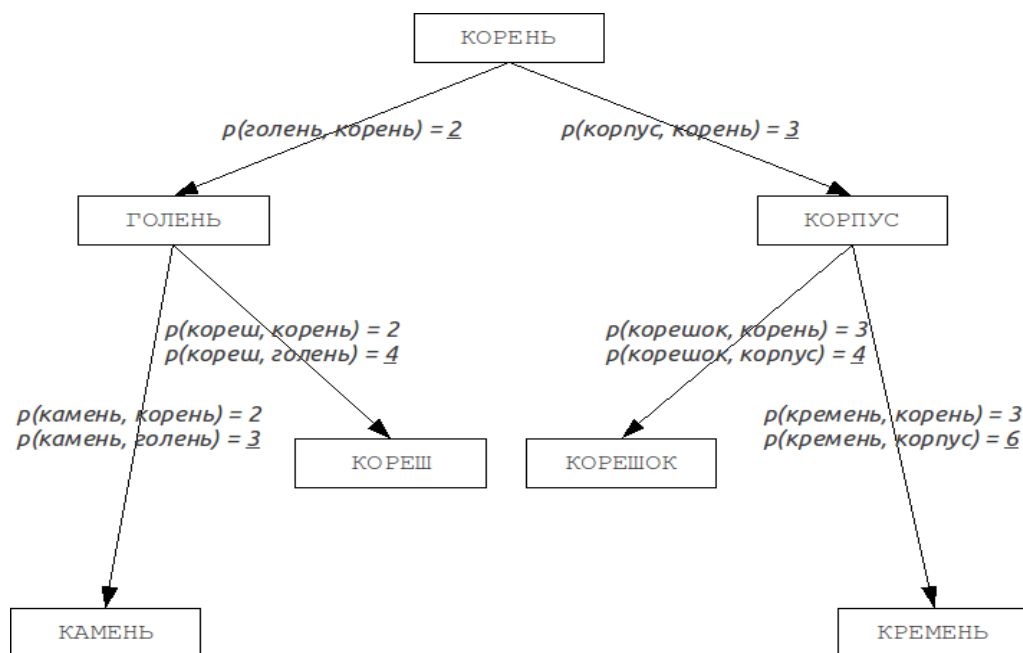
$$\rho(x, y) \leq \rho(x, z) + \rho(z, y)$$

Это свойство позволяет метрикам образовывать метрические пространства произвольной размерности. Такие метрические пространства не обязательно являются евклидовыми, так, например, метрики Левенштейна и Дамерау-Левенштейна образуют неевклидовы пространства. На основании этих свойств можно построить структуру данных, осуществляющую поиск в таком метрическом пространстве, которой и являются деревья Баркхарда-Келлера.

Улучшения:

Можно использовать возможность некоторых метрик вычислять расстояние с ограничением, устанавливая верхний предел, равный сумме максимального расстояния к потомкам вершины и результирующего расстояния, что позволит немного ускорить процесс:

$$P_{limit} \leq \max_{children} d(this, child) + k$$



Описанные выше алгоритмы были реализованы для сравнения скорости их работы. Реализация выполнена на платформе .NET Framework 3.5 и языке C#. Тестирование осуществлялось на компьютере с Intel Core i7 (2.93GHz), 6Gb ОЗУ, ОС – Windows 7 SP1.

Время работы алгоритмов:

200	4	106,86	61,43
	6	97,16	36,01
500	4	48,17	114,24
	6	44,64	99,67
1000	4	185,08	252,29
	6	168,5	222,47

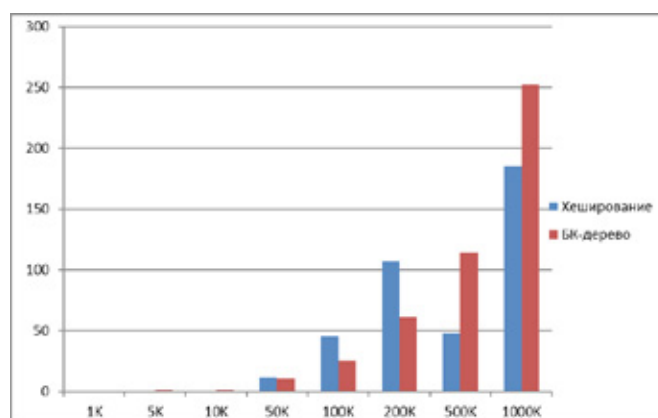
Кол-во записей	Кол-во потоков	Время работы алгоритмов (с)		
		Хеширование	БК-дерево	Полный перебор
1000	1	0,019	0,13	9,6
	2	0,016	0,09	4,96
5000	1	0,45	1,06	248,22
	2	0,33	0,57	124,58
10000	2	0,56	1,34	494,24
	4	0,4	0,86	289,15

В таблице результатов показано время работы алгоритмов в сравнении с алгоритмом полного перебора. Заметим, что реализованные алгоритмы работают во много раз быстрее чем полный перебор всех элементов.

Чтобы оценить эффективность работы реализованных алгоритмов, мы провели тесты на большом количестве строк (до миллиона). (с 1–10 тыс. приведено выше).

Кол-во строк (тыс.)	Кол-во потоков	Время работы (с)	
		Хеширование	БК-дерево
50	2	11,56	10,33
	4	7,21	6,2
100	2	45,7	25,13
	4	27,86	14,67

График приведен ниже. Заметим, что с меньшим количеством строк (до двухсот тысяч), БК-дерево работает быстрее чем хеширование. Но с увеличением количества строк хеширование оказывается эффективнее, т.к. количество операций автоматически уменьшается на 1 для каждой сравнительной строки.



Проведенные исследования дают возможность сделать вывод, что для большой базы данных оба алгоритма, рассмотренные выше, работают достаточно быстро и эффективно. Они дают возможность нахождения больших количеств дубликатов с большой вероятностью за допустимое время. Применение этих алгоритмы на практике позволит сократить время поиска и уменьшить время отклика программного обеспечения.

Литература:

1. Бойцов Л.М. Классификация и экспериментальное исследование современных алгоритмов нечеткого словарного поиска [текст] // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: RCDL2004: тр. 6-й Всеросс. науч. конф. URL: <http://www.rcdl.ru/papers/2004/paper27.pdf> (дата обращения: 10.01.10).
2. Бойцов Л.М. Поиск по сходству в документальных базах данных: хеширование по сигнатуре оптимальное соотношение скорости поиска, простоты реализации и объема индексного файла. [текст]. // Программист. — 2001. — N 1. http://itman.narod.ru/articles/articles_fz_search.html#p8
3. Бойцов Л.М. Использование хеширования по сигнатуре для поиска по сходству. Прикладная математика и информатика. М. Изд-во факультета ВМиК, МГУ 2000, № 7.
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/BK-tree>. [Электронный ресурс].
5. <http://hamberg.no/erlend/posts/2012-01-17-BK-trees.html>. [Электронный ресурс].

Система конфиденциальной голосовой связи через Интернет

Полторак Вадим Петрович, кандидат технических наук, доцент;

Голков Виталий Борисович, студент;

Перов Борис Геннадиевич, студент;

Олешко Артем Олегович, студент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Введение

С развитием информационных технологий проблема конфиденциальности и конфиденциальной информации приобретает большую значимость. Нужна ли обычному человеку криптография? Да. Люди могут планировать политическую кампанию, обсуждать налоги, разрабатывать новые изделия, планировать захват конкурирующей фирмы. Они могут жить в стране, которая не соблюдает запрета на вторжение в личную жизнь своих граждан. По многим причинам данные должны быть личными, тайными и закрытыми от постороннего доступа. В данной статье рассматриваются существующие системы конфиденциальной голосовой связи через Интернет, их недостатки, а также предлагаются основные принципы, на которых должна основываться действительно конфиденциальная система, и приводится пример реализации такой системы.

Существующие решения

На сегодняшний день существует множество систем голосовой связи, которые используют криптографические алгоритмы для обеспечения защиты передаваемой информации, создатели которых уверяют в их безопасности и конфиденциальности. Практически у всех существующих решений есть ряд недостатков. В качестве рассматриваемой системы выбрана программа Skype, так как она является одной из наиболее используемых систем голосовой связи через Интернет и обладает рядом недостатков, типичных для систем данного вида. Рассмо-

трим особенности реализации Skype, которые негативно сказываются на конфиденциальности данных пользователей.

Закрытый исходный код и протокол. Skype является проприетарным программным обеспечением с закрытым кодом, таким образом пользователю неизвестно, какие данные и каким образом Skype шифрует и передает в сеть. Аналогичной проблемой обладают и другие службы, такие как Google Talk и FaceTime. Так как у пользователей нет доступа к исходному коду и им неизвестен протокол, всегда есть вероятность того, что компания или госслужбы могут получить доступ к его данным. [2]

Особенности генерирования закрытых и открытых ключей. В Skype генерирование закрытых и открытых ключей может происходить как на стороне пользователей, так и на стороне сервера. В последнем случае, всю зашифрованную информацию, которую передает пользователь, возможно расшифровать на стороне сервера, так как ему известны закрытые ключи, и отправить конфиденциальные данные третьей стороне. Возможно и предоставление закрытых ключей пользователей третьей стороне. Таким образом, если компания пожелает получить доступ к передаваемой вами информации, у нее есть для этого все возможности.

Технология Peer-to-peer. Skype построен на технологии peer-to-peer, каталог пользователей Skype распределён по компьютерам пользователей сети Skype, что позволяет сети легко масштабироваться до очень больших размеров без дорогой инфраструктуры централизованных серверов. Кроме того, Skype может маршрутизировать звонки через компьютеры других пользователей.

При некоторых обстоятельствах (наличие широкого канала, глобальный IP-адрес, постоянное включение и т.п.) компьютер клиента может использоваться как сервер сети (режим *supernode*), что приводит к существенной нагрузке компьютера и большому трафику. Пользователь при этом не получает уведомлений и не имеет штатных средств в программе для запрета такого действия. Как и любая сеть, работающая по принципу *peer-to-peer*, Skype подвержен вирусным эпидемиям. Уже известны случаи распространения вредоносных программ, перехватывающих и записывающих разговоры в Skype.

Основные принципы реализации системы конфиденциальной голосовой связи

В результате анализа недостатков существующих систем голосовой связи, были сформулированы следующие принципы, которым должна соответствовать система голосовой связи с передачей данных по незащищенным каналам, для обеспечения конфиденциальности передаваемых данных:

- открытый исходный код;
- открытый протокол;
- отсутствие передачи данных в открытом виде, кроме открытых ключей;
- генерирование закрытых и открытых ключей каждого пользователя на его устройстве;
- отсутствие передачи закрытого ключа в каком-либо виде по сети;
- использование надежных алгоритмов шифрования.

Руководствуясь данными принципами, была реализована система конфиденциальной голосовой связи с клиентской частью для операционной системы Android. Устройства с данной операционной системой широко распространены, а использование мобильных устройств позволяет пользователям совершать звонки без особых препятствий, при наличии Интернет-соединения с достаточной пропускной способностью. Возможно использование Wi-Fi, 3G и LTE сетей.

Алгоритм шифрования Elliptic Curve Encryption Scheme

Для обеспечения конфиденциальности всех данных, передаваемых по сети, используется алгоритм Elliptic Curve Encryption Scheme (ECES). Алгоритм ECES использует математический аппарат эллиптических кривых, заданных над конечными полями F_p . Таким образом, эллиптическая кривая состоит из точек двумерного пространства, заданных через координаты $(x; y)$. Формула эллиптической кривой имеет следующий вид:

$$y^2 = x^3 + ax + b \pmod p,$$

где a и b – параметры эллиптической кривой, p – простое число, характеристика поля F_p . Для образования группы, должно выполняться условие:

$$4a^3 + 27b^2 \pmod p \neq 0; \quad a \in [0; p-1]; \quad b \in [0; p-1].$$

Группа точек эллиптической кривой состоит из точек соответствующей эллиптической кривой и специальной точки O с координатами $(0; 0)$, которая называется точкой в бесконечности. Существуют две математические операции над точками эллиптической кривой: сложение двух точек и удвоение точки, помощью этих операций реализуется умножение точки эллиптической кривой на скаляр. Порядок n точки P эллиптической кривой – это число, такое что $nP = O$.

Для сложения точки P с координатами $(x_p; y_p)$ и точки Q с координатами $(x_q; y_q)$ выполняются следующие действия:

$$s = (y_p - y_q) / (x_p - x_q) \pmod p;$$

$$x_r = s^2 - x_p - x_q \pmod p;$$

$$y_r = -y_p + s(x_p - x_r) \pmod p.$$

Результатом сложения точек P и Q является точка R с координатами $(x_r; y_r)$.

Удвоение точки P с координатами $(x_p; y_p)$ выполняется следующим образом:

$$s = (3x_p^2 + a) / (2y_p) \pmod p;$$

$$x_r = s^2 - 2x_p \pmod p;$$

$$y_r = -y_p + s(x_p - x_r) \pmod p.$$

Результатом удвоения точки P является точка R с координатами $(x_r; y_r)$. [3]

Системными параметрами являются эллиптическая кривая E , задаваемая параметрами a и b , число p – характеристика поля F_p , базовая точка $G \in E$ порядка n . Для формирования открытого ключа пользователь A выбирает случайное число $x_a \in [0; n-1]$, которое является его закрытым ключом, и вычисляет $x_a G = X_a$ – открытый ключ пользователя A . Для того чтобы узнать закрытый ключ x_a , зная открытый ключ X_a и базовую точку G , злоумышленнику понадобится решить проблему дискретного логарифма в группе точек эллиптической кривой, что является трудновыполнимой задачей.

Рассмотрим шифрование и дешифрование по алгоритму ECES. Пользователь A выбирает закрытый ключ x_a и вычисляет открытый ключ $X_a = x_a G$, пользователь B выбирает закрытый ключ x_b и вычисляет открытый ключ $X_b = x_b G$. Чтобы зашифровать сообщение M , пользователь A вычисляет точку $x_a X_b = x_a (x_b G)$, и выполняет сложение по модулю 2 координаты x точки $x_a X_b$ и сообщения M . Полученный результат является зашифрованным сообщением C , которое передается пользователю B . Для дешифрования сообщения C , пользователь B вычисляет $x_b X_a = x_b (x_a G)$, вычитает из сообщения C координату x точки $x_b X_a$ и получает M – исходное сообщение. [1]

Применение данного алгоритма позволяет решить сразу две проблемы – шифрование данных и обмен ключами между пользователями. Алгоритм ECES при использовании ключей длиной 160 бит обладает такой же крип-

тостойкостью, как и другие распространенные алгоритмы, такие как RSA и DSA, при использовании ключей длиной 1024 бита. Меньшая длина ключа положительно сказывается на объеме передаваемых данных и быстродействии системы в целом.

Описание разработанной системы

Разработанная система написана на языке Java, она состоит из серверной и клиентской части. Клиентская часть предназначена для использования на устройствах с операционной системой Android и является Android-приложением. Также написана собственная реализация алгоритма шифрования ECES, в которой используется класс `java.math.BigInteger`, входящий в стандартную библиотеку Java и позволяющий производить математические операции над большими целыми числами.

Передача данных между серверной и клиентской частью происходит по протоколу TCP/IP. В целях безопасности передача данных между пользователями происходит через сервер, таким образом пользователи не могут узнать IP-адрес какого-либо другого пользователя системы.

После осуществления соединения с сервером, клиент генерирует закрытый и открытый ключи и получает с сервера его собственный открытый ключ для шифрования данных, передаваемых между клиентом и сервером. Также пользователь передает свой открытый ключ на сервер, где он хранится на протяжении всего сеанса соединения с сервером. После обмена ключами между сервером и клиентом, пользователь имеет возможность авторизоваться или создать новую учетную запись, и затем авторизоваться. Авторизованный пользователь получает

доступ к основному функционалу системы: поиск и запрос на добавление в список контактов других пользователей, осуществление звонка пользователю из списка контактов, подтверждение или отклонение запросов на добавление в список контактов от других пользователей. Список контактов каждого пользователя хранится на сервере, таким образом обеспечивается возможность использования нескольких устройств с клиентской частью системы одним пользователем с одной учетной записью. Диаграмма прецедентов (use case) клиентской части изображена на рис. 1.

Для взаимодействия клиента с сервером используется принцип запрос-ответ. Клиент запрашивает необходимые данные из сервера с помощью пакетов с соответствующими данными, в ответ сервер отправляет пакет с запрашиваемыми данными. Передача данных между пользователями осуществляется через сервер посредством отправки и получения клиентами соответствующих пакетов. У каждого клиента и у сервера системы существует набор обработчиков получаемых пакетов. Каждый передаваемый пакет хранит свой код, посредством которого сервер и каждый клиент определяет, каким обработчиком необходимо обрабатывать каждый пакет данных. Диаграмма классов, реализующих обмен данными по сети со стороны клиента, показана на рис. 2. На стороне клиента существуют два потока: для получения и отправки пакетов, также хранится очередь пакетов, которые необходимо отправить.

Серверная сторона работает аналогично клиентской части системы: для каждого типа пакета клиента есть соответствующий обработчик, который, в зависимости от типа пакета клиента, формирует пакет-ответ или пересылает пакет пользователю-получателю.



Рис. 1. Диаграмма прецедентов клиентской части системы

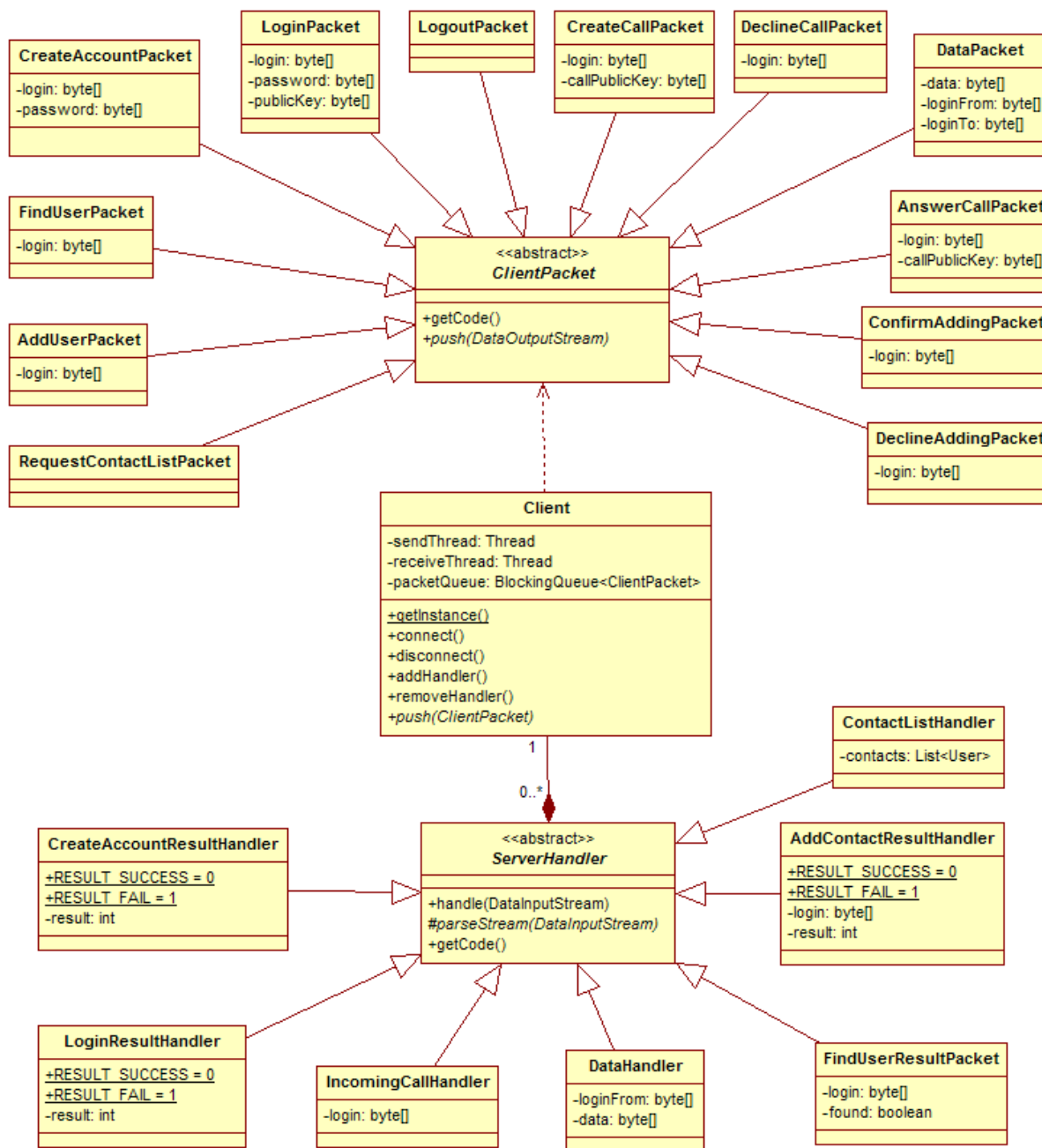


Рис. 2. Диаграмма классов, реализующих обмен данными по сети клиентом

Данные каждого пакета, кроме его кода, представляются в виде набора байт и шифруются по алгоритму ECES с использованием ключей клиента и сервера или ключей двух клиентов, в зависимости от типа пакета. Таким образом обеспечивается конфиденциальность всех передаваемых данных.

Выводы

В результате анализа недостатков безопасности существующих систем голосовой связи были сформированы

основные принципы, которым должна соответствовать система голосовой связи с использованием незащищенных каналов передачи данных для обеспечения конфиденциальности данных пользователей. На основе сформированных принципов спроектирована и реализована собственная система голосовой связи с использованием алгоритма ECES для обмена ключами и шифрования передаваемых данных. Разработанная система является легко расширяемой, она лишена недостатков безопасности существующих систем голосовой связи через Интернет, возможна ее реализация для других платформ и на других языках.

Литература:

1. Elliptic Curves in Cryptography. Ian Blacke, Gediell Seroussi, Nigel Smart. 1999.
2. Положение о конфиденциальности в Skype: <http://www.skype.com/ru/legal/privacy/>.
3. Прикладная криптография. Брюс Шнайер. 2002.

IDEF1X-модель базы данных web-ориентированной информационной системы оценки семантического качества меню пользователя

Рыбанов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Коростелев Роман Александрович, студент;

Киселев Валерий Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В статье предлагается описание математического и информационного обеспечения web-ориентированной информационной системы оценки семантического качества меню пользователя.

Ключевые слова: меню пользователя, семантическое качество, коэффициент успешности, коэффициент прямого выбора, IDEF1X-модель, база данных.

Терминология меню пользователя предметно-ориентированной информационной системы [1–4, с. 4–5] определяет эффективность семантической интерпретации отношений между пунктами меню и функциями информационной системы.

Проектировщик описывает терминологию меню пользователя в виде иерархической структуры пунктов меню, с которыми связывает функции информационной системы, полагаясь на свой собственный опыт.

Пользователи же осуществляют выбор необходимой функции информационной системы, интерпретируя пункты меню, полагаясь на свой собственный опыт.

Правильная интерпретация пользователем информационной системы смысловой нагрузки, заложенной проектировщиком в наименование каждого пункта меню, определяет семантическое качество [5, с. 5] меню.

В работах [5–6, с. 5] предлагаются различные подходы к решению проблемы создания качественного меню, такие как: оценка качества пунктов меню, минимизация времени поиска определенного пункта меню, семантиче-

ский подход к решению проблемы понимания пользователем меню. В работе [7, с. 5] предложены ограничения, накладываемые на размер и степень иерархичности меню. Несмотря на это, в настоящее время компьютерная поддержка процесса разработки и анализа семантического качества меню пользователя предметно-ориентированной информационной системы является актуальной задачей.

В настоящее время можно выделить следующие web-сервисы для компьютерной поддержки процесса разработки и качественной оценки меню: Naview (www.naviewapp.com), C-Inspector (www.c-inspector.com), TreeJack (<http://www.optimalworkshop.com/>). К сожалению, все они являются платными и англоязычными, но имеют бесплатные режимы доступа, на основе использования которых можно оценить функциональные возможности и принципы работы данных web-сервисов.

В таблице 1 приведены результаты сравнительного анализа web-сервисов для разработки и оценки качества меню.

Таблица 1. Сравнительный анализ web-сервисов Naview, C-Inspector, Treejack

Критерии\Продукты	Naview	C-Inspector	Treejack
Возможность просмотра результатов по каждому пункту меню	Да	Да	Да
Просмотр результатов по каждому пользователю	Нет	Да	Да
Графическое представление процесса выбора пользователем пункта меню	Нет	Да	Да
Формирование пользователей по группам	Нет	Да	Да
Выдача рекомендаций по внесению изменений в меню	Да	Нет	Нет
Представление результатов в читаемом формате (pdf)	Нет	Нет	Да
Возможность загрузки меню из файла	Нет	Да	Да.

Предлагаемое математическое описание критериев семантического качества меню [8] может быть представлено следующим множеством параметров:

а) Коэффициент положительных исходов выполнения тестового задания для i -го пункта меню:

$$s_i = \frac{m_i}{n_i},$$

где n_i — количество пользователей, участвующих в выполнении тестового задания для i -го пункта меню; m_i — количество пользователей, успешно выполнивших тестовое задание для i -го пункта меню;

б) Коэффициент успешности меню:

$$S = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i,$$

где k — количество пунктов меню.

в) Коэффициент прямого выбора для i -го пункта меню — отношение минимального числа элементов меню, выбор которых необходим для успешного выполнения тестового задания для i -го пункта меню, к общему количеству элементов меню, выбранных пользователем в процессе ответа на тестовое задание:

$$d_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{c_{\min_i}}{c_{ij}},$$

где \tilde{n}_{\min_i} — минимальное количество элементов меню, выбор которых необходим для успешного выполнения те-

стового задания для i -го пункта меню; \tilde{n}_j — количество элементов меню, выбранных j -ым пользователем при выполнении тестового задания для i -го пункта меню.

г) Среднее время успешного выполнения тестового задания (включая время, затраченное на его чтение) для i -го пункта меню:

$$t_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} (t_{r_{ij}} + t_{a_{ij}}),$$

где t_{r_j} — время, затраченное j -ым пользователем на чтение тестового задания для i -го пункта меню; t_{a_j} — время выбора j -ым пользователем ответа на тестовое задание для i -го пункта меню.

В результате анализа математического описания и задач, возникающих в процессе оценки семантического качества меню, была построена IDEF1X-модель базы данных web-ориентированной информационной системы оценки семантического качества меню пользователя (рис. 1).

IDEF1X-модель базы данных представлена следующим набором элементов (таблица 2):

Предлагаемая IDEF1X-модель базы данных ориентирована на обеспечение информационной поддержки процесса оценки семантического качества меню пользователя и может быть использована при создании web-ориентированной информационной системы оценки качества меню более высокого уровня [9, с. 5].

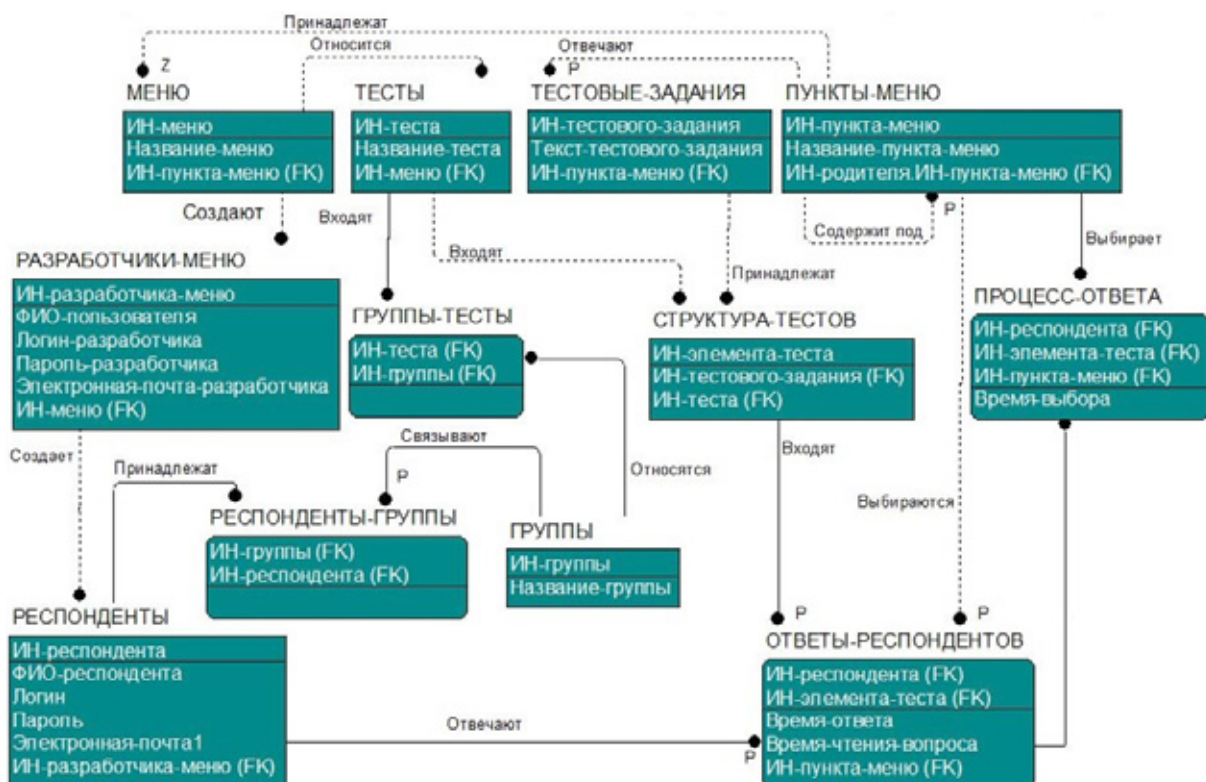


Рис. 1. IDEF1X-модель базы данных web-ориентированной информационной системы

Таблица 2. Функциональное назначение элементов IDEF1X-модели базы данных

Наименование элемента	Хранимая информация
Меню	Проект меню пользователя информационной системы
Пункты-Меню	Структура меню
Разработчики-Меню	Пользователи, которые имеют возможность: проектировать меню, создавать тестовые задания, регистрировать респондентов, создавать группы респондентов
Респонденты	Пользователи, принимающих участие в процессе оценки семантического качества меню
Группы	Группы пользователей-респондентов
Респонденты-Группы	Распределение пользователей-респондентов по группам
Тестовое-Задание	Тестовые задания для оценки семантического качества пунктов меню
Тесты	Наборы тестовых заданий для оценки семантического качества меню
Структура-Тестов	Распределение тестовых заданий по тестам
Группы-Тесты	Права на участие групп-респондентов в тестировании меню
Ответы-Респондентов	Результаты выполнения тестовых заданий пользователями-респондентами
Процесс-Ответа	Пункты меню, выбранные пользователем-респондентом в процессе выполнения тестового задания

Литература:

1. Рыбанов А.А. Web-ориентированный программный модуль ведения базы данных рабочих программ учебных дисциплин [программа]: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013612009. — зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 11.02.13.
2. Рыбанов А.А., Рыльков а.в. Автоматизированное рабочее место «производственная практика» v1.0 [программа]: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616031. — зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 03.08.11.
3. Рыбанов А.А. Подходы к разработке web-ориентированной информационной системы мониторинга и управления процессом выполнения выпускной квалификационной работы // Современные аудиовизуальные и информационные технологии в образовании: сб. Матер. IV межрегион. науч.-практ. конф. Вып. 4 / Коми гос. Пед. Ин-т. — Сыктывкар, 2012. — с. 23–24.
4. Рыбанов А.А. Подходы к разработке web-ориентированной информационной системы мониторинга и управления процессом прохождения производственной практики // новые информационные технологии в образовании: Матер. междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 13–16 марта 2012 г. / ргппу. — екатеринбург, 2012. — с. 470–472.
5. Губко М.В., Даниленко А.И. Оптимизация пользовательских меню с учётом семантического качества // Проблемы управления. 2012. № 2. С. 53–63.
6. Губко М.В., Даниленко а.и. Математическая модель оптимизации структуры иерархического меню // Проблемы управления. 2010. № 4. С. 49–58.
7. Гулятьев А.К., Машин В.А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса. Корона-принт. 2007. — 352 с.
8. Рыбанов А.А., Рыльков А.В. Методы разработки пользовательского интерфейса веб-ориентированного автоматизированного рабочего места «производственная практика» // 11-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 27–28 янв. 2012 г.): сб. Матер. конф. / ВПИ (филиал) ВолгГТУ. — Волгоград, 2012. — с. 310–312.
9. Коростелев Р.А., Рыбанов А.А. Исследование методов количественной оценки меню пользователя информационной системы: доклад // Студенческий научный форум 2013: V Междунар. студ. электрон. науч. конф., 15 февр. — 31 марта 2013 г. Направл. «технические науки» / Рос. акад. естествознания. — м., 2013. — с. 1–7.

Аналитическая платформа Deductor как средство анализа результатов активности пользователей системы дистанционного обучения Moodle

Рыбанов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Сержантова Екатерина Олеговна, студент;

Макушкина Лидия Александровна, старший преподаватель

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В статье предлагается реализация процесса взаимодействия аналитической платформы Deductor и системы дистанционного обучения Moodle, направленного на анализ результатов активности пользователей-студентов. Приведены структура хранилища данных и общая схема взаимодействия Deductor и Moodle.

Ключевые слова: система дистанционного обучения, Moodle, Deductor.

Средством повышения эффективности управления процессом дистанционного обучения является непрерывный мониторинг за пользователями учебных курсов систем дистанционного обучения (СДО). Информацию о трудностях и сбоях дистанционного обучения можно получать не только по результатам тестирования знаний [1–2], но и по анализу активности пользователей.

СДО Moodle осуществляет функции сбора и хранения информации о посещениях пользователями дистанционных учебных курсов, но она обладает недостаточно развитым функционалом для анализа хода учебного процесса в плане визуализации активности пользователей по посещениям дистанционных курсов и обращению к учебным материалам. Поэтому актуальной является задача разработки хранилища данных (рис. 1), содержащего данные об активности пользователей-студентов, ориентированного на процесс получения пользователями-педагогами нужной аналитической информации в необходимом визуальном представлении за необходимый хронологический период в нужных разрезах.

Источником данных для разработанного хранилища является база данных Moodle, в которой содержится необходимая информация об ip-адресе входа в СДО пользователя-студента, дате, времени и процессе работы с элементами дистанционного курса. Задачи разработки хранилища данных, загрузки данных, подготовки данных для анализа и проведение анализа активности пользователей-студентов СДО предлагается решать на базе аналитической платформы Deductor.

В результате анализа способов интеграции Deductor со сторонними системами [3], подходов к расширению системы Moodle [4] и механизма соединения Deductor и Moodle [5], предлагается реализация процесса взаимодействия Deductor и Moodle, направленного на анализ результатов активности пользователей-студентов, представленная на рис. 2.

Механизм интеграции Deductor и Moodle базируется на двух модулях: подсистеме выгрузки данных из БД Moodle и подсистеме информирования пользователей СДО.

Подсистема выгрузки данных из БД Moodle предназначена для выборки информации из фрагмента базы данных,

моделирующего процесс взаимодействия пользователей студентов с СДО.

Подсистема анализа активности пользователей-студентов СДО предназначена для решения последовательности следующих задач [6]:

1) Анализ динамики изменения количества посещений пользователем (учебной группой) дистанционного курса в течение указанного периода времени;

2) Анализ динамики изменения количества уникальных (по ip-адресу) посещений пользователем (учебной группой) дистанционного курса;

3) Анализ динамики изменения процента посещаемости дистанционного курса пользователями заданной учебной группы;

4) Анализ взаимодействия пользователей с элементами дистанционного курса.

Подсистема информирования пользователей СДО по результатам анализа активности пользователей-студентов предназначена для формирования сообщений о трудностях и сбоях процесса дистанционного обучения:

– для пользователей-студентов – это информация о нарушениях плана изучения дистанционного курса;

– для пользователей-педагогов – это информация: о посещениях учебной группой дистанционного учебного курса (рис. 3–4); об элементах дистанционного учебного курса, вызывающих у пользователей-студентов наибольшие трудности (рис. 5);

– для пользователей-разработчиков дистанционных курсов – это информация об элементах учебного курса, требующих переработки контента.

Диаграмма взаимодействия пользователей-студентов с элементами дистанционного курса отображает количество обращений к организационным (форумы), учебно-методическим (конспекты лекций, методические указания к практическим и лабораторным работам) и контрольно-измерительным (тесты, задания) материалам.

На рис. 5. приведена диаграмма взаимодействия пользователей-студентов дистанционного курса с контрольно-измерительными материалами по дисциплине «Аналитическое программное обеспечение».

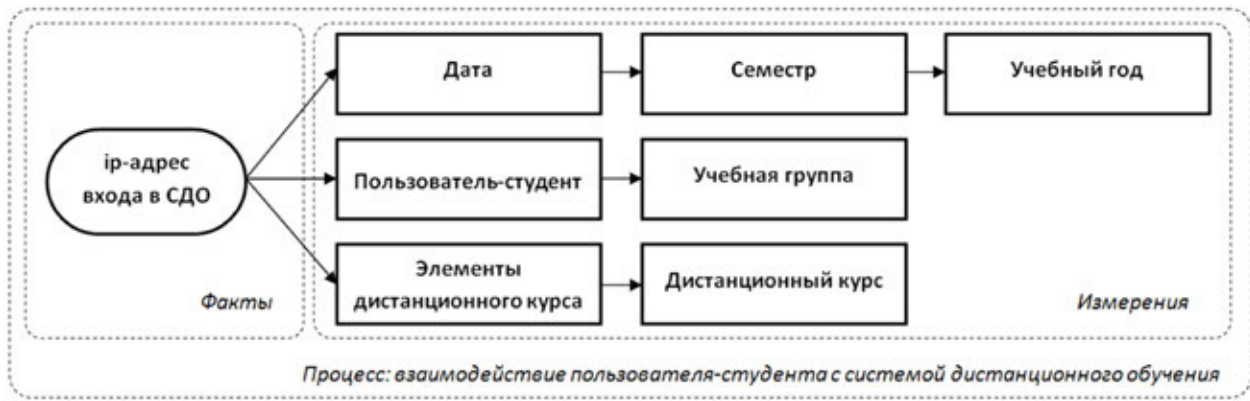


Рис. 1. Структура хранилища данных: активность пользователей-студентов СДО

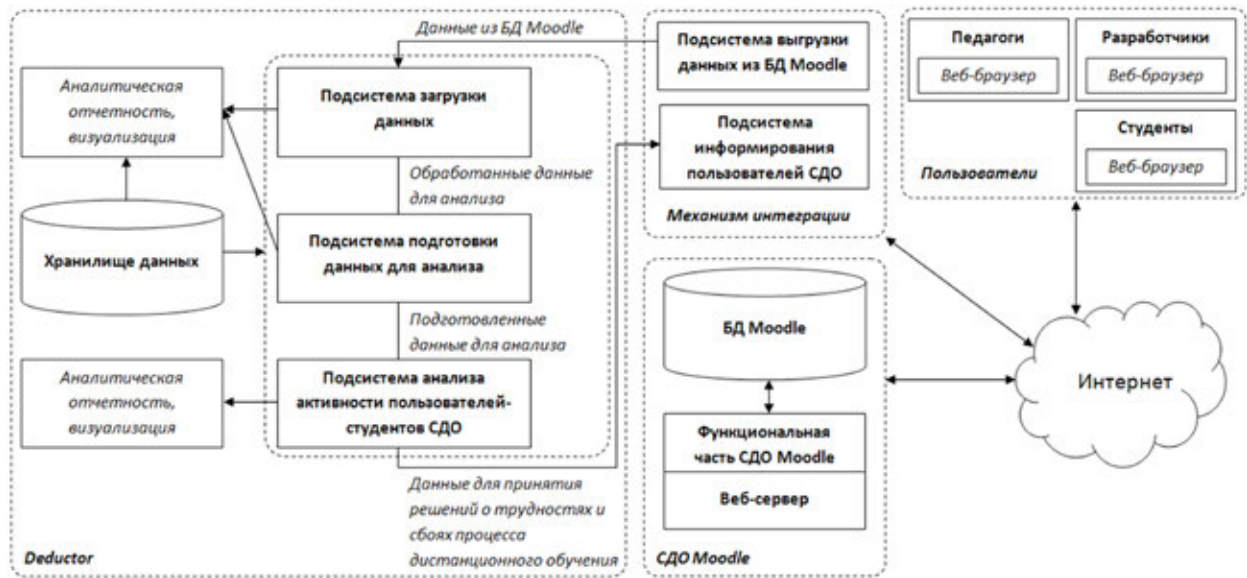


Рис. 2. Общая схема взаимодействия Deductor и Moodle

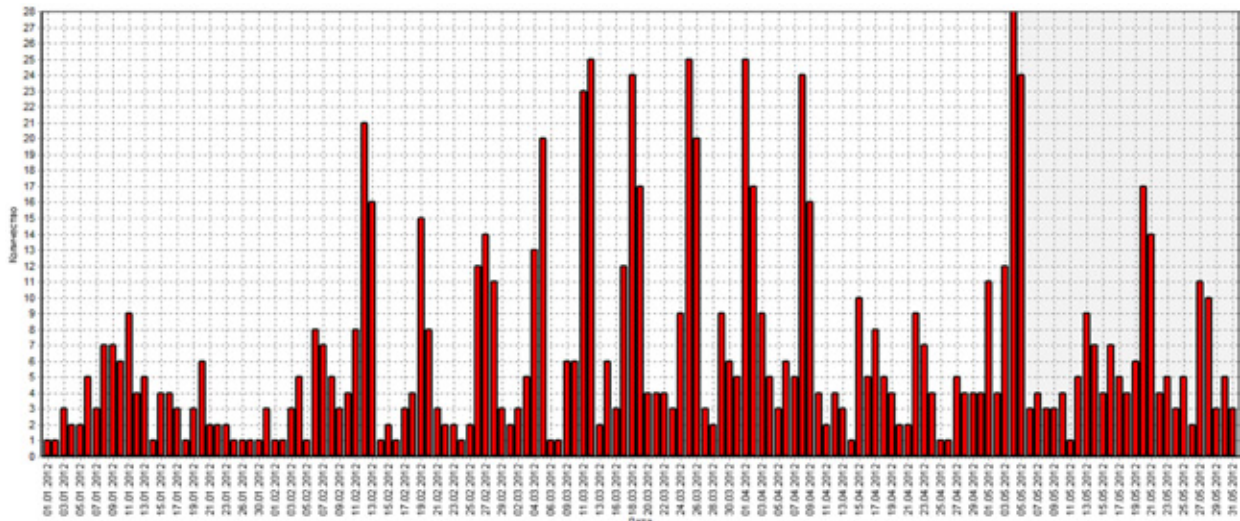


Рис. 3. Диаграмма изменения количества уникальных (по ip-адресу) посещений дистанционного курса

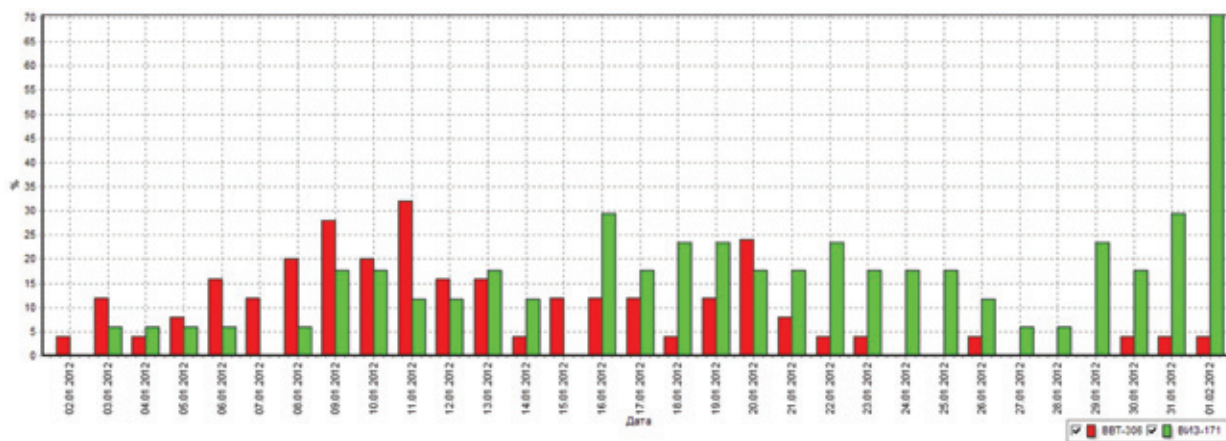


Рис. 4. Диаграмма изменения процента посещаемости дистанционного курса

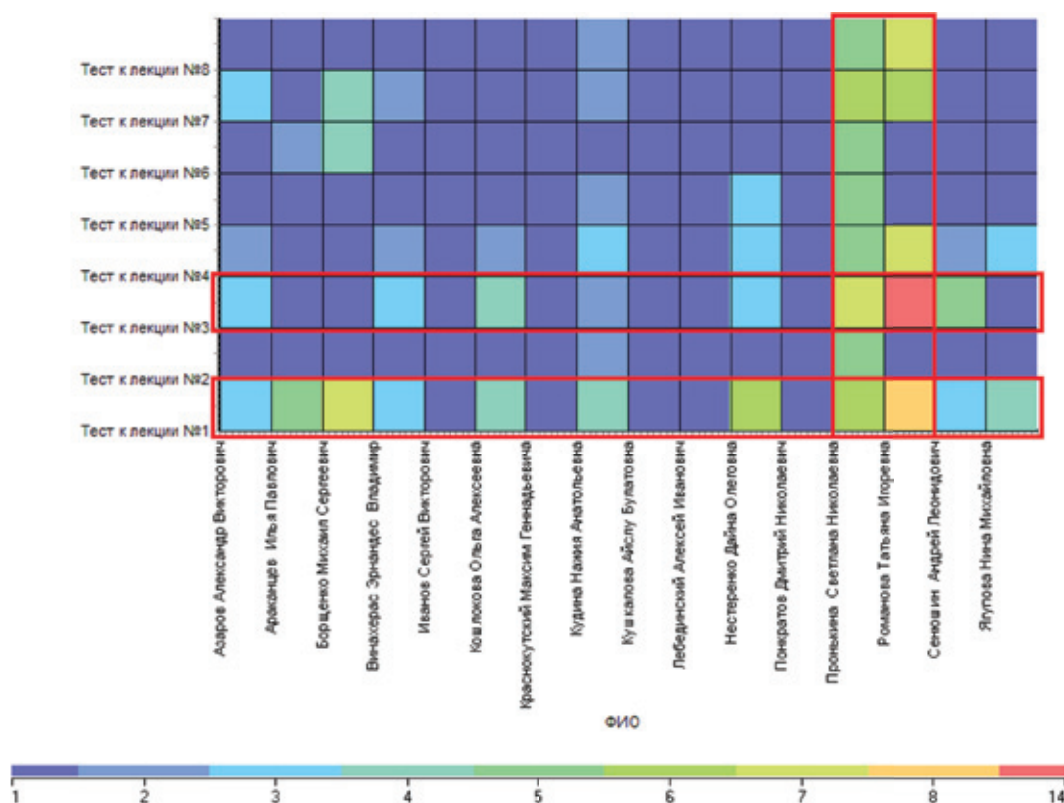


Рис. 5. Диаграмма взаимодействия пользователей с элементами дистанционного курса

Анализируя диаграмму взаимодействия по горизонтали можно определить тесты, вызвавшие у пользователей-студентов наибольшие трудности: тест к лекции № 1, тест к лекции № 3. Анализ диаграммы взаимодействия по вертикали позволяет определить студентов, имеющих трудности с прохождением тестов: Пронькина С.Н., Романова Т.И.

Дальнейший анализ полученных данных методами data mining, реализованными в Deductor позволяет получать

информацию для принятия решений о повышении качества контента учебно-методических [4] и контрольно-измерительных материалов [7].

Расширение LMS Moodle возможностью анализа активности пользователей дистанционных учебных курсов позволит педагогам оперативно обнаруживать и своевременно влиять на возникающие трудности и сбои дистанционного обучения.

Литература:

1. Рыбанов А.А. Автоматизированный анализ качества процесса обучения по результатам тестирования знаний на основе диаграмм парето // дистанционное и виртуальное обучение. 2009. № 8. С. 54–59.
2. Рыбанов А.А. Автоматизированный парето-анализ качества процесса обучения на основе результатов тестирования знаний. // Научное обозрение. 2009. № 4. С. 55–59.
3. Рыбанов А.А., Зайчук О.А. Использование АП Deductor для анализа и планирования профориентационной работы вуза // Бизнес-аналитика. Использование аналитической платформы Deductor в учебном процессе вуза: сб. Матер. II межвуз. науч.-практ. конф., г. Москва, 28 июня 2011 г. / ООО «Лаборатория баз данных» (Basegrouplabs). – Рязань, 2011 г. – с. 107–108.
4. Рыбанов А.А., Посевкин Р.В. Модуль автоматизированного контроля качества контента учебно-методических материалов [программа]: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012611938. – Зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 20.02.12.
5. Худоложкин М.С., Рыбанов А.А. Визуализация результатов учебной деятельности пользователей системы Moodle средствами аналитической платформы Deductor // Молодой ученый. 2012. № 7. С. 52–55.
6. Сержантова Е.О., Рыбанов А.А. Разработка и исследование подходов к информационной поддержке процесса анализа результатов учебной деятельности в системе дистанционного обучения: доклад // Студенческий научный форум 2013: V Междунар. студ. электрон. науч. конф., 15 февр. – 31 марта 2013 г. Направл. «Технические науки». Рос. акад. естествознания. – М., 2013. – с. 1–19.
7. Рыбанов А.А. Поиск наилучшего значения параметра дифференцирующей способности тестового задания для модели Бирнбаума / Рыбанов А.А. // Педагогические измерения. – 2012. – № 4. С. 40–50.

Каталогизация и интеграция разнородных информационных ресурсов

Теленик Сергей Фёдорович, доктор технических наук, профессор;

Жук Сергей Владимирович, студент;

Лыско Владимир Тарасович, студент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Ефремов Константин Викторович, директор

Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию (г. Киев, Украина)

Предложен подход к каталогизации и интеграции данных на основе онтологий, позволяющий структурировать источники данных, не внося изменений в них, и обеспечить доступ к ним по принципу «единого окна».

Ключевые слова: интеграция данных, онтология, *Semantic web*, база данных, онтология, классификация данных.

Введение. Существующие центры данных Мировой системы данных (МСД, ICSU World Data System) [1] предоставляют пользователям доступ к накопленным за более чем пятидесятилетний период времени неоднородным данным. Однако пользователи испытывают затруднения при попытке получения нужных данных, т.к. они, как правило, распределены по нескольким независимым источникам и систематизированы должным образом только в рамках ресурсов отдельных Центров, а не всей МСД в целом.

Центры данных и проблема интеграции. Доступ к ресурсам Мировых центров данных МСД (информация в БД, доступ к которой обеспечивают сервера БД, функциональные возможности по обработке информации приложениями, которые предоставляются через сервера приложений) требует учета разных форм хранения данных,

программных и аппаратных платформ и технологий. Таким образом, существуют формально не связанные между собой источники данных, которыми могут быть традиционные системы баз данных, поддерживающие различные модели данных (реляционные, объектные, объектно-реляционные, графовые и т.п.), разнообразные унаследованные системы, репозитории, веб-сайты, файлы структурированных данных [2].

Для тех групп ученых, которые решают комплексные задачи (например, проблемы устойчивого развития [3]), особенно важным становится доступ к междисциплинарным данным. Чтобы получить такие данные – чаще всего необходимо пользоваться большим количеством специфичного программного обеспечения, знать языки запросов к данным и их семантику. Однако ученые, будучи специалистами в своих предметных областях, испыты-

вают серьезные затруднения в работе с такими сложными программными продуктами. В таких условиях искусственно сдерживаются научные исследования — заказчики получают нужную информацию с опозданием, или избыточным расходом времени и сил, возникает нехватка данных.

Обзор существующих решений. Вне системы МСД существует ряд проектов (см., например, [5] и [6]), которые в той или иной мере решали вопросы интеграции данных с учетом их семантики. При этом их авторами предлагался в целом эффективный подход для конкретных задач бизнеса или науки, но мало внимания уделялось организации иерархии большого количества подключенных источников данных, которые функционируют автономно, и могут быть как связаны, так и не связаны между собой.

С другой стороны, примером подхода к интеграции и каталогизации в МСД может быть информационная система Pangaea (Германия) [7], которая функционирует как библиотека с открытым доступом. Большая часть данных предоставляется через веб-сервисы, доступен полнотекстовый поиск и поиск по ключевым словам. В то же время, система не предоставляет возможностей для сопоставления нескольких множеств данных и манипуляций над ними.

Таким образом, существующие информационные системы не в состоянии решить проблему интеграции данных в контексте удобства их получения из единого сервиса и их классификации.

Постановка проблемы. Необходимо, не внося изменений в уже существующие структуры источников данных, сделать их данные доступными для пользователя по принципу «единого окна» (в некоторых источниках его называют «виртуализацией»). В то же время, необходимо предложить возможность выделения семантически связанных наборов данных и подход к их классификации. Соответственно, важной задачей является возможность семантической «окраски» существующих данных, что делает их пригодными для машинной обработки и более эффективного поиска.

Предложенный подход. Для описания спецификации семантики источников данных авторам выбраны описательные (дискрипционные) логики (англ. Description logics). Как инструмент представления таких обобщенных спецификаций можно выбрать онтологические спецификации. Обозначим далее в тексте онтологический класс и свойство в контексте семантики как С-класс и С-свойство соответственно.

Для решения поставленной задачи в стеке технологий Semantic Web (Семантическая паутина, SW) применена абстрактная модель данных в виде ориентированных графов «субъект-предикат-объект» — RDF [9] и язык описания онтологий OWL [10].

Авторами предложено создать центральную онтологию-классификатор для высокоуровневого описания доступных в системе предметных областей. Она состоит из иерархии С-классов и не зависит от каких-либо источ-

ников данных. Наличие такой центральной онтологии является обязательным, в то же время она может быть сколько угодно расширена другими онтологиями такой же структуры или парами онтология-отображение. Каждая такая пара обеспечивает подключение для конкретного источника данных — онтология описывает структуру его С-классов, а отображение указывает соотношение его С-классов и С-свойств к реальной структуре источника данных, а также параметры подключения к нему. Таким образом, запрос к источнику данных может формироваться в терминах онтологий и их свойств.

Несмотря на свою разнородность, интегрируемые источники данных могут иметь общие С-свойства, потому предлагается создать дополнительную онтологию для указания связи между такими С-свойствами с помощью стандартных предикатов OWL. Назовем такую онтологию связывающей.

Выполнение запросов к источникам данных, описанным с помощью онтологий, производится с помощью программных компонентов, которые будут детально описаны ниже. В целом, такое решение можно отнести к семейству mediator-based (медиаторных) систем [11]. На стороне клиента выбор данных в каталоге, формирование запроса к источникам данных, а также получение ответа на него выполняется через веб-приложение. Сам медиатор, являющийся загруженным в память сервера приложением, содержит построенное дерево С-классов из онтологических спецификаций, их связи с отображениями на реальные источники данных, а также, опционально, полученные из онтологических спецификаций и опроса источников данных ограничения на допустимые диапазоны значений данных в этих источниках.

«Стыкование» онтологий на уровне приложения производится путём установления связей их С-классов по унифицированному идентификатору ресурса (Uniform Resource Identifier, URI), который уникален для каждого С-класса, кроме случая, когда имеется в виду один и тот же С-класс.

Требования к структуре онтологии для классификатора включают только определение иерархизированной структуры предметной области.

Требования к структуре онтологии для расширения классификатора состоят в необходимости вложения у базового С-класса только одного подкласса, URI которого будет совпадать с URI класса, к которому производится подсоединение, все другие классы онтологии являются подклассами этого класса. Таким же является требование и если текущая онтология будет расширять другую онтологию с целью расширения классификатора. Фактически, нет ограничений на количество расширяющих классификацию онтологий, кроме уникальности имён С-классов и их свойств, а так же ограничений на размер выделяемой памяти для приложения, которое будет их обрабатывать.

Требования к структуре онтологии для подключаемого источника данных определяют, что у базового С-класса подклассами являются только два С-класса. URI первого



Рис. 1. Общая структура предложенного решения

из этих двух С-классов совпадает с URI С-класса, к которому производится присоединение в дереве классификатора. Второй С-класс имеет оговоренный URI, указывающий на то, что все его подклассы будут нести в себе метаданные об источнике данных, на которые могут ссылаться другие С-классы — подклассы первого С-класса. Такими метаданными, например, могут быть единицы измерений. С другой стороны, для описания каждого конкретного С-класса онтология может включать в себя дополнительные атрибуты для метаданных, записанные в ней как константы.

Реализация программного продукта. С точки зрения разработки программного продукта, для интеграции семантики предметной области с источником данных, необходимо реализовать механизм отображения концептов онтологии соответствующим сущностям источника данных посредством описания их отображения, иногда еще называемого маппингом (англ. mapping). Для этого выбрана библиотека D2RQ [12], которая обеспечивает доступ к данным через SPARQL-запросы [13] и связь с источником данных через JDBC драйвер, который позволяет использовать в качестве источника практически любой ресурс — от СУБД до плоских файлов и HTML-таблиц, а при необходимости можно реализовать и свой специфичный драйвер.

Роль носителя семантики предметной области играет сама онтология для источника данных, записанная в фор-

мате OWL. Создание файла описания отображения и настройка параметров подключения к источнику данных происходит согласно документации [12] и является частично автоматизированным — после генерации средствами D2RQ он требует сопоставления идентификаторов URI с соответствующей онтологией, которая создается в отдельном редакторе, например, Protégé 4.2. При этом сам файл описания отображения сохраняется в виде RDF-документа в формате N3, в то время как для сохранения файлов онтологий может использоваться как формат N3, так и RDF/XML.

При выполнении запросов манипулирование RDF-графами, построенными в памяти, осуществляется с помощью библиотеки Jena [14], в качестве машины логического вывода на базе существующего графа используется Pellet [15]. Такое решение делает возможным выполнять SPARQL-запросы к данным в файлах онтологий классификатора, которые не имеют за собой конкретного источника данных.

В настоящее время авторами разрабатывается веб-приложение, которое реализует предложенный подход. Оно построено на базе стека технологий Java EE 6, использован сервер приложений JBoss 7, функционирование веб-интерфейса обеспечивается фреймворком Java Server Faces.

Заключение. Предложенный подход позволяет структурировать источники данных и установить связи между ними, не внося изменений в собственно данные, структуры их хранения и механизмы сопровождения.

Решение основано на сопоставлении структур источников данных с семантикой предметной области и является легко расширяемым. При этом возможно установление связей между данными из нескольких источников и

контроль формируемых пользователем запросов на соответствие допустимым диапазонам или формату конкретного источника данных.

Дальнейшие исследования могут вестись в направлении интеграции сервисов-обработчиков информации из источников данных, например, последовательного выполнения вычислений на данных из нескольких источников.

Литература:

1. M.Z. Zgurovsky, A.D. Gvishiani, K.V. Yefremov, A.M. Pasichny. Integration of the ukrainian science into the world data system // Cybernetics and systems analysis: Volume 46, issue 2 (2010). — p. 211.
2. Когаловский М.Р. Методы интеграции данных в информационных системах [электронный ресурс]. — режим доступа: <http://www.cemi.rssi.ru/mei//articles/kogalov10-05.pdf> — название с экрана.
3. Шаповалова С.И., Ефремов К.В., Глуханюк А.И. Организация интегрированного доступа к информационным ресурсам [текст] / С.И. Шаповалова, К.В. Ефремов, А.И. Глуханюк / — Сборник трудов конференции ИАИ-2011–2011. — с. 102–108
4. Павлов А.А., Теленик С.Ф. Информационные технологии и алгоритмизация в управлении. — К.: Техника, 2002.
5. Langegger A., Wöss W., Blöchl M. Semwiq — semantic web integrator and query engine, — München: Informatik 2008 beherrschbare systeme dank informatik, 2008. — с. 718–722.
6. Quilitz B., Leser U. Querying distributed rdf data sources with sparql — Berlin: Lecture notes in computer science Vol. 5021, «Springer Berlin Heidelberg», 2008., — с. 524–538.
7. Pangaea data publisher for earth & environmental science [электронный ресурс]: режим доступа: <http://pangaea.de/> — название с экрана.
8. Бездушный А.А. Математическая модель системы интеграции данных на основе онтологий // Вестн. НГУ: сер. Информационные технологии. Новосибирск, 2008. Т. 6. Вып. 2. С. 15–40.
9. RDF primer w3c recommendation [электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.w3.org/tr/rdf-primer/> — название с экрана.
10. OWL web ontology language w3c recommendation [электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.w3.org/tr/owl-features/> — название с экрана.
11. Kossmann D. The state of the art in distributed query processing — New York: Acm computing surveys vol.32, «Acm», 2000. — с. 422–469.
12. The d2rq platform: accessing relational databases as virtual RDF graphs [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://d2rq.org/> — название с экрана.
13. Sparql query language for rdf [электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.w3.org/tr/rdf-sparql-query/> — название с экрана.
14. Jena toolkit for semantic web applications [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://jena.apache.org/> — название с экрана.
15. Evren Sirin, Bijan Parsia and oth. Pellet: A practical owl-dl reasoner — web semantics: science, services and agents on the world wide web, volume 5, issue 2, june, 2007, p. 51–53

Разработка CRM-системы для НОУ «Учебный центр «Эксперт» с целью улучшения клиентоориентированности учебного центра

Шпак Георгий Александрович, студент;

Несбытнов Андрей Евгеньевич, старший преподаватель

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технологического университета

Статья написана по результатам выполнения дипломного проекта.

Ключевые слова: CRM-системы, клиентоориентированность.

Целью любой коммерческой компании является извлечение прибыли в ходе ведения финансово-хозяйственной деятельности. Одной из важных задач для достижения поставленной цели выступает уменьшение оттока клиентов. С развитием рыночной экономики, конкурентные отношения в сфере дополнительного профессионального образования становятся более жесткими, со стороны клиентов выдвигаются определенные требования, отвечать которым — задача каждой организации.

Некоторыми способами «завлечения и удержания» клиентов являются повышение качества предоставляемых услуг, внедрение инновационных идей (технологий), или совершенствование компании в такой области менеджмента и маркетинга, как клиентоориентированность.

В дипломном проекте Г.А. Шпак на тему: «Разработка CRM-системы для НОУ «Учебный центр «Эксперт», с целью уменьшения времени оформления документов клиентов центра», объект исследования — НОУ «Учебный центр «Эксперт», предмет исследования — хозяйственная деятельность организации, цель — уменьшение времени оформления документов центра путем внедрения в деятельность организации инновационных технологий (CRM-системы).

Учебный центр «Эксперт» является образовательным учреждением в сфере профессионального образования. Учреждение ведет образовательную деятельность с 2007 года и предлагает учебные курсы в области дизайна, индустрии красоты, менеджмента и финансов, компьютерных информационных технологий, управления персоналом. Курсы проходят в удобное для слушателей время, в небольших по комплектации группах или индивидуально с преподавателями.

Значительные затраты времени в хозяйственной деятельности организации занимает документооборот.

Одним из способов достижения цели дипломного проекта является улучшение клиентоориентированности исследуемого объекта путем внедрения CRM-системы (Customer Relationship Management System), разрабатываемой для выполнения конкретных задач.

Под **кlientоориентированностью** принято понимать «способность организации извлекать дополнительную прибыль за счет глубокого понимания и эффективного удовлетворения потребностей клиентов» [1].

С точки зрения И.Б. Манна, кандидата экономических наук, маркетолога этой области знаний, **кlientоориентированность** — «это инициация положительных эмоций и восторга у существующих клиентов, что ведет к повторным покупкам и получению новых клиентов за счет рекомендаций существующих клиентов» [2].

В связи с тем, что в России понятие CRM-система появилось сравнительно недавно, при переводе этого термина с английского языка на русский трактовка понятия теряет смысл, который заложен в этом термине. Авторитетная в корпоративном мире компания «PriceWaterhouseCoopers» предложила своё понятие CRM, — «это стратегия, нацеленная на создание долговременных и прибыльных взаимоотношений с Заказчиками через понимание их индивидуальных потребностей» [3].

Преимущества от внедрения CRM-системы можно выделить следующие:

- автоматизация ранее ручных процедур и процессов;
- большее внимание к клиенту, и фокусировка на его запросы;
- централизованное хранилище информации о клиентах, в котором хранятся контактные данные, цель обращения в учебный центр, узнать историю взаимодействия с клиентом;
- возможность доступа к информации из филиалов учебного центра;
- накопление данных для проведения последующего анализа, например, для выявления популярных курсов обучения или количества поступивших заявок и заключенных договоров.

Разрабатываемая CRM-система для учебного центра должна помочь в решении следующих задач:

- ведение баз клиентов, моделей, преподавателей и курсов;
- распределение клиентов по учебным группам и назначение преподавателя;
- формирование выходных документов (отчетов, списков курсантов и иных печатных форм);
- уведомления о приближающихся событиях и звонках;
- сбор статистических сведений по работе менеджеров для дальнейшего анализа.

Разрабатываемая CRM-система состоит из следующих модулей:

- клиенты;
- преподаватели;
- курсы;
- учебные группы;
- модели;
- документы;
- календарь событий;
- расписание занятий;
- протоколирования;
- уведомления;
- администрирование.

Модуль «Клиенты». Модуль выполняет функции ведения клиентской базы данных. Первоисточником данных для этого модуля служат входящие звонки. Для каждого клиента заносятся ФИО, список предполагаемых курсов и предпочтительное время занятий, источник из которого была получена информация об учебном центре, контактные данные и дата следующего звонка клиенту. Для прочей информации отведено поле комментариев.

Модуль «Преподаватели». Модуль предназначен для ведения базы преподавателей. На каждого преподавателя заводится отдельная карточка, в которую заносятся ФИО, тип лица (физическое лицо или индивидуальный предприниматель), список преподаваемых курсов и предпочтительное время проведения занятий, статус партнерства и контактные данные. Для записи прочей информации предусмотрено специальное поле. На случай, когда преподаватель уходит в отпуск, предусмотрена функция деактивации преподавателя, что позволяет исключить его из списков, например, из списка доступных преподавателей (при назначении преподавателя группе).

Модуль «Курсы». Выполняет функции для ведения базы преподаваемых в учебном центре курсов. Каждый курс содержит название, краткое описание программы курса, стоимость обучения и учебный центр, в котором проходит обучение (в одной системе могут быть зарегистрированы несколько учебных центров, к учебным центрам привязываются курсы).

Модуль «Учебные группы». Для каждого курса существуют отдельные группы, которые делятся по времени обучения. После заключения договора клиент попадает в формирующуюся группу (в зависимости от курса и времени обучения). Группа переходит на обучение когда набирается необходимое количество клиентов, заключивших договора и сделавших первый платеж. Список платежей выводится в виде индикатора, отображающего количество платежей. В момент запуска группы на обучение назначается преподаватель и вводится количество часов обучения и занятий. После запуска группы доступны следующие документы:

- договор подряда с преподавателем;
- список группы;
- приказ о зачислении.

При окончании обучения группа закрывается и формируются следующие документы:

- приказ о закрытии группы;

- акты выполненных работ для слушателей;
- акт выполненных работ для преподавателя;
- документы об окончании обучения (дипломы).

Модуль «Модели». Предоставляет функции для ведения базы моделей. Каждая модель описывается следующим набором данных: ФИО, контактные данные, возраст и список услуг, на которые модель может быть приглашена. Модели необходимы для обучения парикмахеров, специалистов по визажу, наращиванию ногтей и т.п.

Модуль «Документы». Выходная документация в учебном центре представлена следующими документами: договор подряда (с преподавателем), приказ о зачислении, приказ о закрытии группы, акт выполненных работ, извещение (платежное поручение формы ПД-4), типовые договоры на оказание услуг. Модуль отвечает за генерацию документов по заранее загруженным в систему шаблонам документов. Шаблоны документов подготавливаются в текстовом редакторе в формате ODT (Open Document Text). Шаблоны для изготовления документов об окончании обучения (дипломов), которые выдаются после успешного завершения прохождения курса, формируются на базе SVG (Scalable Vector Graphics) шаблона с последующим преобразованием в PDF-файл (Portable Document Format).

Модуль «Календарь событий». Для планирования мероприятий, проводимых учебным центром, например, мастер-классы, используется календарь событий. При приближении даты запланированного события появляется уведомление на рабочем столе CRM-системы.

Модуль «Расписание занятий». Для создания расписания занятий предусмотрен специальный модуль. Для каждой аудитории составляется недельное расписание. Учебный день условно разбит на три части (утро, день, вечер), для каждой части дня уточняется время и группа занимающихся.

Модуль «Протоколирование». Модуль предназначен для протоколирования действий пользователей системы. Фиксируются следующие данные: пользователь, дата и время обращения к функциям системы. Модуль необходим для сбора данных с целью проведения дальнейшего анализа работы пользователей системы.

Модуль «Уведомления». Служит для сбора информации о звонках клиентам, моделям. Также модуль отвечает за сбор данных о просроченных платежах. Все уведомления выводятся на рабочий стол пользователя CRM-системы.

Модуль «Администрирование». Модуль содержит в себе инструменты для управления работой CRM-системы. Модуль включает в себя:

- инструменты для управления справочниками данных (значения для списков источников информации, типов учебных групп, услуг моделям и т.п.);
- раздел для загрузки шаблонов документов;
- логи действия пользователей;
- список учебных центров;

— раздел управления пользователями системы, в котором можно добавить пользователей и назначить им соответствующую роль.

Разрабатываемая CRM-система представляет собой «клиент-серверное» приложение с трехуровневой архитектурой. В качестве клиентов используются web-браузеры.

Причины, выбора «клиент-серверной» архитектуры:

- централизованное хранилище данных;
- синхронизация серверов после восстановления;
- клиенты могут брать данные с разных серверов;
- централизованное внесение изменений.

В результате внедрения CRM-системы в учебном центре были получены следующие результаты:

— повышение качества и скорости обслуживания клиентов;

— сокращение времени на подготовку документов, за счет автоматизации рутинных задач, все документы генерируются автоматически на базе шаблонов загруженных в систему;

— сокращение времени на обработку заявок клиентов;

— создана единая база клиентов, преподавателей и моделей, в результате чего сокращено время на поиск необходимой информации;

— появилось больше времени на поиск потенциальных клиентов;

— сбор статистики по популярности преподаваемых курсов.

Литература:

1. http://www.rosbo.ru/articles.php?cat_id=2&id=2
2. <http://silauma.ru/igor-mann-blog/moe-opredelenie-klientoorientirovannosti/>
3. <http://www.pwc.ru/>

ХИМИЯ

Фотометрическое определение скандия (III) в горной породе трапп (СТ-IA)

Гаджиева Севиндж Рафик кызы, доктор химических наук, профессор;

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук;

Мурадова Гюнай Гаджимурад кызы, магистр;

Абдуллаев Ризван Ахмед оглы, доцент;

Халилова Фагана Курбан кызы, кандидат химических наук, ст.лаборант;

Велиева Зарифа Талыб кызы, кандидат химических наук

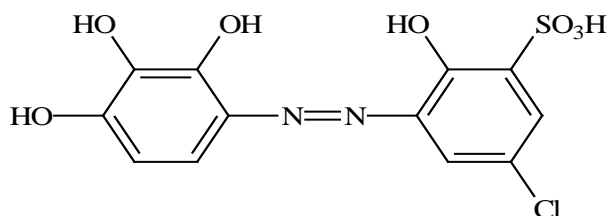
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

Для фотометрического метода количественного определения скандия в сложных объектах были предложены многочисленные органические реагенты, имеющие высокую чувствительность, но сравнительно низкую избирательность. Среди них хромазуол S, 1- (2-тиазолилазо)-2-нафтол, 4- (2-тиазолилазо)резорцин (ТАР), хлорциан-формазан, хлорфосфоназо и другие реагенты [1-4]. Эти органические реагенты не отличаются уникальной специфичностью и не могут быть использованы для обнаружения скандия на фоне многих элементов.

O,O'-тетрагидроксиазосоединения, синтезированные на базе пирогаллола, зарекомендовали себя как весьма перспективные реагенты для фотометрического определения многих элементов. Поэтому изучение новых реакций этих реагентов со скандием (III) с целью установления и сравнительного обсуждения их аналитических возможностей представляет несомненный интерес. Целью данной работы была разработка новой селективной методики для фотометрического определения скандия (III) в горной породе трапп (СТ-IA) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензолом в присутствии третьего компонента-трифенилгуанидина.

Экспериментальная часть

Реагенты и растворы. Реагент синтезирован по методике [5], его состав и строение установлены методами элементного анализа и ИК-спектроскопии.



В работе использовали $1 \cdot 10^{-3}$ М этанольный раствор 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензола и $1 \cdot 10^{-2}$ М водно-этанольный раствор дифенилгуанидина. Исходный раствор скандия с концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ г/л готовили растворением рассчитанной навески металлического скандия в HCl по методике [6]. Более разбавленные растворы скандия готовили разбавлением исходного раствора. Раствор реагента (R) хорошо растворим в воде, а ДФГ в водно-этанольной смеси (1:1). Для создания необходимых значений pH использовали фиксанал HCl (pH 1–2) и аммиачно-ацетатные буферные растворы (3–11).

Результаты и их обсуждение

Изучение зависимости комплексобразования от pH показало, что выход комплекса максимален при pH 3 ($\lambda_{\max}=405$ нм), реагент имеет максимум поглощения при $\lambda_{\max}=360$ нм. Основные спектрофотометрические характеристики разработанной методики фотометрического определения скандия приведены в таблице 1.

Методами Старика-Барбанеля, изомолярных серий и сдвига равновесия установлено, что состав образующихся окрашенных соединений равны 1:2 (ScR), 1:2:1 (ScR-ДФГ) [7].

Методом Астахова определены числа протонов, выделяющихся в результате комплексобразования и подтверждены указанные соотношения компонентов в комплексах [8]. Установлено что, в присутствии ДФГ наблюдается повышение чувствительности реакции. Полученные комплексы исследованы также методом кондуктометрического титрования [9]. Сравнение удельной электропроводности однородно и смешанолигандного комплексов скандия при pH 2 и pH 3 показывает, что Sc-R-ДФГ устойчивее, чем Sc-R. Изучение влияния посторонних ионов и маскирующих веществ на фотометрическое определение скандия (III) в виде бинарного и разнолигандного ком-

Таблица 1. Основные фотометрические характеристики реакций скандия (III) с органическими реактивами

Реагент	λ , нм	Sc:R	pH	e_{\max}	Интервал подчинения закону Бера, мкг/мл
ХлорфосфозаизоIII [4]	640	1:2	2–4	14700	0,21–1,8
Sc (III)-R	450	1:2	3	16500	0,1–3,24
Sc (III)-R-ДФГ	444	1:2:1	2	18500	0,05–2,52

Таблица 2. Результаты определения скандия в горной породе трапп (СТ-IA)

Образец горной породы (трапп СТ-IA)	По паспорту, %	Найдено, %
ScR	0,0043	0,0044±0,02
ScR-X	0,0043	0,0043±0,03

плексов показало, что в присутствии ДФГ значительно увеличивается избирательность реакции. Установлено, что разработанная методика определения скандия (III) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензола 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензолом в присутствии ДФГ обладает высокой избирательностью. Вычислены константы устойчивости бинарного и смешанно-лигандного комплекса скандия (III).

Определение скандия в горной породе трапп (СТ-IA)

Для анализа взяли стандартный образец горной породы трапп СТ-IA (по ГОСТу 519–84 П), (% вес.) В – 0,0015; Ва – 0,023; Ве – 0,00009; S – 0,04; V – 0,032; Сг – 0,014; Cs – 0,00009; Си – 0,022; Zr – 0,013; Н₂O – 0,97; Nb – 0,0008; Th – 0,0025; U – 0,00008; Со – 0,0046; Zn – 0,015; F – 0,025; Ga – 0,0046; Ge – 0,00016; Li – 0,0014; Мо – 0,00017; Sc – 0,0043; Pb – 0,0005; Sn – 0,00035; SiO₂ – 49,1; TiO₂ – 1,85; Ni – 0,0090; Pd – 0,005; La – 0,0014; Се – 0,0026; Pr – 0,00027; Yb – 0,00038; Al₂O₃ – 14,23; Fe₂O₃ – 15,22;

FeO – 10,26; MnO – 0,21; CaO – 10,20; MgO – 5,74; Na₂O – 2,49; K₂O – 0,7; P₂O₅ – 0,21; Sr – 0,027; Та – 0,00012; Nd – 0,0015; Sm – 0,0005; W – 0,00007; Eu – 0,00023 соответственно.

5 г образца горной породы (трапп СТ-IA) растворяют в чашке из стеклоглерида в смеси 10 мл HF+9 мл HCl +3 мл HNO₃. Полученную пасту обрабатывают 5–6 мл HNO₃ при 70–80° С до полной отгонки HF. Полученный осадок растворяют в воде, фильтруют в колбу емк. 50 мл и разбавляют водой до метки. При определении скандия (III) фотометрическим методом аликвотную часть полученного раствора помещают в колбу емк. 25 мл, добавляют 2 мл 1×10⁻³ М раствора R, 1 мл 1 %-ного раствора ДФГ, для устранения мешающего влияния алюминия, двухвалентного и трехвалентного железа добавляют 2 мл 1×10⁻¹ М раствора тиомочевины и разбавляют до метки буферным раствором с pH 2. Оптическую плотность растворов измеряют при 490 нм в кювете с l=1 см на КФК-2 относительно раствора контрольного опыта. Найдено (4,40±0,02) · 10⁻³ % скандия. Полученные данные показаны в таблице 2

Литература:

1. Комиссарова Л.Н. Неорганическая и аналитическая химия скандия. М.: Эдиториал УРСС, 2001, 510 с.
2. Bhalotra Anju, Puri Bal K. // Anal. Sci., 2000, V 16, № 5, p. 507
3. Курбатова Л.Д., Курбатов Д.И. // Заводск. лаборатория, 2006, № 9, с. 18
4. Zhou Zhi-ming, Liu Wen-han, Cheng-Li-fei. // Zhejiang Univ. Technol., 2002, V.30, № 2, p.117.
5. Гамбаров Д.Г. Дис...докт. хим. наук. М.: МГУ, 1984, 38 с.
6. Лазарев А.И., Харламов И.П., Яковлев П.Я., Яковлева Е.Ф. Справочник химика-аналитика. М.: Металлургия, 1976, 184 с.
7. Булатов М.М., Калинин Н.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986. с. 432
8. Астахов К.В., Верникин В.Б., Зимин В.И., Зверькова А.Д. Журнал неорганической химии. 1961, Т6, с2069
9. Худякова Т.А., Крешков А.П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа. М.: Химия, 1976, 304 с.

Огнезащитная композиция для изготовления самослипающихся изоляционных лент

Кудакова Анна Викторовна, аспирант;

Рыжова Валентина Николаевна, научный сотрудник;

Матвеева Лариса Юрьевна, доктор технических наук, профессор

Научно-исследовательский институт синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева» (г. Санкт-Петербург)

Введение

В 80-х гг. прошлого века в ФГУП «НИИСК» был разработан способ получения самослипающейся теплозащитной ленты ЛЭТСАР-ЗА. Лента предназначена для применения в качестве огнестойкого защитного покрытия электроожгутов и элементов электрооборудования трубчатого сечения от разрушения при пожаре. Способ основан на использовании в качестве полимерной эластичной основы ленты силоксановых каучуков с применением метода радиационной вулканизации.

Регулярное производство ленты в институте было налажено в 1997 г. Лента ЛЭТСАР-ЗА — это современный высокотехнологичный материал, обладающий уникальными огнезащитными свойствами. Лента очень удобна в практическом использовании и может найти широкое применение в различных областях современной техники, где требуется надежная защита оборудования и, особенно, электрокоммуникаций от воздействия огня: в авиации, судостроении, оборудовании атомных электростанций, силовых электрических коммуникаций и др.

Технология производства ленты ЛЭТСАР-ЗА включает в себя стадию радиационной вулканизации, которая осуществима в весьма ограниченном объеме радиационных установок, что исключает возможность крупномасштабного производства этого материала в условиях опытного производства ФГУП «НИИСК» и на других предприятиях. Кроме того, лента ЛЭТСАР-ЗА весьма дорогостоящий материал, так как кроме сложной технологии в ее производстве используется дорогостоящее сырье.

Применение метода радиационной вулканизации связано с необходимостью периодической замены (раз в 5–7 лет) источника гамма-излучения, вызванной естественной убылью активности источника вследствие радиоактивного распада. Работы по замене радиационных источников требуют больших финансовых затрат. К тому же, использование в технологии радиации является негативным фактором с точки зрения охраны труда и безопасности, а также экологической обстановки в черте города.

Данная работа посвящена исследованиям, направленным на поиск новой эластичной полимерной основы — каучуковой матрицы, позволяющей получать самослипающуюся теплозащитную ленту с заданными прочностными и деформационными свойствами без использования стадии радиационной вулканизации.

Создание нового способа производства ленты, исключая радиационную опасность, даст возможность

упростить технологию, улучшить экологию процесса, обеспечить безопасные условия труда, снизить себестоимость ленты и существенно расширить рынок ее сбыта.

Выбор и подготовка компонентов интумесцентной смеси

Интумесцентная технология возникла в полимерной науке сравнительно недавно в качестве метода, обеспечивающего защиту полимера от воздействия пламени. Интумесцентные системы останавливают горение полимера на ранней стадии, то есть на стадии его термического распада, сопровождающегося выделением горючих газообразных продуктов.

В работе использована широко применяемая в настоящее время интумесцентная смесь антипиренов: аммонийная соль фосфорной кислоты — моноаммоний фосфат, пентаэритрид и меламин.

Моноаммонийфосфат (МАФ) по ГОСТ 3771–74 с содержанием основного вещества 99,8%, по технологическим условиям получения обладает повышенной влажностью, что может иметь негативное влияние на огнезащитную эффективность композиции. Поэтому МАФ предварительно подвергали сушке в вакуумном сушильном шкафу при температуре 135°C. Контроль степени сушки проводили путем взвешивания образцов на аналитических весах. Сушку продолжали до достижения постоянного веса отобранных проб.

Пентаэритрид (ПЭР) — 2,2-бис (гидроксиметил) пропан-1,3-диол, представляет собой четырёхатомный спирт формулы $C(CH_2OH)_4$, белый кристаллический порошок импортного производства, $T_{пл}$ 263,5°C, растворим в воде, содержание основного вещества 98,6%.

Меламин — (1,3,5-триазино-2,4,6-триамин), мало-растворимые в воде бесцветные кристаллы импортного производства (в России в настоящее время его не производят), $T_{пл}$ 364°C (с разложением, с отщеплением аммиака (NH_3) и образованием мелема), содержание основного вещества 99,8%.

Все компоненты смеси антипиренов представляют собой порошкообразные вещества. Из них, МАФ и ПЭР обладают крупнозернистой структурой. Эти компоненты подвергали дополнительному ультразвуковому измельчению до степени дисперсности 1–5 мкм. Перед смешиванием компонентов интумесцентной смеси все ее ингредиенты предварительно были размолоты и высушены до постоянного веса.

Таблица 1. Рецепт на основе бутилкаучука (БК 1675)

№ п/п	Компоненты	Массовые части, %
1	БК 1675 (бутилкаучук)	25
2	ИКС (инден-кумароновая смола)	6
3	ХП _ж (хлорпарафин жидкий)	7
4	ХП _{тв.} (хлорпарафин твердый)	4
5	Лецитин	2
6	ЭС-32 (этилсиликат)	1
7	Аэросил	5
8	АПГ*	50

Таблица 2. Рецепт на основе хлорированный полиэтилен (СРЕ 135А)

№ п/п	Компоненты	Массовые части, %
1	СРЕ 135А (хлорированный полиэтилен)	19,1
2	ХП _ж (хлорпарафин жидкий)	12,6
3	Лецитин	1,1
4	СКТВ-1	1,9
5	ПИБ (полиизобутилен)	25
6	Аэросил	2,3
7	АПГ*	38

* АПГ (антипиреновая группа) состава, массовые части, %:

МАФ – 50; ПЭР – 26; Меламин – 16; Диоксид титана – 8.

Известно, что природа связующего и его молекулярные параметры оказывают сильное влияние на характер процесса интумесцентности, влияют на образующееся количество и структуру кокса, и, в конечном счете, на огнезащитные свойства покрытий.

Приготовление экспериментальных образцов полимерной композиции.

На первом этапе работы в качестве полимерных связующих матриц были испытаны: бутилкаучук марки 1675 и хлорированный полиэтилен марки СРЕ 135А. Составы рецептур огнезащитных лент представлены в таблицах 1 и 2.

Компоненты смеси вводили в процессе перемешивания последовательно, согласно рецептуре. Высокая вязкость каучуковых связующих требует повышенной температуры для осуществления эффективного смешения. Однако в данном случае нельзя повышать температуру смешения выше 120° С, так как возможно термическое разложение компонентов антипиреновой группы. Для облегчения процесса смешения были использованы пластификаторы: хлорпарафины, лецитин, инден-кумароновая смола.

Для обеспечения качественного перемешивания компонентов использовали Брабендер PLV-151 с Z-образными лопастями и эффективной камерой смешения объемом 75 см³. Температура смешения – 80°С.

Время смешения, необходимое для равномерного распределения компонентов в смеси зависит от конкретного состава смеси. В нашем случае среднее время смешения составляло ~ 30 минут.

Режим смешения контролировали с помощью записи температуры и величины крутящего момента, начиная от времени начала смешения. На плотограмме в момент полной диспергации ингредиентов смеси наблюдается скачок изменения величины крутящего момента, что и послужило контрольной точкой для определения эффективности смешения связующего каучука и интумесцентной смеси.

Полученную таким образом композицию пропускали через лабораторные вальцы и определяли физико-механические характеристики с использованием разрывной машины. Испытания проводили на разрывной машине марки RMI-5, толщина образцов – $1,0 \pm 0,2$ мм, использовали вырубной нож типа А, скорость машины 500 мм/мин, температура испытания 23°С.

Аутогезию композиции оценивали визуально по качеству слипания слоев при намотке (слои не должны расслаиваться).

Испытание экспериментальных образцов ленты на огнестойкость осуществляли в соответствии со специальной методикой, согласованной с потребителем. Огнестойкость ленты оценивали по времени достижения температуры образца 195°С под прямым воздействием пламени в

Таблица 3. Физико-механические характеристики, аутогезия и огнестойкость образцов самослипающейся защитной ленты

Полимерная основа композиции	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Остаточное удлинение при разрыве, %	Аутогезия	Огнестойкость, мин.
Бутилкаучук	0,37	1600	300	слабая	7
Хлорированный полиэтилен	2,93	223	13	слабая	7,40

заданном диапазоне температур 1062–1100°C. Результаты испытаний композиций на огнестойкость и физико-механические характеристики образцов представлены в таблице 3.

По результатам экспериментов (таблица 3) можно сделать вывод, что композиция на основе хлорированного полиэтилена обладает лучшими физико-механическими свойствами, чем композиция на основе бутилкаучука, при этом огнестойкость сохраняется на уровне требований,

установленных заказчиком.

Таким образом, для проведения дальнейших работ по совершенствованию состава композиции для огнестойкой самослипающейся ленты предпочтение в качестве полимерной основы отдано хлорированному полиэтилену по сравнению с бутилкаучуком. Недостатком обеих композиций является довольно слабая аутогезия, поэтому поиск более совершенной эластичной самослипающейся матрицы будет продолжен.

Литература:

1. Антонов А.В., Решетников И.С., Халтуринский Н.А. Горение коксообразующих полимерных систем // Успехи химии. — 1999, № 7 — С. 633–667.
2. Олейников К.В., Троценко П.А., Мацицкая А.В., Зыбина О.А., Мнацаканов С.С. Основные компоненты огнезащитных вспучивающихся материалов и их роль в образовании защитных пенококсовых слоев // Химическая промышленность. — 2008. — Т. 85, № 1 — С. 49–52.

Обзор методов количественного определения алкалоидсодержащих лекарственных препаратов

Лизунова Галина Михайловна, кандидат химических наук, доцент;

Ямбулатова Екатерина Владимировна, магистрант

Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского

Введение

С развитием фармацевтической науки и производства ежегодно появляются 30–40 новых лекарственных препаратов. В настоящее время в мире зарегистрировано более 10 000 лекарственных веществ [1,2]. В связи с этим все более актуальна проблема их идентификации и определения в различных лекарственных формах, так как на рынок фармпрепаратов, к сожалению, попадают целые партии фальсифицированных, просроченных, некондиционных препаратов, далеких от требований Государственной Фармакопеи (ГФ) [3].

Одним из важных показателей качества лекарственного средства является соответствие требованиям ГФ по содержанию основного компонента. Для идентификации и количественного анализа фармпрепаратов привлекаются самые разнообразные методы, как классические, так и

современные. Это физические, химических, физико-химических и биологические методы. Так как наша работа связана в основном с алкалоидсодержащими препаратами, необходимо было оценить современное состояние аналитической химии в области их определения. С этой целью рассмотрены и критически оценены литературные данные по вопросу нашего исследования.

Методы определения

Среди методов количественного определения лекарственных средств в фармацевтическом анализе используют химические методы, в основном это классические, основанные на гравиметрии и титриметрии [4], однако, как правило, им предшествуют трудоемкие операции пробоподготовки. Часто они требуют разделения, концентрирования, высушивания и т.д. Более чувствительны и

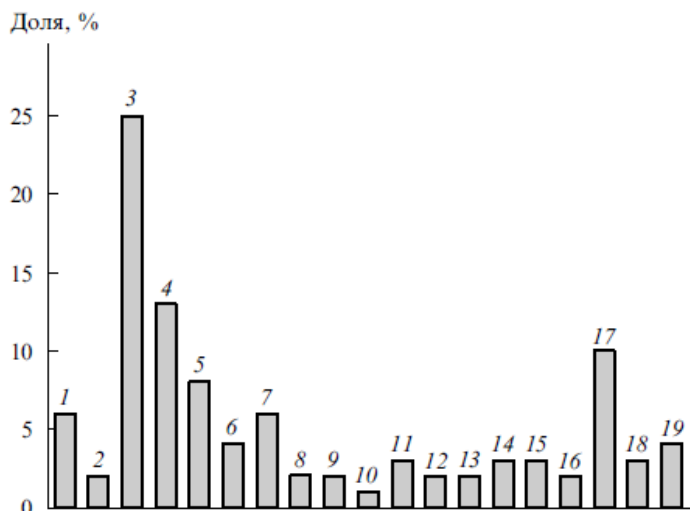


Рис. 1. Распространенность (в %) различных инструментальных методов количественного определения лекарственных веществ (по публикациям 2003–2013гг.). 1 – капиллярный электрофорез (6 %); 2 – биоанализ (2 %); 3 – ВЭЖХ (25 %); 4 – жидкостная хроматография (13 %); 5 – жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (8 %); 6 – газовая хроматография (4 %); 7 – другие хроматографические методы (6 %); 8 – масс-спектрометрия (2 %); 9 – иммуноанализ и радиоиммуноанализ (2 %); 10 – ИК-спектроскопия и спектроскопия КР (1 %); 11 – вольтамперометрия (3 %); 12 – инверсионная вольтамперометрия (2 %); 13 – ионометрия (2 %); 14 – другие электрохимические методы (3 %); 15 – флуориметрия (3 %); 16 – ЯМР (2 %); 17 – спектрофотометрия и фотоколориметрия (10 %); 18 – проточно-инжекторный анализ (3 %); 19 – другие методы количественного анализа (4 %).

специфичны физико-химические методы. Методики, используемые в фармацевтическом анализе, должны быть чувствительными, специфическими, избирательными, быстрыми и пригодными для экспресс-анализа. Остановимся на некоторых из них.

Гравиметрический метод основан на взвешивании осажденного вещества в виде малорастворимого соединения или отгонки органических растворителей после извлечения лекарственного вещества. Этот метод чаще всего рекомендуется ГФ, например, при определении солей хинина [5]. Метод точен, но длителен, так как предусматривает такие операции, как фильтрование, промывание, высушивание (или прокаливание) до постоянной массы.

Широкое распространение получили титриметрические методы анализа, они позволяют использовать разнообразные химические реакции и определять вещества, учитывая их свойства и строение. Метод достаточно экспрессен и позволяет оценивать содержание с большой степенью точности, как правило не нуждается в сложном оснащении и может использоваться как в лабораториях, так и, при необходимости, в аптеках. Так в учебной литературе приводятся сведения по определению солей алкалоидов. Например, папаверин гидрохлорид количественно определяют методом неводного титрования или методом нейтрализации в спиртовой среде (индикатор фенолфталеин). В методе неводного титрования для увеличения степени ионизации используют уксусную кислоту, при-

меняя в качестве титранта 0,1н HClO_4 в присутствии индикатора кристаллического фиолетового [4].

Применение инструментальных методов значительно расширяет возможности определения фармпрепаратов.

Очень интересно было рассмотреть и оценить вклад отдельных методов в фармацевтическом анализе. По данным оригинальных статей журналов, специализирующихся в области анализа и контроля лекарственных веществ (ЛВ), можно с уверенностью сказать, что «лидирующую» позицию в определении занимают хроматографические методы анализа (более 1500 публикаций за 10 лет). Они составляют более 50 % от всех методик определения лекарственных веществ, описанных в литературе, причем 45 % из них приходится на ВЭЖХ, 23 % – на жидкостную хроматографию, 14 % – на жидкостную хроматографию с масс-спектрометрическим детектированием, 7 % – на газовую хроматографию и 11 % на остальные хроматографические методы. Это хорошо видно на диаграмме [6].

Остановимся подробнее на отдельных хроматографических методах.

Авторами Костенниковой З.П. и Темаковой Л.Ф. предложен метод ТСХ для обнаружения алкалоидсодержащих препаратов. В основе метода заложена способность азотсодержащих соединений образовывать комплексы с ионами металлов (используют йодоплатинат калия) и органическими акцепторами (применяют смеси растворителей: бензол – ацетон – эфир – водный аммиак; хлоро-

форм — диэтиламин и др.). ТСХ позволяет идентифицировать алкалоиды, как в чистом виде, так и в смесях [7].

Газовая хроматография дает возможность одновременного определения компонентов лекарственной смеси. Например, в работе Завражной Т.Л. и Кулешовой М.И. показана возможность определения папаверина и этилморфина в смеси. Относительные ошибки определений при этом составляют для папаверина 0,45–0,7 %, а для этилморфина около 1 % при определении миллиграммовых количеств [8].

Второе место по количеству публикаций занимают фотометрические и спектрофотометрические методы анализа

Спектрофотометрический метод в анализе ЛВ это одновременно один из самых простых и достаточно точных методов. Метод предполагает использование органических реагентов, дающих контрастные цветные реакции с различными веществами, что позволяет определять некоторые фармацевтические препараты по их реакции с органическими красителями. Известно достаточно большое количество методик определения лекарственных средств на основе алкалоидов с применением различных реагентов, как органических, так и неорганических [9–13].

Для определения дибазола, димедрола, папаверина широко описано экстракционно-фотометрическое определение, основанное на образовании ионных ассоциатов алкалоидов с азокрасителями. Разработаны методики определения этих фармпрепаратов как в простых, так и сложных лекарственных формах. Например, в работе Карибьянц М.А., Мажитова М.В., Рыжковой А.В. и Бисеновой А.Б. показана возможность определения дротаверина по реакции с феноловым красным в диапазоне концентраций дротаверина от 0,5 мг/мл до 2,5 мг/мл методом градуировочного графика. Наиболее оптимальной кислотностью среды является $\text{pH}=9$ [9]. Илларионовой Е.А. с соавторами описана методика определения дротаверина в субстанции с использованием дихромата калия в качестве образца сравнения. Оптимальная длина волны 353 нм, при относительной погрешности определения 0,28 %, $\text{Sg}=0,004$. К достоинствам данной методики можно отнести ее экологичность и хорошую воспроизводимость [10].

В работе Мирзаевой Х.А. и сотрудников показана перспективность использования поверхностно активного вещества ОП-7 в качестве стабилизатора малорастворимого ассоциата димедрола { $(\text{MoO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})_2 \cdot 2\text{DM}^+$ } для его безэкстракционного спектрофотометрического определения в лекарственных препаратах. Разработанная методика определения димедрола, отличается чувствительностью, простотой техники выполнения эксперимента и нетоксичностью используемых реагентов [14].

Кроме того, в другой работе Мирзаевой Х.А. описан экстракционно-фотометрический метод, основанный на взаимодействии димедрола и папаверина с сульфано. Способ включает их экстракцию из анализируемой пробы в присутствии цветореагента в виде комплекса с кислотным азокрасителем и фотометрирование получен-

ного ионного ассоциата. Экстракцию осуществляют при объемном соотношении бутанол: проба, равном 1:1, а фотометрирование осуществляют при $\text{pH} 5$ для димедрола и при $\text{pH} 4$ для папаверина в области поглощения с максимумом при 580 нм. Способ позволяет определять исследуемые алкалоиды без их выделения из смеси ингредиентов, входящих в состав лекарственных форм. Метод отличается достаточной точностью ($\text{Sg}=0,004$), чувствительностью, воспроизводимостью и быстротой выполнения анализа [15].

В работах Тираспольской С.Г. с сотрудниками и Щербякова А.А. с сотрудниками достаточно подробно исследованы условия образования ассоциатов димедрола с такими азокрасителями, как кислотный хром темно-синий, люмогаллион, метиловый оранжевый, сульфанафтолазорзорцин, хромоген черный ЕТ-ОО. Изучены спектральные характеристики и состав образующихся ассоциатов Подобраны оптимальные значения pH и необходимые для экстракции растворители. [12,13]. В работе Сидоровой Е.Ф. показано, что ионные ассоциаты формируются с анионными красителями и лучше экстрагируются в кислой среде. В качестве экстрагента чаще всего используется хлороформ. Для определения димедрола в сложных лекарственных смесях предложена методика, основанная на образовании ионного ассоциата с кислотным хром тено-синим. Как следует из результатов эксперимента, определению не мешают присутствие гидрохлорида эфедрина, теофиллина, борной кислоты, анальгина, фенобарбитала и веществ, применяемых в качестве наполнителей таблеток: глюкозы, фосфата и карбоната кальция, крахмала, желатина, лимонной и винной кислоты, гидрокарбоната натрия и др. [11].

Стоит более подробно остановиться на электрохимических методах анализа лекарственных веществ. По количеству публикаций они занимают третье место, после хроматографических и оптических методов, причем около 20 % работ посвящено потенциометрическому определению ЛВ. Равновесные электрохимические методы анализа ЛВ, в том числе прямая потенциметрия (ионометрия) и потенциометрическое титрование, чрезвычайно удобны, просты и доступны для определения тех ЛВ, которые можно перевести в соответствующую ионную форму. Они, как правило, сочетают в себе достаточную селективность и точность определения, которую можно значительно повысить даже при прямом определении. Электрохимические методы отличаются простотой, экспрессностью, а так же возможностью автоматизации, что особенно важно на производстве. Кроме того, потенциометрические датчики способны функционировать в режиме проточного анализа и их достаточно легко миниатюризировать для использования в качестве микроэлектродов [6]. Авторами Бобрешиной О.В., Паршиной А.В. и Пожидаевой Ю.В. разработана потенциометрическая мультисенсорная система для экспрессного совместного определения пиридоксина гидрохлорида и никотиновой кислоты в водных растворах. Сенсоры, аналитическим сигналом которых является по-

тенциал Доннана, использованы в мультисенсорной системе в качестве перекрестно чувствительных. В растворах, содержащих оба компонента с концентрациями от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ М, относительная погрешность определения не превышала 10 % [16]. В работе Назарова С.В., Андрончика К.А. и Егорова В.В. исследована возможность потенциометрического определения баклофена в форме аниона и в форме катиона. Получены основные аналитические характеристики катион-селективного электрода, обратимого к баклофену. Предложена потенциометрическая методика определения баклофена в таблетках, отличающаяся экспрессностью и не требующая трудоемкой пробоподготовки [17].

В плане усовершенствования способов определения лекарственных веществ среди электрохимических методов весьма перспективна потенциометрия с ионоселективными электродами (ИСЭ). За последнее десятилетие опубликовано довольно много статей по созданию и применению ИСЭ в фармацевтическом анализе для определения различных фармпрепаратов: папаверин, дибазол, фенкарал, амброксол, бромгексин, дротаверин, метоклопрамид, мидантан и др. [6, 18, 19] В работах продемонстрированы возможности определения перечисленных физиологически активных аминов в лекарственных формах в вариантах прямой потенциометрии и потенциометрического титрования водными растворами тетрафенилбората натрия.

Описан также и опробован на модельных растворах и лекарственных формах метод потенциометрического осадительного титрования с использованием ИСЭ. Титрантом для определения катионов ЛВ служит тетрафенилборат натрия, пригодный как для определения индивидуальных ЛВ [20], так и многокомпонентных смесей [21]. Разработан мембранный электрод для определения дротаверина гидрохлорида и предложены в вариантах методы прямой потенциометрии и потенциометрического осадительного титрования. Разработанный ИСЭ обратимо реагирует на изменение концентрации потенциалопределяющего иона в интервале $5 \cdot 10^{-2}$ – $7,9 \cdot 10^{-6}$ М, имеет предел обнаружения $(4,3 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$ М и наклон электродной функции 58 ± 2 мВ/рС. Харитоновым С.В. и Зарембо В.И. предложена методика потенциометрического определения дротаверина гидрохлорида в таблетках и растворах для инъекций $C_{min} = (4,3 \pm 0,2) \cdot 10^{-6}$ М, $Sr = 0,003$. [22]. Кроме того, описаны ИСЭ для количественного определения антигистаминных препаратов супрастина и фенкарала методами прямой потенциометрии и потенциометрического осадительного титрования. $C_{min} = 1 \times 10^{-5}$ М [18].

Представляет интерес осадительное потенциометрическое титрование с применением проточно-инжекционного варианта. Предложена проточно-инжекционная ячейка для определения эфедрина методом потенциометрического титрования с использованием в качестве индикаторного ионоселективного электрода с тетрафенилборатом тетрапентиламмония, растворенным в о-нитрофенилпен-

тиловом эфире. Определение эфедрина проводят в отдельном канале ячейки, в котором располагается ИСЭ. Электрод можно использовать для определения при рН от 2,5 до 11,5; наклон электродной функции составляет 56,4 мВ/рС, предел обнаружения – $3,8 \cdot 10^{-7}$ моль/л [23].

Для количественного определения ЛВ также успешно используют вольтамперометрические методы анализа. Они являются наиболее удобными для анализа сложных систем, ибо дают возможность определять интересующий нас компонент, не выделяя его из смеси других ингредиентов, если они не восстанавливаются и не окисляются при том же потенциале. Окраска растворов или осадок не мешают определению исследуемого компонента, что выгодно отличает вольтамперометрический метод от оптических. Так авторами Зиятдиновой Г.К., Самигуллиным А.И., Будниковым Г.К. предложена методика прямого определения папаверина и дротаверина в лекарственных формах. Показано, что производные изохинолина (папаверин и дротаверин) окисляются на графитовом электроде на фоне 0.1 М серной кислоты, образуя на вольтамперограммах волны при 1.1 В для папаверина и 1.05, и 1.28 В для дротаверина. Оценены нижние границы определяемых содержаний и диапазоны линейной зависимости тока от концентрации папаверина и дротаверина. Проведено определение микрограммовых количеств папаверина и дротаверина в модельных растворах (Sr 0.01–0.04). [24] Однако, при всех достоинствах, недостатком метода является работа с дорогостоящим оборудованием, что подчас делает труднодоступным их использование.

Многие лекарственные препараты используют в виде гидрохлоридов или гидробромидов, причем во многих случаях соотношение основа:гидрохлорид имеет строго определенную стехиометрию. Поэтому возможно косвенное их определение по содержанию галогенидов различными методами. Так Зиятдиновой Г.К., Самигуллиным А.И., Абдуллиной С.Г. и Будниковым Г.К. описаны способы определения папаверина гидрохлорида и дротаверина гидрохлорида методом кулонометрического титрования с биаперометрической индикацией конечной точки. Установлены стехиометрические коэффициенты реакций папаверина и дротаверина с электрогенерированным хлором. Предполагается возможным определение микрограммовых количеств препаратов в субстанции и лекарственных формах с величиной Sr 0,01–0,03 [25].

Выводы

Итак, нами рассмотрены многочисленные публикации по методам определения алкалоидсодержащих фармпрепаратов, как в «чистом виде» или модельных растворах, так и в конкретных лекарственных формах, в том числе и в сложных смесях, содержащих многие сопутствующие компоненты (наполнители, красители, стабилизаторы и др.).

Критически оценивая эти литературные данные можно сделать вывод, что наиболее широко в настоящее время представлены работы по хроматографическим методам во

всех разнообразных проявлениях (газовая, жидкостная, тонкослойная, ВЭЖХ, хромато-масспектрометрия). Методы достаточно чувствительны, точны и селективны. Однако, безусловно требуется дорогостоящая аппаратура, пробоподготовка и дефицитные реагенты или сорбенты.

Достаточно большое место занимают оптические методы. Это и колориметрия, фотометрия, спектрофотометрия и экстракционно-фотометрические методы. Как правило, они основаны на уже ранее известных реакциях и реактивах. Методики чувствительны, достаточно точны, однако, как и оптические методы в целом недостаточно селективны. Кроме того они мало применимы для анализа сложных многокомпонентных фармацевтических средств.

Из электрохимических методов наиболее широко описана потенциометрия. Особое внимание уделяется работе с ионоселективными электродами. Здесь имеют место и прямые методы (ионметрия) и потенциометрическое титрование. Причем последнее в большинстве своем основано на реакциях осаждения или образования ионных ассоциатов. Эти методы достаточно чувствительны, селективны и точны, как правило, не требуют предварительного разделения, концентрирования или выделения основного компонента.

С нашей точки зрения, методы потенциометрического титрования очень перспективны. Их стоит изучать и развивать. Этой проблеме и посвящено наше исследование.

Литература:

1. Лекарственные препараты в России. Справочник Видаль. АстраФармСервис, Москва, 2012.
2. Фармацевтический вестник, (22), 2012.
3. Чупраева Н.В., Максимкина Е.А. Управление качеством процессов выявления фальсифицированных лекарственных средств // Фармация. — 2010. — № 7. — с. 20–23.
4. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия: Учебник для фармацевтических институтов и фармацевтических факультетов. — М.: Высшая школа. — 768 с.
5. Государственная Фармокопея, 2005.
6. Харитонов С.В. Ионоселективные электроды для определения лекарственных веществ. // Успехи химии. — 2007. Т. 76, № 4, с. 398–432.
7. Костенникова З.П. Темакова Л.Ф. Использование комплексообразования в ТСХ при анализе настоек, содержащих алкалоиды. РЖ. Химия. — 1981. — № 40298.
8. Завражная Т.Л., Кулешова М.И. Газохроматометрическое определение лекарственной смеси, содержащей папаверина гидрохлорид и этилморфина гидрохлорид // Фармация. — 1982. — № 4, с. 32.
9. Карибьнц М.А., Мажитова М.В., Рыжкова А.В., Бисенова А.Б. Определение дротаверина по реакции с феноловым красным // Естественные науки. — 2010. — № 3 (32), с. 161–166.
10. Илларионова Е.А., Сыроватский И.П., Иноземцев П.П. Новый вариант спектрофотометрического определения дротаверина // Сибирский медицинский журнал. — 2011. — № 5, с. 75–77.
11. Сидорова Е.Ф., Курымов Г.И. Применение кислотного хром темно-синего для экстракционно-фотометрического определения папаверина гидрохлорида и димедрола. // Фармация. — 1975. — № 1, с. 46–50.
12. Тираспольская С.Г., Назарова Л.Е., Скибина В.В. Экстракционно-фотометрическое определение димедрола в присутствии норсульфазола и сульфадимезина. // Фармация. — 1984. — № 1, с. 67–69.
13. Щерябякова А.А., Жебентяев А.И. Сравнительное экстракционно-фотометрическое исследование ассоциатов димедрола с азокрасителями. // Фармация. — 1997. — № 3. с. 46–50.
14. Мирзаева Х.А., Бюрниева У.Г., Рамазанов А.Ш., Кимпаева М.М. Спектрофотометрическое определение димедрола с использованием его ионного ассоциата. // Фармация. — 2012. — № 4. с. 18–20.
15. Мирзаева Х.А., Ахмедова М.С., Рамазанов А.Ш., Ахмедов С.А. Экстракционно-фотометрическое определение димедрола и папаверина в лекарственных формах. // ЖАХ. — 2004. — Т.4, № 3, с. 245–249.
16. Бобрешова О.В., Паршина А.В., Пожидаева Ю.В. Потенциометрические перекрестно-чувствительные Пд-сенсоры для совместного определения никотиновой кислоты и пиридоксина гидрохлорида в водных растворах. // ЖАХ. — 2013. — Т.68, № 4, с. 348.
17. Назаров В.А., Андрончик К.А., Егоров В.В., Беляев С.А., Юркштович Т.П. Количественное определение баклофена в таблетках с помощью ионоселективных электродов. // Химико-фармацевтический журнал. — 2011. — Т.45, № 6, с. 50–52.
18. Харитонов С.В., Зарембо В.И. Мембранные ионоселективные электроды для количественного определения супрастина и фенкарола. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. — 2006. — Т. 49, № 1, С. 28–31.
19. Астапович Р.И., Егоров В.В., Высоцкий Д.Л., Тельманова М.О., Назаров М.А. Ионоселективные электроды для определения некоторых физиологических активных аминов и их применение в анализе. // Заводская лаборатория. — 2010. — Т.76, № 1, с. 22–27.
20. M.N. Abbas, G.A. Mostafa, A.M. A.Homoda. Talanta, 53, 425 (2000).

21. Егоров В.В., Репин В.А. ЖАХ, 50 463 (1995).
22. Харитонов С.В., Зарембо В.И. Ионоселективные электроды для количественного анализа лекарственных форм препарата но-шпа. // Химико-фармацевтический журнал. — 2008. — Т. 42, № 5, С. 46–49.
23. M.N.M.P.Alcada, J.L. F.C.Lima, M.C. B.S. M. Montenegro. J.Pharm.Biomed.Anal., 13? 459 (1995).
24. Зиятдинова Г.К., Самигуллин А.И., Будников Г.К. Вольтамперометрическое определение папаверина и дротаверина. // ЖАХ. — 2007. — Т.62, № 8, с. 858–861.
25. Зиятдинова Г.К., Самигуллин А.И., Абдуллина С.Г., Будников Г.К. Количественное определение производных бензихинолина методом кулонометрического титрования. // Химико-фармацевтический журнал. — 2008. — Т.42, № 2, с. 47–50.

Исследование депрессорных присадок к дизельным топливам, полученных на основе гетероциклических эфиров полиметакриловых кислот

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук, доцент;

Султонов Голиб Нематович, магистр;

Атауллаев Шерзод Набуллаевич, кандидат технических наук;

Фармонов Хумоюн Фарходович, магистр

Бухарский инженерно-технический институт высоких технологий (Узбекистан)

Мавлонов Бобохон Арашович, кандидат химических наук, доцент

Бухарский государственный университет (Узбекистан)

Садуллаев Шухратжон Асадиллоевич

Бухарский инженерно-технический институт высоких технологий (Узбекистан)

Развитие топливно-энергетического комплекса любого государства определяется ежегодным ростом потребности в дизельных и моторных топливах. На протяжении долгого времени для улучшения низкотемпературных свойств судовых и котельных топлив, в их состав вводили дизельные топлива. Наиболее экономически выгодным способом улучшения низкотемпературных свойств топлив является применение депрессорных присадок. Улучшение эксплуатационных и экологических свойств высококачественных дизельных топлив невозможно без добавки присадок различного функционального назначения, таких как депрессорные, антиокислительные, противоизносные, диспергирующие и др. Создание научных основ разработки технологии получения и применения дизельных топлив с депрессорными присадками является целью данной работы. Для этой цели был поставлен ряд практических, технологических и научных задач. Для изучения взаимного влияния различных присадок в дизельном топливе были исследованы пакеты присадок, содержащие противоизносные, депрессорные и цетаноповышающие свойства.

Известно, что из всех вышеперечисленных присадок, депрессорные присадки, являются самыми распространенными. Добавка их в дизельные топлива позволяет не только повысить температуру конца кипения топлив, увеличив тем самым отбор от потенциала, но и сократить содержание в них керосина.

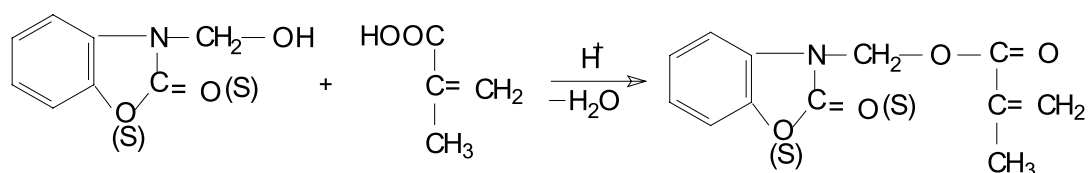
Эффективность депрессорных присадок, также как и противоизносных, основана на поверхностно-адсорбционном механизме их действия, при этом может существ-

ствовать неизбежность конкурентного взаимодействия поверхностно — активных соединений присадок с металлом поверхностей трения при их одновременном присутствии в топливе. Часть поверхностно-активных веществ депрессорной присадки может сорбироваться на трущихся поверхностях, препятствуя взаимодействию противоизносной присадки и металла [1,2].

О действии депрессорной присадки говорит изменение толщины граничной пленки в ходе испытаний дизельного топлива, содержащего только противоизносную присадку, и топлива, содержащего депрессорную и противоизносную присадки одновременно. Достижение максимального значения толщины граничной пленки на трущихся поверхностях происходило быстрее в топливе, содержащем только противоизносную присадку, чем в топливе, содержащем вместе депрессорную и противоизносную присадки. Это могло быть результатом того, что адсорбированные соединения депрессорной присадки образовали граничные слои, препятствовавшие адсорбции противоизносной присадки.

Нами синтезированы полиметакрилатные депрессорные присадки на основе гетероциклических соединений таких как, бензоксазолон (БОО), бензтиазолон (БТО), бензоксазолтион (БОТ), бензтиазолтион (БТТ).

Гетероциклические эфиры метакриловых кислот (ГЭМАК) синтезированы путем взаимодействия метакриловых кислот с гидроксиметилпроизводными азот-, кислород- и серосодержащими гетероциклическими соединениями в присутствии катализатора серной кислоты в среде толуола при температуре 60–80°C [3].



Для проведения этерификации и смещения равновесной реакции в сторону образования сложного эфира, удаляли воду кипячением реакционной среды с добавлением водоувлажняющего агента-толуола. Процесс этерификации из-за высокой активности образующегося ГЭМАК сопровождается полимеризацией, что снижает выход целевого продукта.

Добавлением 1,0% гидрохинона в реакционную среду выход мономерного продукта можно увеличить на 15–20%.

Все синтезированные мономеры, идентифицированные жидкостной хроматографией, представляют собой бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые во многих органических растворителях.

Состав и строение ГЭМАК установлены по данным элементного анализа, а также методами УФ-, ИК-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопии и масс-спектрометрии. В ИК-спектре ГЭМАК имеются полосы поглощения при 1745–1800 см⁻¹, относящиеся к колебаниям карбонильной группы бензоксазолиновых и метакриловых радикалов; в области 1640 см⁻¹, соответствующие характерной частоте поглощения С=С связи; 1600–1620 см⁻¹ – валентным колебаниям двойных связей С=С бензольного кольца; 1250–1300 см⁻¹ – валентным колебаниям связи – N-C-; 1350–1450 см⁻¹ – деформационным колебаниям С-Н связи при sp³-гибридизации.

В ИК-спектрах сложноэфирной группы поглощение наблюдается в области 1000–1200 см⁻¹, что соответствует деформационным и валентным колебаниям связи С-О. Деформационные колебания связи С-Н в непредельной группе – в области 950–1000 см⁻¹; характерные колебания конденсированного кольца бензоксазолинона в области 680–860 см⁻¹.

УФ-спектры ГЭМАК характеризуются максимумом поглощения в области 273–275 нм. В спектрах ПМР гетероциклические эфиры метакриловых кислот (ГЭМАК) наблюдаются сигналы при 7,20–7,50 м.д. соответствующих протонов ароматического кольца; 5,71 и 6,12 м.д. – метиленовой группе двойной связи; 6,00 м.д. – протонов – N-CH₂-O-группы; а также метакриловых производных имеются сигналы при 1,91 м.д., относящиеся к протонам CH₃-группы.

Синтезированные ГЭМАК полимеризовали по свободно радикальному механизму в среде полярных органических растворителей. Состав и структура полученных гомополимеров подтвержден данными элементного анализа и УФ-, ИК-, ПМР-спектрами.

Процесс производства полиметакрилатных присадок (ПМКП) состоит из двух основных стадий: этерификации метакриловой кислоты с гидроксиметилпроизводными

гетероциклических соединений. В качестве гидроксиметил производных используют гидроксиметилбензоксазолон, гид-роксиметилбензоксазолтиона, гидроксиметилбензтиазолон, гидроксиметил-бензтиазолтина, метакриловую кислоту, растворитель, серную кислоту (как катализатор), водный раствор аммиака, пероксид бензоила (инициатор), масло-разбавитель. Процесс получения полиметакрилатов осуществляется следующим путём: в аппарат – этерификатор 1 по порциям поступают гидроксиметилпроизводные гетероциклических соединений, метакриловая кислота, растворитель, серная кислота. Процесс этерификации ведется при атмосферном давлении, нагреве и непрерывном перемешивании. Водяные пары, образующиеся в процессе реакции, удаляются из аппарата 1 вместе с парами растворителя и поступают через холодильник 2 в водоотделитель 3. Степень превращения исходного сырья в метакрилат составляет 95–97%. Технологическая схема этого процесса приведена на рисунке 2.

Продукт, содержащий смесь метакрилатов, непрореагировавшие компоненты сырья, катализатор и растворитель, непрерывно подают в нейтрализатор 4 для нейтрализации водным раствором аммиака. Смесь нейтрального продукта и промывных вод самотеком поступает в фильтр-сепаратора 5 для отделения от промывных вод, дополнительной промывки мономера. Очищенный продукт собирается в сушилке 7, а промывные воды поступают в емкость 6 для дальнейшей утилизации. Нейтральные метакрилаты служат исходным сырьем для второй основной стадии синтеза – полимеризации.

Реакция полимеризации метакрилатов осуществляется непрерывно в аппарате 11 в присутствии инициатора – перекиси бензоила и растворителя. Образующий полимер попадает в осадитель 18 из реакционной смеси с помощью изопропанола, затем фильтруется в фильтраторе 19 и подвергается сушке до постоянного веса. Затем полученная депрессорная присадка непрерывно стекает в смеситель 12, куда загружается дизельное топливо в количестве, обеспечивающим получение 60–70%-ных полимер-концентратов в топливе – товарных присадок.

Исследовано влияние природы синтезированных депрессорных присадок на температуру застывания дизельного топлива Dts 989:20 01. Видно, что ПБОО понижает температуру застывания дизельного топлива на 14°C, ПБОТ на 16°C, ПБТО на 17°C, ПБТТ на 19°C соответственно. Оценка депрессорной активности ГЭМАК показало, что она повышается с увеличением полярных групп в гетероциклическом соединении [4–5].

Для исследования депрессорных свойств синтезированных гетероциклических эфиров полиметакриловых

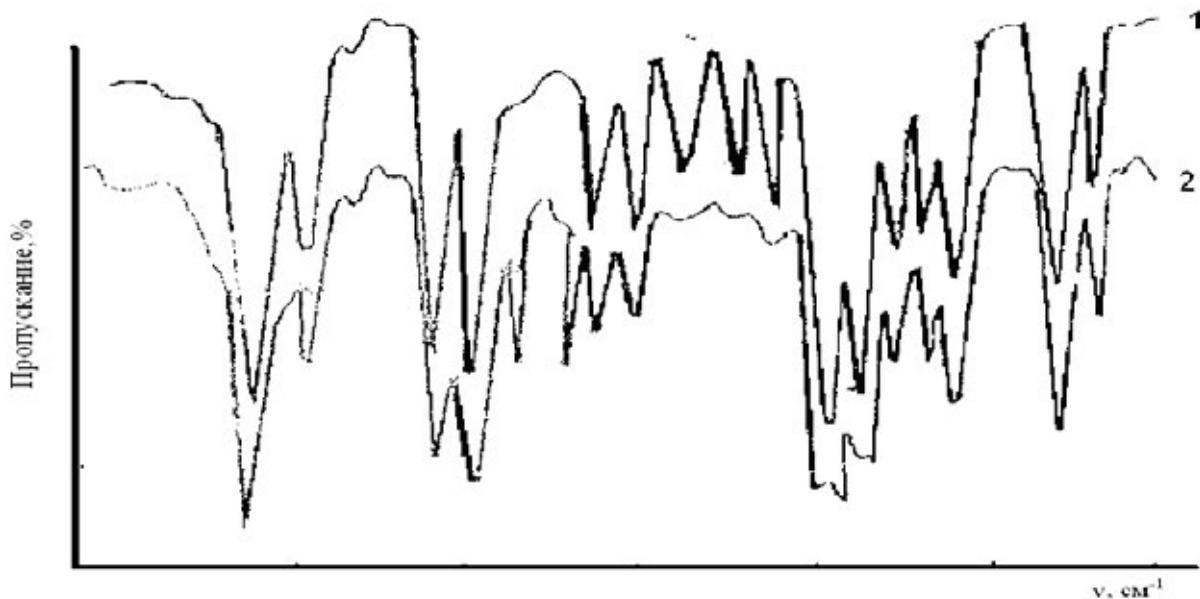


Рис. 1. ИК-спектры поглощения бензоксазотионилметилетиленового эфира акриловой кислоты (1) и бензоксазотионилметилетиленового эфира метакриловой кислоты (2)

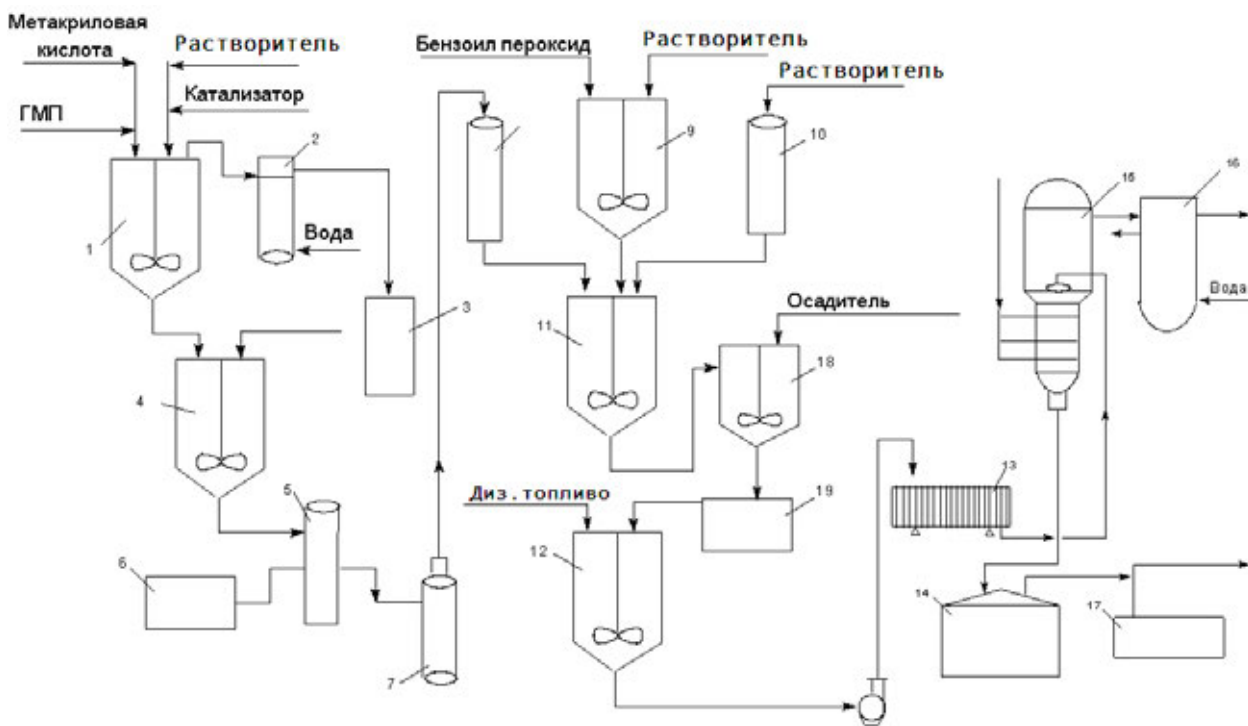


Рис. 2. Технологическая схема производства полиметакрилатных присадок ПГЭМАК: 1, 11 - аппараты с мешалками; 2, 16 - холодильники; 3 - водоотделитель; 4 - нейтрализатор; 5 - сепаратор; 6, 14, 17- емкости; 7 - монжус; 8, 10 - дозаторы; 9, 12 - смесители; 13 - фильтр; 15 - пленочный испаритель.

кислот (ГЭПМАК) изучены физико–механические свойства дизельного топлива Бухарского нефтеперерабатывающего завода (табл 1).

Видно, что физико-химические и механические свойства дизельных топлив полностью отвечают требованиям стандарта и имеют улучшенные низкотемпературные ха-

рактеристики, таких как температура застывания и температура помутнения. [6].

Таким образом, полиметакрилатные депрессорные присадки, при введении в малых количествах (0,1–1,0%), приводят к существенному снижению температуры застывания и улучшению текучести при низких температурах.

Таблица 1. Физико-механические свойства дизельного топлива в присутствии ГЭПМАК

Наименование показателей	Dts 989: 2001	ПБ00	ПБ0Т	ПБТО	ПБТТ
Цетановое число	45	53	55	56	58
Фракционный состав:					
50 % перегоняется при температуре не выше °С	280	259	258	256	255
96 % перегоняется при температуре °С	360	355	354	356	356
Кинематическая вязкость при 20 °С: κВ мм/с (сСТ)	3,0–6,0	4,6	4,3	4,2	4,0
Температура застывания °С, не выше	-10	-24	-26	-27	-29
Температура помутнения °С, не выше, для умеренной климатической зоны	-5,0	-8	-10	-12	-13
Массовая доля серы в топливе: % не более	0,2	0,13	0,14	0,16	0,32
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствует				
Концентрация фактических смол: мг на 100 см ³ топлива не более	40	34	29	28	27
Кислотность: мг, КОН на 100 см ³ топлива не более	5,0	отсутствует			
Йодное число: г йода на 100 г топлива не более	6,0	4,2	4,0	3,8	3,6
Зольность, % не более	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Коксуемость: 10 %-ный остаток не более	0,02	0,016	0,014	0,012	0,010
Коэффициент фильтруемости не более	3,0	2,1	1,7	1,5	1,4
Содержание механических примесей не более	отсутствует				
Содержание воды, % (масс.)					
Плотность при 20 °С: кг/м ³ , не более	860	841	836	831	827

Литература:

1. Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. М.: Химия, 1990. – 237 с.
2. Яриев О.М. Синтез, свойства полимеров и сополимеров на основе акриловых мономеров, содержащих гетероциклические группы. //Автореф. дисс... докт.хим.наук. Ташкент, 1991. – 50 с.
3. С.Ф. Фозилов, О.Б. Ахмедова, Ш.Б. Мавлонов, Ш.М. Сайдахмедов, Б.Н. Хамидов. Синтез и исследование свойств депрессорных присадок на основе гетероциклических эфиров полиметакриловых кислот. *Узбекский журнал нефти и газа*. – Т.: 2010. – № 4, – с. 41–42.
4. Фозилов С.Ф, Мавлонов Б.А, Махмудов М.Ж. Депрессорные свойства привитого сополимера линейного полиэтилена с метиловым эфиром метакриловой кислоты. *Поколение будущего: Взгляд молодых ученых* Материалы Международной молодежной научной конференции Курск, 2012. с. 216–217.
5. Фозилов С.Ф. Сайдахмедов Ш.М, Мавлонов. Б.А, Хамидов Б.Н, Получение привитых сополимеров на основе низкомолекулярного полиэтилена и гипана и их применение в качестве депрессорных присадок для дизельных топлив. *Химия и химическая технология научно-технический журнал*. 2012. № 3. С. 46–49.
6. Фозилов С.Ф. Атауллаев Ш.Н, Бахромов Х. Синтез многофункциональных полимеров на основе низкомолекулярного полиэтилена и частично гидролизованного полиакрилонитрила и изучение их депрессорных свойств. *Молодой ученый ежемесячный научный журнал* 2012. № 12, [47]. Том 1, Москва, 2012. с. 153–155.

ЭКОЛОГИЯ

Особенности природно-климатических условий бассейна реки Мзымта для целей рекреационной деятельности

Дрожжина Кристина Валерьевна, бухгалтер
ООО «НИЛ Диагностика»

Река Мзымта — самая крупная из рек Главного Кавказского хребта — берет свое начало из небольшого озера на южном склоне Главного Кавказского хребта, на высоте 2440 м и впадает в Черное море в Адлерском районе Сочи.

Длина реки 89,7 км, средневзвешенный уклон 21,8%, площадь водосбора 885 км², средняя высота бассейна 1309 м, средневзвешенный уклон водосбора 430%, густота речной сети 1,48 км/км². Скорость течения реки изменяется от 0,4–1,2 м/с (на плесах) до 2–3 м/с, преобладающая 1,8 м/с.

Основными притоками являются реки Ачипсе — 16,5 км и приток ее Лаура — 14,5 км, Пслух — 15 км, Чвижепсе — 19,0 км, Кепша — 9,8 км, Тихая — 9,5 км, остальные притоки незначительны. Все перечисленные крупные притоки впадают в Мзымту с правого берега и только Тихая впадает с левого берега на тринадцатом километре от истока.

Русло реки извилистое, слабоветвистое, берегами служат уступы террас глубиной до 10 м. Долина в верховьях реки V-образная. Крутизна склонов 30–35°, местами увеличивается до 40–50°. На всем протяжении склоны сильно рассечены глубокими балками и долинами небольших притоков. Дно русла скалистое с валунами. В среднем и нижнем течении — галечниковое или галечно-валунное.

При выходе на Адлерскую низменность р. Мзымта течет по широкой, хорошо разработанной долине типа долин равнинных рек, где уклоны составляют 0,004–0,0055. Колебания уровней реки Мзымта довольно значительные. Годовая амплитуда колебания уровня достигает 2,32 м, по мере приближения реки к устью амплитуда колебания несколько уменьшается и в Адлере не превышает 2,23 м.

Река Мзымта является горной рекой с паводочным режимом стока. Питание реки осуществляется за счет осадков выпадающих на территорию водосбора и ледников Главного Кавказского Хребта. В равнинной части возрастает роль дождевого и грунтового питания. Для этой реки

характерно хорошо выраженное половодье в теплый период года, частые осенние паводки и устойчивая зимняя межень. Всего в бассейне р. Мзымта находится три ледника общей площадью 2,58 км², что составляет 0,32% от общей площади бассейна реки.

В весеннее время в питании реки принимают участие воды образованные за счет процессов снеготаяния в верхней части водосбора. В этот период проходит до 42–50% объема годового стока реки. Амплитуда колебаний уровня, по данным наблюдений поста Казачий Брод (15 км от устья), наивысшая 277 см в 1977 г., средняя 203 см, наименьшая 134 см в 1986 г. Летний период характеризуется таянием ледников и в этот период проходит до 30% годового стока. В осенний период проходит до 15–17% годового стока.

Продолжительность паводка зависит от интенсивности и продолжительности дождей, выпадающих на территорию бассейна реки. При прохождении паводков рекой транспортируется значительное количество влекомых и взвешенных наносов. Количество наносов задается условиями их поступления с водосборов.

Сток взвешенных наносов находится в прямой зависимости от стока воды: чем больше расход воды, тем больше сток наносов и наоборот. Среднегодовой сток взвешенных наносов 488,2 тыс. тонн и влекомых наносов 141 тыс. тонн. В гранулометрическом составе донных наносов преобладают фракции от 30 до 60 мм (60%).

Любые хозяйственные мероприятия, влияющие на естественную гидравлику потока или ограничивающие подвижность аллювия, способны нарушить это естественное равновесие, что отразилось на сокращении конуса выноса реки Мзымта и на приближении каньона Мзымтинский к генеральной береговой линии моря. В последние годы выборка гальки и песка из русла р. Мзымты для строительных целей достигла беспрецедентных масштабов. Для того, чтобы восполнить эти потери твердым стоком реки требуется 10–15 лет. По причине дефицита наносов фактически прекратился их сток в береговую зону.

В пределах исследуемого района находятся территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника (КГПБЗ) с его естественными охраняемыми ландшафтами, участки рекреационного использования Сочинского национального парка и курорта Красная Поляна [1]. Красная Поляна и верховья долины р. Мзымта с момента объявления г. Сочи столицей Зимних Олимпийских Игр 2014 г. стали объектами особого внимания международной общественности [2]. В этой связи в последние годы облик района под воздействием интенсивного строительства значительно изменился. С каждым годом происходит освоение новых площадей, и уже сейчас строительство и эксплуатация сооружений ведутся на склонах в нивальном поясе гор на высотах 1000—2500 м [3].

Интенсивность рекреационной деятельности в высокогорье оказывает существенное влияние на природные комплексы в бассейне р. Мзымта и приводит к изменению экологического состояния территории и активизации разрушительных процессов [4].

На территории Западного Кавказа современный этап хозяйственного освоения характеризуется ориентацией на развитие горно-рекреационной и туристической деятельности. В настоящее время на Западном Кавказе можно выделить несколько крупных горно-рекреационных центров. Среди них известные с советского периода рекреационные центры: Теберда, Домбай, Архыз и Приэльбрусье. Наиболее интенсивным современным развитием характеризуются новые центры горной рекреации: Красная Поляна и Лагонаки. Основой для формирования и развития горно-рекреационных центров на Западном Кавказе помимо исторических предпосылок являются благоприятные нивально-гляциальные условия региона [5].

Основные рекреационные ресурсы горных районов: рельеф, климатические условия, растительность и животный мир. Важную роль играют природные условия в сочетании с физиологическим состоянием рекреантов. Близость Черного моря, всего в 45 км от рекреационных центров в районе Красной Поляны, усиливает рекреационную привлекательность этой территории. Природные условия гор особенно благоприятны для развития зимнего и летнего туризма, в частности, горно-спортивной направленности. В то же время рекреационные ресурсы исследуемой территории сезонно зависимы и определяются погодными условиями и связанными с ними явлениями. Каждому сезону присущ свой набор видов рекреационной деятельности. Для бассейна р. Мзымта это горнолыжный спорт зимой и ранней весной, альпинизм и пешеходный туризм — летом. Для развития зимней рекреации огромное значение имеет снежность зим и развитие стихийно-разрушительных процессов, таких, как снежные лавины и обвалы, интенсивные снегопады и метели [6].

Рекреационным ресурсом горнолыжного туризма являются горные склоны с их морфологическими и морфометрическими показателями, такими, как абсолютная высота, форма продольного профиля, уклон, длина, пла-

новые очертания и др. Южный макросклон Западного Кавказа характеризуется разнообразием форм рельефа разной расчлененности, что благоприятно для спортивной рекреации и во многом определяется крутизной склонов, предназначенных, как для летних видов рекреации, так и для зимних.

Сочетание сложного горного рельефа и растительных сообществ с уникальным видовым составом обеспечивают эстетическую привлекательность ландшафтов. В высокогорных территориях региона это сочетание дает зрительное усиление расчлененности рельефа и привлекают мягкостью красок и освещенности.

Сочетание климатических показателей с абсолютной высотой местности положено в основу биоклиматической характеристики условий, определяющих комфортность жизни человека и рекреационной пригодности территории. Наиболее комфортны для рекреации летние условия, при которых средняя температура воздуха +22°C, давление 980 мб, преобладают безветренные погоды, относительная влажность не превышает 50%. В соответствии с рассчитанными значениями биоклиматического индекса по данным метеостанций в бассейне р. Мзымта среднее его значение составляет 7,28, что выше средних значений индекса по существующим рекреационным районам мира. Внутригодовое распределение значений биоклиматического индекса на территории долины р. Мзымта неравномерно. Максимальные его значения приходятся на летние месяцы. При этом период максимальных значений зависит от высотного положения — чем выше, тем менее комфортно. Однако, в условиях жаркого и влажного лета на Черноморском побережье наиболее комфортно пребывание рекреантов в горах на абсолютных высотах 1000—1500 м.

Нивально-гляциальные системы Западного Кавказа, их свойства, структура, функционирование, компактность, устойчивость при заданном тепловом балансе во многом определяют специфику важнейших компонентов горно-рекреационного, включающего подъемники, станции канатных дорог и «лыжные поля». При этом развитие летних видов рекреации, таких как горно-пешеходный, созерцательный туризм, альпинизм и другие, определяется потенциалом рекреационных функций рельефа, растительности и климата. Недоучет опасных стихийно-разрушительных процессов при проектировании горно-рекреационного центра может привести к экономическим потерям и экологическому ущербу из-за несовершенства технических систем и деградации природной и антропогенной среды [7].

Развитие горно-рекреационного центра в бассейне р. Мзымта началось в конце XIX в. и в течение 80 лет рекреационная деятельность носила преимущественно стихийный характер. Лишь в 1960-х гг. были построены первые турбазы, развивающие летний пешеходный и созерцательный туризм.

Переход страны на принципы рыночной экономики в 1991 г. дал новый толчок развитию рекреации на Западном Кавказе. В 1990-х гг. были построены канатные дороги на

северных склонах хребта Аибга и ряд горнолыжных трасс. Федеральная целевая программа развития города-курорта Сочи на период до 2014 г. [8], принятая Правительством РФ после определения г. Сочи столицей зимних Олимпийских игр [9], предусматривает дальнейшее развитие рекреации в бассейне р. Мзымта и превращение района Красной Поляны в круглогодичный курорт комплексного назначения. Современный этап рекреационного освоения бассейна р. Мзымта характеризуется значительным воздействием человека на природную среду, что приводит к активизации склоновых процессов [10].

Сочетание красивого моря, величественных гор, щедрой южной природы — излюбленное место отдыха туристов. Любители спокойного отдыха, часто встречаются семьи с детьми приезжают сюда на отдых. Теплое море, свежий морской воздух, целебные минеральные источники, лечебные грязи — все это неотъемлемая часть бассейна реки Мзымта. Это место с развитой инфраструктурой хозяйства, с функлерами и подъемниками, с его

субтропическим влажным климатом, теплым, ласковым морем, Мацестискими сульфидными и минеральными водами привлекают ежегодно сотни тысяч отдыхающих. На склонах Большого Кавказа воздух напоен ароматами хвои: ель, пихта, сосна растут здесь рядом с буком, грабом, орехом. Климат здесь является сильнейшим лечебным фактором. Целебным считается чистейший горный воздух, необыкновенно полезные морские купания, воздушные и солнечные ванны (таллассотерапия). С древних времен слагались легенды о могучей лечебной силе знаменитых сероводородных мацестинских источников, не имеющих мировых аналогов. Благодаря идеальному сочетанию воздействия на организм естественных и искусственных физических лечебных факторов, курортная терапия является одним из важнейших направлений. В последние годы особенно популярным становятся эти места. У кого-то здесь бизнес. Сегодня туристы приезжают посмотреть на строительство олимпийских объектов.

Литература:

1. Распоряжение Минприроды России №10-р от 28.04.2010 г. «Методология реабилитации переселяемых растений, животных, подвергшихся опасности непосредственного негативного воздействия в горной и равнинной части территории проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи».
2. Гудкова Н.К., Оноприенко Н.Г. Создание туристско-спортивного горноклиматического комплекса «Красная Поляна». «Экология и промышленность России», январь 2007, стр. 30–34.
3. Вивчар А.Н. Снежный покров о положение орографической снеговой линии в долине реки Мзымта (Западный Кавказ) в условиях современных климатических изменений. «Криосфера Земли», 2010, т. XIV, №4, с. 80–88.
4. Правила землепользования и застройки муниципального образования город-курорт Сочи. Сочи, 2009.
5. Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биogeография. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001.
6. Ефремов Ю.В., Чернявский А.С., Николайчук А.В., Шуляков Д.Ю. Селевые процессы на Западном и Северо-Западном Кавказе. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22–29 сентября 2008 г. с. 147–150.
7. Трихунков Я.И. Морфоструктура и опасные геоморфологические процессы Северо-Западного Кавказа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. М. — 2009.
8. Постановление Правительства РФ от 29.12.2007 №991 «О программе строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта».
9. Федеральный закон от 01.12.2007 №310-ФЗ «Об организации и о проведении XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи, развитии города Сочи как горноклиматического курорта и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
10. Отчет №1 о влиянии игр. МГУ, М. — 2010.

Особенности геоморфологического строения территории бассейна реки Мзымта в целях рекреационной деятельности

Дрожжина Кристина Валерьевна, бухгалтер
ООО «НИЛ Диагностика»

Отличительной особенностью геоморфологического строения территории бассейна реки Мзымта является сильная пересеченность поверхности. Исследуемая территория расчленена сетью рек и ручьев, в большинстве случаев имеющих самостоятельные бассейны.

Рельеф состоит из ряда постепенно возвышающихся горных складок. На территории выделяются высокогорные хребты Аибга, Псахакко и Ачишхо с отметками выше 2000 м [1].

Типы рельефа, определяющие дифференциацию ландшафтов данного района: высокогорный, среднегорный, предгорный (низкогорный и полого-холмистый), рельеф приморских равнин. Типы ландшафтов на данной территории определяются в основном вертикальной зональностью и характером рельефа.

На территории хорошо выражена вертикальная поясность, заметная в распределении типов леса:

Пояс широколиственных лесов занимает предгорья до

1000–1200 м над уровнем моря. В его состав входят дубовые, каштановые, грабовые и буковые леса.

Пояс темнохвойных пихтовых лесов расположен в пределах 1000–2000 м над уровнем моря.

Выше 2000 м их сменяют буковое редколесье с примесью березы и клена горного, образуя верхнюю границу леса.

Выше лесных сообществ расположены субальпийские и альпийские луга, переходящие местами в субнивальный и нивальный пояса.

Вертикальное зонирование выполнено по критериям таблицы 1.

Рельеф среднегорья выработан на меловых и юрских отложениях, собранных в сложно построенное, складчатое сооружение. Горные хребты здесь тянутся с юго-востока на северо-запад, постепенно снижаясь в направлении абсолютных высот 1300–600 м. От них на юго-запад ответвляется ряд более низких хребтов 2-го

Таблица 1. Природно-ландшафтные условия районов отдыха в горной местности

Природные зоны горно-приморских рекреационных районов	Высота над уровнем моря	Площадь зоны (в% к общей площади районов, в среднем)	Рекреационные ресурсы и доминирующие факторы, определяющие планировочную организацию районов	Предлагаемые формы отдыха, туризма, курортного лечения
1. Прибрежно-равнинная зона	До 100	10–15	Морская акватория, благоприятный температурно-ветровой и радиационный режим, запасы лечебной грязи, источник минеральных вод, исторические достопримечательности.	Климато- и бальнеолечение, морские купания, воздушные и солнечные ванны, водный автотуризм, экскурсии.
2. Предгорная зона	100–500	30–35	Лес, озера и водоемы, водопады, отдельные скалы, реликтовые рощи, пещеры, исторические достопримечательности, термальные и углекислые источники минеральных вод, благоприятный температурно-ветровой и радиационный режим	Прогулки по лесу и гористой местности, купание в озерах и водоемах, сбор грибов и ягод, воздушные и солнечные ванны, экскурсии и походы, спелеолечение, спелеотуризм, бальнео- и климатолечение, автотуризм
3. Горная зона В том числе: А) горно-лесная подзона Б) высокогорная подзона	500–2000	50–60	Лес, горные вершины, скалы, ледники, водопады, пещеры, горные озера, горно-лыжные склоны, минеральные источники, благоприятный температурно-ветровой и радиационный режим	Горно-лыжный спорт, лыжный спорт, спортивное ориентирование, горный туризм, альпинизм, спелеотуризм, воздушные ванны, климато- и бальнеолечение.

порядка, разделённых речными долинами. Хребты имеют плоские и гребневидные вершины, склоны хребтов и их отрогов крутые (до 30–35°), плотно-задернованные, с многочисленными скальными обрывами [2].

Долины имеют трапециевидный поперечный профиль с шириной днища до 1,5 км, с крутыми, часто обрывистыми склонами, резко переходящими к водораздельным площадкам.

Более мелкие реки и балки имеют каньонообразное или V-образное сечение и ступенчатый продольный профиль. На склонах долин рек развит террасовый рельеф в виде нисходящей лестницы различной ширины и протяженности речных террас, на поверхности которых во многих случаях охранялся аккумулятивный покров. Глубина эрозионного расчленения превышает здесь 400–500 м. Другими ландшафтными формами «первичного» рельефа являются склоны эрозионного и абразионного происхождения, сильно переработанные делювиальными и делювиально-провилюальными процессами сноса и накопления.

Переходы склонов к речным террасам часто смягчаются мощными делювиально-провилюальными шлейфами или обвально-осыпными накоплениями, мощность которых достигает ста метров. Определённое своеобразие в ландшафтную характеристику среднегорья вносят карстовые явления, широко распространённые на площади развития верхнеюрских и верхнемеловых отложений. Наиболее зрелые формы карста прослеживаются на водоразделах и приводораздельных участках склонов.

Ландшафт низкогогорья представлен цепью простирающихся в «общекавказском» направлении горных хребтов и гряд, максимальная высота которых достигает 400–500 м, а глубина эрозионного расчленения — 200–300 м. В исследуемом регионе он распространён в междуречье Кудепста — Псоу. Рельеф низкогогорья выработан преимущественно на верхнемеловом и нижнемеловом субстрате [3].

Речные долины имеют широкие днища (до 1 км), выложенные склоны, на которых отмечается до 7 четвертичных террас, превышение которых под урезом воды достигает 100–110 м. Выше по склонам встречаются эрозионные останцы более древних по возрасту внутри долинных уровней.

В области развития карбонатных пород рельеф низкогогорья имеет более контрастные очертания. Для речных долин здесь характерны трапециевидные поперечные сечения, более крутые, местами обрывистые склоны, а для оврагов и балок — V-образное сечение.

Вдоль берега моря на многих участках отчётливо прослеживается лестница четвертичных морских террас (до 105–110 м), а также более древних по возрасту террасированных уровней, достигающих высот 350–450 м.

Береговая линия Чёрного моря вдоль полосы развития низкогогорья вытянута параллельно основному направлению горных хребтов, характеризуется прямолинейностью очертаний, нарушаемых мало контрастными изгибами к западу. Для района низкогогорья характерны

оползневые, обвально-осыпные и сейсмогенные ландшафтные формы.

Оползни приурочены, преимущественно, к крутым участкам склонов, а также прослеживаются на склонах долин рек. Размеры оползневых форм в плане разнообразны: от десятков метров до 1 км.

Полого-холмистый рельеф развит в восточной, Нижнешиловской и западной — Кудепстинской части исследуемой территории, характерной для междуречья Мамайки — Псоу. Данные участки исследуемого района сложены преимущественно олигоценными отложениями, собранными в сравнительно пологие складки. Для района весьма характерны оползневые ландшафтные формы [4]. Оползни на склонах долин рек и водораздельных пространствах также развиты довольно широко. Современные оползни здесь имеют значительно большее распространение и достигают в длину несколько сотен метров. Карстовые формы в районе отмечаются в поле развития меловых отложений гор Ахштырь.

Ландшафт низких приморских равнин расположен между устьями рек Кудепста — Псоу. Представлен он почти плоской поверхностью новочерноморской террасы и дельтовыми выступами сливающийся с ней первой надпойменной террасы и пойменных террас. Общая ширина террасы колеблется от 0,2–0,5 до 5–6 км.

Поверхность равнины приподнята над морем в среднем на 2–4 м, участками всего на 1,5–2,0 м, значительные её площади заболочены. Пологий рельеф этой территории расчленён реками, пересекающими её в субмеридиональном направлении. Долины рек имеют корытообразную форму, плоские днища шириной до 2 км (реки Мзымта, Псоу), пологие склоны, расчленённые широкими балками.

Вдоль берега моря протягиваются аккумулятивные галечные пляжи шириной до 80 м в устье р. Псоу.

Уникальное географическое положение западной части Кавказа (на стыке умеренного и субтропического климатических поясов), горный рельеф, близость моря — определили своеобразие природных комплексов территории. Средние температуры этой провинции изменяются от 4°С до – 10°С зимой и от 25°С до 6°С летом, понижаясь с высотой. Чёрное море оказывает на климат существенное влияние. На юго-западные склоны циклоны средиземноморского фронта приносят более 2500 мм осадков (метеостанция Ачишхо), приближая их к наиболее влажным ландшафтам в РФ. Снеговая линия в связи со значительной влажностью климата ниже в западной части Кавказа в целом на 200–300 м, а на южном склоне она ниже, чем на северном на 100–200 м, проходя на высоте 2730–3000 м. На южных склонах западного Кавказа часты экстремальные явления — сели, снежные лавины, которые образуются почти ежегодно. В отдельные годы, в среднем один раз в 20–25 лет, сходят катастрофические снежные лавины. В высокогорье лежат ледники.

Горный рельеф обуславливает большое разнообразие микроклиматических условий. Различные соче-

тания температур воздуха и скорости ветра создают как благоприятные условия для проживания человека (высокие температуры при скорости ветра 1–3 м/сек.) — открытые преобладающим ветрам склоны, особенно их верхние участки, привершинные поверхности, так и неблагоприятные (высокие температуры при скоростях ветра менее 1 м/сек. и более 3 м/сек.) — самые низкие участки долин, подветренные склоны, открытые участки

вдоль прибрежных хребтов.

На исследуемой территории очень ярко выявляется зависимость гидроклиматических и биогенных компонентов от рельефа, отчетливо прослеживается влияние геологического строения на другие компоненты природы: сток, почвы, растительность. Для гор Кавказа характерна высотная поясность, весьма существенно изменяющаяся от западных окраин к восточным.

Литература:

1. Агатова А.Р., Владимиров В.Г., Высоцкий Е.М., Куйбида Я.В., Куйбида М.Л., Кармышева И.В. Тектоническая, структурная и климатическая обусловленность оползневых явлений в долине р. Мзымта (Северный Кавказ). Геоморфология. 2010. №4. С. 139.
2. Канонникова Е.О. Воздействие лавин на ландшафты Северо-Западного Кавказа. ГОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь. С. 6.
3. Гвоздецкий Н.А. Физическая геоморфология Кавказа. — Вып. 1. — М.: Наука, 1957. — 296 с.
4. Зарва А.В. Учет природной обстановки при борьбе с оползнями в районе Сочи //Тр. Всесоюзн. НИИ гидрогеол. и инженерн. геолог. М.,1974. Вып. 78. с. 49–54.

О некоторых экологических проблемах рекреационного освоения бассейна реки Мзымта и прилегающих территорий

Дрожжина Кристина Валерьевна, бухгалтер
ООО «НИЛ Диагностика»

Горно-рекреационный центр «Красная Поляна» представляет собой сложный технический комплекс в горах, оборудованный сетью транспортных и инженерных коммуникаций и состоящий из зданий и сооружений различного назначения. Поэтому проблема гармоничного сочетания искусственных и естественных элементов природной среды и степень воздействия на нее в результате рекреационного освоения приобретают особую остроту.

Западный Кавказ входит в список всемирного природного наследия ЮНЕСКО, что обусловлено особой уникальностью флоры и фауны региона. В соответствии с мониторингом экологической угрозы ЮНЕСКО сотрудники Кавказского Государственного Природного Биосферного Заповедника (КГПБЗ) проводят специальные исследования, которые в течение последних 3 лет отметили изменение коэффициента угрозы с 0 до 35 пунктов из 100 возможных. Исследования специалистов по охране окружающей среды подтверждают наметившуюся тенденцию. Так, мониторинг состояния атмосферного воздуха показал, что до 2004 г. практически по всем параметрам содержание загрязнителей в атмосфере в Кавказском заповеднике было меньше, чем в других фоновых территориях мира. С 2008 г. ситуация осложнилась проведением большого комплекса строительных работ в долине р. Мзымта. из-за увеличения содержания пылевых частиц в атмосфере в несколько раз. Для горных территорий это ведет

к увеличению запыленности поверхности снежного покрова, снежников и ледников и к усилению их таяния, что в сочетании с климатическими изменениями усилит деградацию оледенения и отразится на лавинной и селевой деятельности. Сокращение сроков залегания снежного покрова в связи с увеличением его таяния и под влиянием климатических изменений отражается на продолжительности периода горнолыжного катания.

Наблюдения подтверждают, что основной экологической проблемой, требующей немедленного решения, является защита растительного и животного мира в бассейне р. Мзымта и на сопредельных территориях от строительного стресса. Реликтовые колхидские леса первой категории имеют важные водоохранные и почвозащитные функции. В них запрещены рубки и вывоз древесины [1]. Строительство горнолыжных трасс и канатных дорог на залесенных склонах сопряжены с массовой вырубкой леса, что усиливает процессы вытаптывания, уплотнения, иссушения почвы и нарушение ее структуры. Результатом этого является смыв почвы и линейная эрозия, что приводит к деградации насаждений и ухудшению их санитарного и эстетического состояния.

Вырубка лесов на склонах гор в связи со строительством горнолыжных трасс ведет к активизации стихийно-разрушительных процессов — снежных лавин, оползней, селей и обвалов, что отмечено на склонах хребта Аибга в

комплексах «Роза-Хутор» и «Горная карусель». Однако в полной мере последствия уничтожения леса пока не проявились в связи с понижением снежности в последние годы [2]. В дальнейшем это, несомненно, будет способствовать увеличению лавинной опасности на горнолыжных трассах.

Горнолыжное использование склонов хребта Аибга приводит к уплотнению снежного покрова и, соответственно, к увеличению его теплопроводности. Вследствие этого ослаблены теплоизолирующие свойства снежного покрова и увеличивается промерзание грунтов, что способствует усилению термоэрозионных и русловых процессов, солифлюкции, отрыву дернины и течению грунтов. Рывины и мелкие промоины уже сформировались на горнолыжных склонах комплексов «Альпика-сервис» и «Лаура». Еще большее влияние на процессы промерзания оказывает искусственный снег, который используется на участках активного горнолыжного катания. В ходе исследования отмечены два вида воздействия искусственного снега на грунты: в зимний период предохраняет грунт от промерзания и уменьшает воздухообмен с почвой, в летний — в связи с длительностью залегания увеличивает роль нивальных процессов и сроки промерзания грунтов, препятствует развитию травостоя.

Результаты исследования природных и антропогенных комплексов бассейна реки Мзымта показывают, что проблема освоения рассматриваемой территории является актуальной как для развития сферы туризма, так и охраны окружающей природной среды. Территория, отличаясь рекреационной привлекательностью, относится к уязвимым экосистемам, на благополучие которых оказывают воздействие как антропогенные, так и природные факторы.

Река Мзымта в совокупности Черным морем и горными ландшафтами могут быть эталоном сохранившейся первозданной природной среды. Здесь представлены все поясы гор, многочисленные горные реки, ручьи, озер, многообразная флора и фауна.

В геоморфологическом плане территория сильно пересеченная. Река Мзымт имеет собственный бассейн. Рельеф горный с вершинами до 3200 м над уровнем моря Аибга, Псеашхо и Ачишхо. Комплекс ландшафтно-климатических условий, рельефа отвечают требованиям развития здесь зимой горнолыжного спорта, а летом — горного и морского туризма.

Вместе с тем, целостность природных комплексов может быть нарушена неконтролируемым антропогенным воздействием, которое кроме того остается источником загрязнения прибрежных экосистем с перспективой их деградации.

На рассматриваемой территории происходит комплексное воздействие нескольких видов антропогенеза, ведущими из которых являются коммунально-промышленное строительство, сельское хозяйство, автотранспорт, лечебно-рекреационный и селитебный комплексы. Селитебный комплекс сконцентрирован вдоль узкой береговой

полосы в дельте и долине реки. Здесь доминируют частные дома и предприятия туристско-гостиничного назначения с отсутствием систем бытовых коммуникаций [3].

На рассматриваемой территории выражены все проявления известных опасных природных процессов. Для гор — снежные лавины, оползни, осыпи, проявления карста, эрозионные, делювиальные процессы. Наибольшее распространение имеют оползни, характерные для всего горного рельефа Большого Кавказа. Они распространены на морском побережье и склонах гор, оказывают рельефообразующее действие на район. В наибольшей степени процессы влияют на средне- и низкогорные участки, наиболее заселенные, а следовательно — и подверженные антропогенному воздействию. По степени уязвимости выделяются склоны с крутизной более 15–30 градусов которые доминируют на данной территории.

По мере возрастания инвестиционной привлекательности территории и освоения новых участков, селитебный техногенез будет возрастать. Освоение горных ландшафтов уже сейчас требует сложных инженерно-геологических разработок и экологических экспертиз, следовательно — значительных капиталовложений. Особо уязвимы к антропогенному воздействию горные территории и прибрежные зоны водоемов, где сложно учесть взаимосвязанные экзогенные, эндогенные и гидрологические природные процессы. Сложность состоит в прогнозировании предотвращения ответных реакций природного комплекса на антропогенное вмешательство. Воздействие природных и антропогенных процессов на исследуемой территории нельзя оценивать как однозначно отрицательное или положительное.

Анализ данных, полученных в результате исследования природных и антропогенных комплексов бассейна реки Мзымта показывает, что основным антропогенным фактором, влияющим на возникновение и развитие оползневых процессов, является искусственная подрезка склонов в процессе строительства. Оползни часто провоцируются антропогенным воздействием — вырубкой лесов и кустарников на склонах, взрывными работами, распахиванием склонов, чрезмерным поливом садов, забором инертного материала для нужд хозяйственной деятельности, перекрытие мест выхода подземных вод строительство жилья и т.п. Оползни также провоцируются и критическим состоянием водопроводных и канализационных сетей сел и поселков, санаториев, пансионатов, турбаз, поскольку постоянно сочащаяся вода подмывает склоны. Оползни представляют значительную опасность и при активном освоении территории, из-за вероятности причинения большого вреда инфраструктуре района: деформации участков автомобильных и железных дорог, разрушения различных сооружений и коммуникаций, вывод из севооборота сельхозугодий, перенос и расширение загрязнения и т.д.

Негативными аспектами воздействия оползней на инфраструктуру является деформация зданий, сооружений, транспортных и инженерных коммуникаций, располо-

женных на поверхности. В наибольшей степени подвержены разрушению объекты, расположенные на стыках разно подвижных оползневых блоков и на бортовых, головных и языковых частях оползней. При том, что активность оползней ежегодно изменяется, колеблясь от 30 до 65–70%, пораженность склонов остается постоянной — около 63%. На территории Сочи наиболее опасные оползневые участки находятся в долине реки Мзымта (кордон Кепша и в районах устья реки Чвижепсе, сел Кукерду, Молдовка, Высокое), Псоу (села Черешня и Нижняя Шилловка) Головинка, Якорная Щель и т.д.

В результате воздействия оползня возникает два вида ущерба — экономический и экологический. Особо пристального внимания они требуют в регионах рекреационного назначения, поскольку экономическая эффективность от деятельности по предоставлению рекреационных услуг напрямую зависит от состояния природной среды на анализируемой территории. В большинстве случаев борьба с гравитационными явлениями в исследуемом районе направлена на закрепление существующих оползней противооползневыми сооружениями, а также предупреждение их возникновения и активизации. Однако эти меры малоэффективны, поскольку недостаточно изучены факторы активизации оползней и не проработана конструктивно обоснованная методика выбора противооползневых мероприятий, во многом зависящих от особенностей и типа смещений каждого оползня.

Кроме того, попытки стабилизации отдельных оползневых участков мало эффективны, поскольку деформируются сами противооползневые сооружения. Следовательно экономический эффект от противооползневых мероприятий низок, что связано с неиспользованием современных эффективных технологий, а применяемые не обеспечивают ожидаемого результата. Роль их сдерживания выполняет лес.

На исследуемой территории лес является одним из основных ресурсообразующих факторов, от биоразнообразия которого зависят рекреационная привлекательность и ценность территории. Наиболее активное антропогенное воздействие на лесную систему региона оказывает промышленная вырубка и расчистка территорий под строительство объектов жилого, хозяйственного, спортивного, рекреационного назначения. При этом вырубки многолетней растительности и уничтожение почвенно-растительного слоя резко активизируют процессы, провоцирующие оползни — срыв, эрозию, осыпи. Отдельно стоит отметить активное несанкционированное изъятие лесоматериала. Активная застройка и урбанизационный подход значительно снизят рекреационную ценность исследуемой территории и отрицательно скажутся на экосистеме всего региона.

При оценке вероятного экологического ущерба следует учитывать региональные особенности негативного антропогенного воздействия на состояние различных природных ресурсов и объектов. Проведение эколого-эконо-

мической оценки ущерба окружающей природной среде заключается в определении фактических и возможных материальных и финансовых потерь и убытков от изменения в результате антропогенного воздействия качественных и количественных параметров окружающей природной среды в целом и ее отдельных эколого-ресурсных компонентов.

Осваивая данную территорию прогнозировать всеми доступными способами величину и соотношение разных видов ущерба, следует учитывать их зависимость от таких факторов, как плотность населения, степень урбанизации, подготовленность населения к стихийным бедствиям, характер и используемые технологии объектов народного хозяйства. Рассчитывая экономический ущерб, наносимый оползнями, следует учитывать как прямое, так и косвенное воздействие поражающих факторов.

Расчет обычно представлен двумя видами затрат: 1) на предупреждение произошедшего оползневого процесса и 2) стоимости воздействия сложившейся чрезвычайной ситуации на данный регион. Последние формируются из комплекса затрат на ликвидацию последствий, компенсацию убытков, затраты на восстановление окружающей природной среды и объектов хозяйственного назначения, упущенной прибыли из-за потери или порчи объектов хозяйственной деятельности и т.д. При этом следует учитывать взаимосвязь данных типов затрат — при увеличении затрат первого типа снижаются затраты второго типа и наоборот. Рассматривая природно-рекреационные территории, последние два реципиента необходимо объединить в один, поскольку они в равной степени заняты в санаторно-курортной и туристской сфере деятельности.

Воздействие на природные ресурсы носит натуральный характер и может выражаться в оттоке клиентов из-за уменьшения количества и качества биоресурсов территориальных, транспортных ресурсов, ухудшения эстетических показателей и т.д. Следовательно, соответствующий экономический ущерб объектов хозяйственной деятельности может выразиться в потере доходов из-за оттока клиентов.

Представляется, что лучший способ защиты природного потенциала при освоении бассейна реки Мзымта заключается в расчете ущерба, предусматривающем и затраты на компенсацию на или возведение жилья и помещений населению, проживающему на данной территории, переселение в безопасные районы и т.д. Это позволяет адекватно оценивать последствия возможные последствия хозяйственной деятельности, учитывая особенности рельефа территории, количество и масштабы жилых объектов или объектов экономического хозяйствования, ее насыщенности биоресурсами и т.д. Полученные показатели могут значительно снизить необдуманную экономическую и хозяйственную активность, влекущую за собой возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в результате антропогенного воздействия.

Литература:

1. Шевченко Д.А. Экологические проблемы Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Сборник материалов всероссийской конференции «Экологические проблемы регионов России и способы их решения». 19–20 апреля 2012 года, СПб. С. 28.
2. Канонникова Е.О. Воздействие лавин на ландшафты Северо-Западного Кавказа. ГОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь. С. 6.
3. Правила землепользования и застройки муниципального образования город-курорт Сочи. Сочи, 2009.

Анализ эколого-экономических аспектов взаимодействия участников инновационной деятельности

Киселёва Светлана Петровна, кандидат экономических наук, доцент;
Шевченко Марина Олеговна, соискатель, доцент
Государственный университет управления (г. Москва)

В статье рассматривается классификация участников, вовлечённых в инновационную деятельность; приводится схема взаимоотношений участников инновационной деятельности в ходе обеспечения её экологической безопасности, проводится анализ интересов участников сферы обеспечения экологической безопасности инновационной деятельности, а также предлагаются рычаги управления этими интересами.

Ключевые слова: экологическая безопасность, инновационная деятельность, конфликты, интересы, управление.

И нновационная деятельность, активно осуществляемая в нашей стране в интересах её устойчивого развития, вовлекает в свою орбиту множество различных сторон, участников. Представляется крайне важным проанализировать взаимодействие всевозможных участников инновационного развития.

В ходе социально-экономического развития нашей страны (в силу экспортно-сырьевого характера её экономики [6]) имманентным является применение критерия экологической безопасности (ЭБ). Не подлежит сомнению высокорисковый характер инновационной деятельности (ИД), который порождает неопределённость социо-эколого-экономических последствий для российского общества [5]. Вследствие этого обеспечение экологической безопасности инновационной деятельности (ЭБ ИД) предстаёт одной из ключевых научно-практических задач при инновационном преобразовании национальной экономики.

Необходимо иметь в виду, что масштаб неопределённости реализации инновационной идеи зависит от масштаба рассогласования инновационной идеи со средой её рождения и средой её реализации на всех этапах жизненного цикла инновации. Риск появляется на стадии зарождения инновационной идеи и сопровождается инновационный процесс на всех этапах жизненного цикла инновации. Эти неопределённости порождают социо-эколого-экономические конфликты, именно они и определяют ИД как высокорисковую [3].

Выделим виды социо-эколого-экономических конфликтов, сопутствующих инновационной деятельности [3]:

4. Социо-эколого-экономические конфликты производителя инновации (имея в виду всех участников инновационного процесса) с окружающей средой (ОС) на этапах жизненного цикла инновации.

5. Социо-эколого-экономические конфликты потребителя инновации с окружающей средой в процессе ее использования и утилизации.

6. Социо-эколого-экономические конфликты между обществом и государством в процессе реализации и развития инновационной идеи.

В ходе развития инновационных процессов их участники вступают во взаимодействие при реализации различных этапов жизненного цикла инновации. Следует отметить разносторонние интересы различных участников инновационной деятельности по вопросам обеспечения ЭБ инновационных процессов. В первую очередь обозначим круг участников этой сферы.

Всех участников сферы обеспечения ЭБ ИД можно объединить в следующие группы:

1. «участники ИД»;
2. «участники сферы обеспечения ЭБ»;
3. «участники сферы обеспечения ЭБ ИД»;
4. «внешние стороны (участники)».

К *первой группе* можно отнести следующие субгруппы:

- «инноваторы» (разработчики и (или) производители научно-технической и (или) инновационной продукции);
- организации инновационной инфраструктуры (ОИИ) (организации, содействующие созданию и реали-

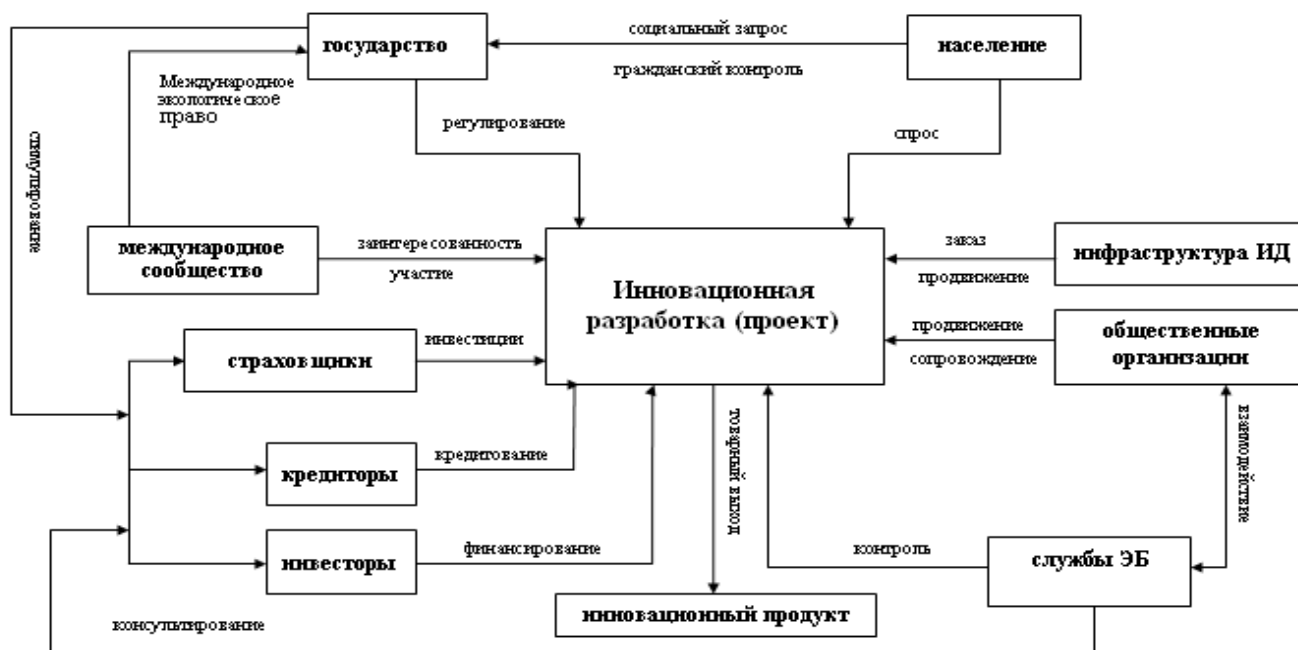


Рис. 1. Взаимоотношения участников инновационной деятельности в ходе обеспечения её экологической безопасности

зации научно-технической и инновационной продукции — технопарки, центры трансфера технологий и проч.);

- государственные органы, участвующие в регулировании ИД;
- общественные объединения, представляющие и защищающие интересы производителей и потребителей инноваций, саморегулируемые организации ИД.

Ко **второй группе** отнесём:

- органы государственного и муниципального управления в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- экологические службы мониторинга, аудита, контроля (как государственные, так и негосударственные).

В **третьей группе**, по нашему мнению, следует включить:

- хозяйствующие субъекты (предприятия, которые внедряют у себя инновации и занимаются вопросами экологической безопасности);
- органы экологической экспертизы ИД.

И, наконец, к «**внешним участникам**» (**четвёртая группа**) относятся:

- потребители инноваций (ими являются как хозяйствующие субъекты, так и население);
- кредитные и инвестиционные субъекты (банки, кредиторы, инвесторы);
- страхователи — страховые компании;
- органы государственной власти;
- органы муниципального регулирования;
- международное сообщество.

Отразим схематически взаимодействие участников сферы обеспечения ЭБ ИД в процессе реализации инновационных процессов (см. рис. 1).

Безусловно, интересы различных участников социо-экономических систем в сфере обеспечения ЭБ ИД весьма многообразны.

Например, «инноваторы»: под воздействием определенных стимулов, они могут стремиться к экологизации собственных разработок; однако ясно, что это может привести к техническому и технологическому усложнению разработок и потребовать от «инноваторов» дополнительных ресурсов (кадровых, финансовых, иных).

Между службами обеспечения ЭБ и «инноваторами» возможен конфликт по поводу обеспечения соответствия ИД установленным нормам и требованиям в области охраны ОС и обеспечения ЭБ. Такого рода примеров можно привести множество. Также заметим, что характер отношений (конфликтов) между «участниками» может изменяться «по ходу» жизненного цикла инновации.

Обозначим интересы различных участников сферы ЭБ ИД и возможные рычаги управления этими интересами (см. табл.1).

Для решения задач обеспечения ЭБ ИД в интересах устойчивого развития экономики необходимы исследование и спецификация конфликтов всех участников сферы обеспечения ЭБ ИД. Это позволит более обоснованно разрабатывать и реализовывать политику в данной области, находя оптимальные компромиссные решения по направлению достижения баланса социо-эколого-экономических интересов участников сферы ЭБ ИД.

Таблица 1. Интересы участников сферы обеспечения ЭБ ИД

Группа участников	Интересы участников	Возможные рычаги влияния
Участники ИД	<ul style="list-style-type: none"> – получение стимулов от государства за ЭБ ИД; – льготное налогообложение; – льготное кредитование; – более успешное распространение экологически безопасных инноваций; – рост доходов от более качественных инноваций; – более надёжная коммерциализация научных результатов и разработок; – повышение конкурентоспособности – совместные проекты с зарубежными участниками; – соответствие запросам рынка 	<ul style="list-style-type: none"> – разработка организационно-правовых схем реализации инновационных проектов; – стимулирующая экономическая политика государства; – патенты, авторские свидетельства; – анализ целевых рынков; – стратегии коммерциализации результатов научных исследований, разработок и технологий; – страхование инновационных рисков; – развитие внешнеэкономических связей в инновационной сфере, – внешнеэкономическая поддержка; – расширение спроса на инновации; – содействие модернизации техники; – развитие лизинга наукоемкой продукции; – поддержка отечественной инновационной продукции на международном рынке; – развитие экспортного потенциала страны; – подготовка кадров.
Участники сферы обеспечения ЭБ	<ul style="list-style-type: none"> – обеспечение ЭБ при модернизации экономики и в процессе инновационного развития; – обеспечение соответствия ИД установленным нормам и требованиям в области охраны ОС и обеспечения ЭБ; – предотвращение и снижение негативного воздействия на ОС; – улучшение экологической ситуации в стране; – снижение затрат на природоохранные мероприятия при повышении уровня ЭБ ИД; – увеличение поступлений платежей за несоблюдение требований ЭБ ИД; – увеличение налоговых сборов в результате усиления требований к обеспечению ЭБ ИД; – развитие инфраструктуры в области обеспечения ЭБ ИД; – развитие связей с зарубежными организациями в части экологических инновационных проектов; – развитие связей с другими регионами страны в результате развития системы обеспечения ЭБ ИД 	<ul style="list-style-type: none"> – обязательность оценки намечаемого воздействия на ОС при принятии решений об осуществлении экономической и иной деятельности; – привлечение к ответственности за нарушение законодательства РФ об охране ОС; – полное возмещение вреда, причинённого ОС; – система НИР, НИОКР; – нормативно-правовое обеспечение; – реализация целевых программ по обеспечению ЭБ ИД; – государственный экологический контроль за негативным влиянием ИД на ОС; – государственный экологический надзор; – система добровольной сертификации и экологического страхования; – стимулирование добросовестного осуществления деятельности по обеспечению ЭБ ИД; – техническое регулирование ИД, оказывающей опасное воздействие на ОС и на здоровье населения; – финансирование мероприятий в области обеспечения ЭБ ИД; – нормирование и контроль качества ОС подвергающейся воздействию ИД; – налоговые и иные льготы при внедрении инновационными предприятиями технологий, обеспечивающих уменьшение негативного воздействия на ОС; – содействие предпринимательству и развитию рынка услуг в сфере охраны ОС и ЭБ ИД; – обеспечение условий конкуренции в сфере охраны ОС и ЭБ ИД; – координация инновационной деятельности; – повышение общественного статуса ЭБ ИД; – кадровое обеспечение – обеспечение социальной и экологической направленности инноваций;

<p>Участники сферы обеспечения ЭБ</p>		<ul style="list-style-type: none"> – экспертное и информационное обеспечение системы национальной безопасности России; – усиление ответственности за нарушение законодательства РФ об охране ОС – создание и развитие инфраструктуры экологически безопасного удаления отходов, их обезвреживания и размещения; – предотвращение неконтролируемого распространения на территории РФ чужеродных (инвазивных) видов животных, растений и микроорганизмов
<p>Участники сферы ЭБ ИД</p>	<ul style="list-style-type: none"> – соответствие инновационных продуктов требованиям ЭБ; – сокращение штрафов, санкций ввиду внедрения экологически «чистых» инновационных продуктов; – увеличение дохода за счёт использования инноваций высокого экологического стандарта; – получение инвестиций, кредитов на внедрение экологически «чистых», качественных инноваций; – повышение конкурентоспособности; – рост спроса на экологически «чистую» инновационную продукцию; 	<ul style="list-style-type: none"> – введение государственных санкций за выпуск устаревшей продукции; – повышение качества и конкурентоспособности изделий; – стратегическое планирование; – оперативное планирование; – изучение рынка; – исследование рисков; – инновационный маркетинг; – ценовая политика; – стратегический аудит; – долгосрочное прогнозирование; – обязательность экологической экспертизы
<p>Внешние стороны</p>	<ul style="list-style-type: none"> – улучшение экологической ситуации в стране; – экологически безопасные товары; – экологически ориентированный рост экономики и внедрение экологически эффективных инновационных технологий; – соответствие инновационных продуктов требованиям ЭБ; – надёжная реализация инновационных продуктов высоких экологических стандартов; – снижение периода окупаемости инвестиций в ЭБ проекты; – возврат с прибылью вложенных капиталов; – рост спроса на экологически «чистую» инновационную продукцию – снижение экологической напряжённости в мире; – совместные экологически «чистые» проекты с российскими инноваторами; – реализация стратегических межгосударственных проектов в сфере ЭБ ИД 	<ul style="list-style-type: none"> – предпочтение экологически безопасным инновационным продуктам; – общественный контроль; – участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную ОС; – инвестиционный анализ инновационных проектов; – разработка бизнес-планов; – фонды финансовых ресурсов; – стратегическое планирование; – изучение рынка; – исследование рисков; – ценовая политика; – стратегический аудит; – долгосрочное прогнозирование; – международное сотрудничество; – международное экологическое право; – международные экологические стандарты; – международные договоры; – информационный обмен; – технологические брокеры и посредники;

Литература:

1. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Эколого-ориентированное инновационное развитие национальной экономики: Монография. М.: «ЦНИТИ «Техномаш», 2009 г. – 290 с.
2. Жалевич А.М. Что такое системные инновации? Инновационный менеджмент. – 2010. – № 10. – С. 64–67

3. Киселева С.П. И.И. И. (Информация. Инновации. Инвестиции). Монография. М.: ЗАО ФИД «Деловой эк-спресс», 2011. — 160 с.
4. Попов В.Л. Управление инновационными проектами. Изд-во «ИНФРА-М», 2009.
5. Киселёва С.П., Шевченко М.О. Совершенствование механизма обеспечения экологической безопасности инновационной деятельности. Интернет-журнал «Науковедение». 2012 № 4 (13) [Электр. ресурс]. — М. 2012. — Режим доступа: <http://naukovedenie.ru>
6. Шевченко М.О. Развитие организационно-экономического механизма реализации современной экологической политики в условиях инновационного развития. Тезисы доклада. Материалы VI Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире». М., 2012.

ГЕОГРАФИЯ

Географические факторы и закономерности формирования и эволюции ландшафтов Северо-Восточного Кавказа

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор;

Гусендибиров Джамбулат Султанович, аспирант;

Хусаинов Ильдар Мурадович, студент;

Магомедова Мадина Асадулаевна, студент

Дагестанский государственный педагогический университет (г. Махачкала)

Магомедова Азиза Загировна, преподаватель

Дагестанский государственный университет (г. Махачкала)

В статье рассматриваются основные закономерности формирования и пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов Северо-Восточного Кавказа, эволюции и антропогенной трансформации.

***Ключевые слова:** Северо-Восточный Кавказ, Дагестан, ландшафт, типы ландшафтов, пространственная дифференциация, антропогенная трансформация, ландшафтная асимметрия, эволюция ландшафта, охрана ландшафтов.*

В формировании и пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов Северо-Восточного Кавказа большую роль сыграли высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склонов, густота и глубина расчленения поверхности [4; 10]. Это предопределено тектоническими процессами, климатическими условиями, процессами стока и хозяйственной деятельностью человека. Особенности пространственной организованности ландшафтных комплексов региона находится в тесной зависимости от абсолютной и относительной высоты местности, характера и степени расчленённости рельефа, направления простирающихся хребтов и гряд, что, прежде всего, определяет экспозиционные различия, морфологию склонов и т.д.

Чередование морфоструктур разных типов (как положительных, так и отрицательных) обуславливает, прежде всего, чередование групп ландшафтов, которые приурочены к однотипным и однопорядковым морфоструктурам, если даже им присущи разные типы ландшафта. Так, в рассматриваемом регионе выделяются ландшафтные комплексы хребтов, плато, котловин, долин, гряд, но и в них одинаковые комплексы располагаются на разной абсолютной высоте.

Сухостепные ландшафты развиты на высотах 400–500 м (в предгорьях), 800–1100 м (в долинах Андийского Койсу, Самура), так как эти местности имеют почти одинаковое соотношение тепла и влаги. И в то же время на одинаковых высотах наблюдаются различные природно-территориальные комплексы – на высотах 1600–1700 м на Хунзахском плато преобладают горно-лугово-степные ландшафты, а на Главном Кавказском и Богосском хребтах на этих же высотах развиты горно-лесные ландшафты, так как при равном количестве поступающего тепла наблюдается различие в количестве выпадаемых осадков.

Несмотря на небольшие гипсометрические диапазоны низкогорно-предгорных ландшафтов (по сравнению с высотами всего Северо-Восточного Кавказа), и здесь наблюдается смена ландшафтов с высотой [11]. В частности, в восточной части полосы предгорных ландшафтов сухостепные природно-территориальные комплексы выше сменяются аридными лесостепными и лесными. Основными причинами этого являются уменьшение среднегодовых и среднемесячных температур воздуха и увеличение количества атмосферных осадков. Смена более аридных ландшафтов более гумидными с высотой наблюдается также и в северо-западных предгорьях, однако, в каждом

конкретном поперечном секторе градиенты увеличения абсолютных высот ландшафтного пояса неодинаковы. Это связано с разными типами увлажнения отдельных высотных интервалов, что и обусловило формирование различных спектров высотной ландшафтной поясности и аномалии в их проявлении.

Не менее важным фактором ландшафтной дифференциации выступает макроэкспозиция горных склонов. Большинство хребтов Северо-Восточного Кавказа имеет общекавказское (или почти общекавказское) простираие. Немалая разница в направлении развития наблюдается в ландшафтных комплексах северных и южных склонов хребтов. Если исходить из характера восстановленных ландшафтов, то на северных склонах Нараттюбинского хребта были развиты лесные ландшафты, а на южных — лесостепные, лесокустарниковые и кустарниково-степные [2; 3]. В данном случае причина этих различий заключается в разнице увлажнённости этих склонов, вызванных большими величинами испаряемости на склонах южных экспозиций.

Влияет на ландшафтную дифференциацию и циркуляционная экспозиция крупных хребтов. В этом плане особо следует отметить хребты Андийский, Салатау, Гимринский, Кара-сырт и другие, оконтуривающие Внутренний Дагестан, с семиаридными континентальными ландшафтами [6; 15]. Во «Внешнем» Дагестане ландшафты более увлажнены и менее континентальны. Так, на хребте Кара-сырт северо-восточные склоны заняты горно-лесными ландшафтами, а юго-западные — горно-степными. Еще бóльшая ландшафтная асимметрия наблюдается на наветренных и подветренных склонах Андийского хребта. С увеличением высоты до 3000 м и выше роль экспозиции уменьшается [8; 12].

Характер и степень расчленённости рельефа являются также немаловажными факторами дифференциации ландшафта. С увеличением густоты и глубины расчленения рельефа возрастает разнообразие природно-территориальных комплексов и сложность их морфологической структуры. В верхних частях долин дагестанских Койсу преобладают горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты, тогда как в их средних частях, где врез долин достигает 1000–1500 м, распространены на склонах луговые, лугово-степные, степные и сухостепные ландшафты [14]. Относительно глубокие эрозионные формы, представленные V-образными и ящикообразными долинами и большим развитием овражно-балочной эрозии, образуют довольно своеобразные типы местности.

Крупные долины, пересекающие хребты вкрест их простираия, разрывают пространственную «цельность» отдельных типов и подтипов ландшафта, усложняя их горизонтальную структуру. Помимо этого, ландшафты долин отличаются по характеру (вплоть до различий типа ландшафта) от ландшафтов пересекаемых ими хребтов, плато, возвышенностей, образуя в большинстве случаев интразональные комплексы пойм и низких террас с приречными лесами, лесокустарниками и лесолугами [2].

Поймы селеносных рек заняты, в основном, валунно-галечниково-песчаными образованиями с редкими кустарниками. Склоны речных долин, пересекающих степные, аридно-редколесные низкогорные хребты и плато, заняты кустарниковыми и кустарниково-степными комплексами. Лишь в местах пересечения долинами рек лесных хребтов и плато типологические различия между ними отсутствуют. Однако в этом случае наблюдаются различия между северо-западными и юго-восточными склонами долин.

Структурно-петрографические факторы также способствуют неоднородности природно-территориальных комплексов. На трещиноватых и водопроницаемых известняках среднегорного Дагестана развиты горно-степные и лугово-степные ландшафты, а на глинистых сланцах — лугово-степные. В предгорном Дагестане на известняковых и песчано-глинистых породах сформировались степные ландшафты, а на солёных песчаниках — сухостепные [9]. Горные породы не всегда обуславливают различия природно-территориальных комплексов. Местами горно-лесные ландшафты формируются на песчаниках, известняках и даже глинистых сланцах.

В последние десятилетия природные комплексы, также как и отдельные их компоненты, подвергаются влиянию всё усиливающегося антропогенного фактора ландшафтогенеза. В результате хозяйственной деятельности человека большинство горных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа, пожалуй, за исключением нивально-гляциальных и скально-осыпных, претерпело значительные изменения [16].

Изучение антропогенных ландшафтов и их пространственно-временной анализ позволили установить две противоположно направленные закономерности антропогенной трансформации — интеграцию и дифференциацию ландшафтных комплексов. Агрохозяйственное использование горных земель привело к появлению пашенных, пастбищных, сенокосных и садовых комплексов, большей частью на искусственных террасах. Земледелие исторически характерно для среднегорья и высокогорья и приурочено к днищам долин и котловин, пологим платообразным склонам и способствовало созданию искусственных террас [7]. Оно повлияло на растительность, почвы, рельеф. Террасное земледелие характерно для горно-степных ландшафтов, зачастую поднимается и в горно-луговую зону. Рельеф изменён за счёт создания на склонах искусственных террас с насыпными почвами.

Лугово-пастбищные ландшафты занимают значительные площади в горной части. Здесь пастбищная дигрессия проявлялась веками и привела к дифференциации ландшафтной структуры. На альпийских и субальпийских лугах в результате выпаса скота естественный травостой заменяется малоценными белоусовыми лугами, вдвое снижается урожайность трав. Лесные ландшафты при использовании их территории под выпас скота и частичной рубке трансформируются либо в послелесные луга, либо, как это наблюдается в низких предгорьях, превращаются в кустарниковые шибляковые заросли. Рубка леса у его

верхней границы ведёт к смене лесных ландшафтов субальпийскими. В горном Дагестане около 7,2 % площади занимают послелесные луга. Из-за тропинчатой эрозии и рубки лесов на глинистых склонах появляются современные экзогенные процессы — оплывины и оползни.

К интеграции ранее существовавших природных комплексов привело создание полевых сельскохозяйственных ландшафтов, особенно ярко проявившееся в предгорной полосе, где естественная лесостепь почти полностью замещена пашней [5]. Можно утверждать, что современная лесостепь предгорья имеет антропогенное происхождение, так как после прекращения хозяйственного воздействия на месте бывшей лесостепи формируется степной ландшафт. Примером интегративных ландшафтов могут служить водохранилища, «поглощающие» разнообразные долинны природно-территориальные комплексы. Гидрогеологическое воздействие на прибрежные комплексы нивелирует их прежнее разнообразие, устраняет внутривидовую контрастность. Создание водохранилищ в долинах Каракойсу, Андийского и Аварского Койсу, Сулака и Самура уничтожает часть горно-ксерофитных, горно-степных и окультуренных террасовых комплексов и выводит из сельскохозяйственного использования наиболее плодородные земли [1]. Эти аквальные комплексы играют немаловажную роль и в изменении микроклимата примыкающих к ним территорий. С созданием небольших прудов на реках восточных предгорий и использованием их для орошения сельскохозяйственных земель часть рек не доносит своих вод до моря, а в летний период сток резко сокращается или вовсе исчезает. Пруды могут быть использованы не только для орошения, но и для разведения рыбы и в рекреационных целях.

Некоторые свойства почв земледельческих районов меняются и без орошения. В степных ландшафтах восточных предгорий тёмно-каштановые пахотные почвы содержат гумуса 6,5 %, гигроскопической влаги — 8 %, а непашотные почвы — соответственно 4,0 и 3,3 %. На изменение почвенно-растительного покрова повлияли и построенные в различные исторические периоды крепости, городища, многочисленные сельские и другие селитебные комплексы. Нарушение естественного равновесия при проведении дорог по горной территории часто приводит

к усилению экзогенных рельефообразующих процессов и появлению обвальных, оползневых и эрозионных комплексов.

Наряду с интеграцией в природе чаще наблюдаются процессы антропогенной дифференциации ландшафтных комплексов, возникновение которых связано с различными направлениями хозяйственного использования последних. Разнотипное использование даже однородных природно-территориальных комплексов усиливает контрастность между ними и, в конечном счёте, приводит к дифференциации на различные антропогенные ландшафты. В зависимости от структуры агроценозов обособляются различные типы агрохозяйственных ландшафтов.

Актуальна проблема охраны горных природно-территориальных комплексов и их компонентов. С этой целью на территории горного Дагестана организовано 9 заказников, горный ботанический сад «Гунибское плато», природный парк «Ицари», а также выявлено множество ландшафтных, ботанических, аквальных, геоморфологических и природно-исторических объектов, подлежащих охране. Подготовлен материал по организации Тляратинского участка Дагестанского государственного природного заповедника, призванного защитить эндемичные, редкие и исчезающие виды животных и растений [13].

Также назрела необходимость создания Богосского высокогорного ледового национального парка — территории с естественным природным ландшафтом, с высокогорной фауной и флорой, вечными снегами и ледниками. Организация подобного парка, по нашему мнению, не потребует больших расходов и в короткий срок окупится, так как ледники и ущелья Богосского хребта издавна привлекают туристов-горников и альпинистов своей красотой и живописностью. Это привело бы и к расширению исследований метеостанции «Сулак-высокогорная».

В связи с высокой хозяйственной освоенностью горных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа стоит острая проблема их оптимизации. Установление сбалансированного состояния между эксплуатацией, сохранением и улучшением ландшафтных ресурсов должно вестись с обязательным учётом рассмотренных закономерностей дифференциации и антропогенной трансформации природно-территориальных комплексов.

Литература:

1. Абдулаев К.А., Атаев З.В. Характеристика ландшафтов горной части бассейна реки Самур // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2008. № 1. С. 68–71.
2. Атаев З.В. Ландшафты долины реки Шура-озень // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1986. № 14. С. 10–11.
3. Атаев З.В. Краеведческие исследования антропогенных ландшафтов Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1989. № 17. С. 15–19.
4. Атаев З.В. Некоторые методические аспекты изучения природно-территориальных комплексов Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1992. № 20. С. 14–15.
5. Атаев З.В. Ландшафтно-мелиоративные комплексы Предгорного Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1993. № 21. С. 19–20.

6. Атаев З.В. Природные условия и ландшафты Северо-западного физико-географического района Предгорного Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1994. № 22. С. 24–25.
7. Атаев З.В. Ландшафты Кавказа: современное состояние и взгляд в будущее // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1996. № 24. С. 176.
8. Атаев З.В. Ландшафты хребта Салатау, их хозяйственное использование и вопросы охраны // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1998. № 26. С. 70–77.
9. Атаев З.В. Ландшафты Буйнакского района Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1999. № 27. С. 63–67.
10. Атаев З.В. Анализ закономерностей пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов Горного Дагестана // Эколого-географический вестник Юга России. 2002. № 3. С. 42–46.
11. Атаев З.В. Ландшафты Предгорного Дагестана и вопросы их агрохозяйственной оптимизации. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2002. 27 с.
12. Атаев З.В. Котловинные ландшафты Внутригорного Дагестана // Естественные и технические науки. 2008. № 4. С. 176–178.
13. Атаев З.В., Братков В.В. Современные проблемы сохранения биологического и ландшафтного разнообразия Северокавказского экологического региона // Юг России: экология, развитие. 2009. № 4. С. 186–192.
14. Атаев З.В., Братков В.В. Оценка эрозионного расчленения рельефа Северо-Восточного Кавказа методами ГИС-технологий // Мониторинг. Наука и технологии. 2012. № 1. С. 63–67.
15. Братков В.В., Атаев З.В., Байрамкулова Б.О. Географические особенности горных умеренных семигумидных и семиаридных ландшафтов северного макросклона Большого Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2009. № 1. С. 92–96.
16. Eldarov E.M., Holland E.C., Aliyev S.M., Abdulagatov Z.M., Atayev Z.V. Resettlement and migration in Post-Soviet Dagestan // Eurasian Geography and Economics. 2007. Т. 48. № 2. С. 226–248.

Региональные физико-географические различия предгорного Дагестана

Магомедова Азиза Загировна, преподаватель
Дагестанский государственный университет (г. Махачкала)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор
Дагестанский государственный педагогический университет (г. Махачкала)

Предгорный (Внешнегорный) Дагестан представляет собой самостоятельную физико-географическую провинцию республики с высотами от 150–200 до 1000 (1200) м. Для него характерны ландшафты степного, лесостепного, лесного и горно-лугового высотных поясов [3].

Предгорья и низкогорья, сложенные неогеновыми и палеогеновыми песчано-глинистыми породами, имеют складчатую структуру с пологими крыльями складок, вытянутых с северо-запада на юго-восток. В ядрах антиклиналей на поверхность выходят известняки верхнего мела.

Складчатая структура хорошо выражается в рельефе, где местами проявляются инверсионные формы. Так, в центральных предгорьях есть синклинальные гряды и антиклинальные долины, в юго-восточных предгорьях находится Аджинаурская антиклинальная котловина [1]. Поверхность расчленена долинами рек, оврагами и балками. Рельеф в целом характеризуется платообразностью и пологостью склонов гряд и хребтов.

По сравнению с низменностями климат провинции влажнее и прохладнее. Летом господствуют восточные и юго-восточные ветры, а зимой — западные и северо-западные. Зима сухая, но относительно теплая. Средняя температура января $-0,2-2,5^{\circ}\text{C}$. Лето теплое, со средней температурой июля $21-24^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает 300–600 мм в нижнем поясе предгорий и низкогорий и 600–900 — в верхнем. Максимум осадков бывает в конце весны — начале лета. Гидротермический коэффициент изменяется от 0,6 до 2,0 [4–7].

Реки, стекающие с внешнегорных хребтов, имеют снеговое, дождевое и подземное питание. Максимальный сток в них приходится на конец весны и начало лета [9]. Летом многие реки пересыхают или становятся маловодными.

Для почвенно-растительного покрова Предгорного (Внешнегорного) Дагестана характерна неоднородность. Здесь встречаются степи, остепненные луга на кашта-

новых и черноземных почвах, дубово-грабинниковые редколесья и широколиственные леса на горно-бурых лесных почвах, заросли кустарников на коричневых горных почвах, горные луга на горно-луговых почвах [11].

Природные ландшафты большей частью изменены под влиянием хозяйственной деятельности человека. Благодаря небольшой крутизне склонов и платообразности предгорий значительные площади распаханы и заняты зерновыми и овощными культурами, садами. Большая часть земель искусственно орошается. Естественный травостой используется под летние пастбища и сенокосы.

Региональные ландшафтные различия позволяют выделить в пределах Предгорного Дагестана 3 физико-географических района: Северо-западный предгорный, Центральный предгорный и Юго-восточный предгорный [2].

Северо-западный предгорный район занимает предгорную и низкогорную зону Черных гор и северные склоны хребта Салатау. Район отделяется от центральных предгорий долиной реки Сулак. Здесь преобладают лесостепные (преимущественно вторичного происхождения), лесные и горно-луговые ландшафты.

В нижней полосе района палеогеновые и неогеновые моноклинально залегающие породы осложнены более крутыми складками и поэтому для рельефа характерны местами крутые склоны. Северные склоны хребта Салатау расчленены долинами рек с крутыми и обрывистыми бортами, а также балками на отдельные пологохолмистые гряды.

Климат района умеренно-континентальный. Зима теплая в низких предгорьях и прохладная — в верхних. Средняя температура января $-2 - -10^{\circ}\text{C}$. Лето умеренно-теплое, со средней температурой июля $14 - 20^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает $350 - 900$ (1000) мм в год с максимумом в конце весны — начале лета, причем осадков больше на склонах западной экспозиции и в верхней части гор. Основная часть района достаточно увлажнена.

Речная сеть относительно густа. Реки Акташ, Аксай, Ямансу и Ярыксу, стекающие со склонов хребтов Андийского и Салатау, имеют снеговое, дождевое и подземное питание. Подземные воды в виде родников выходят в нижних частях склонов и в долинах рек, где они приурочены к обломочно-глинистому делювию и валунно-галечниковому аллювию.

Природные условия и ландшафты района имеют высотную дифференциацию. Платообразная подгорная равнина на высотах $200 - 350$ м с недостаточным увлажнением (до 400 мм осадков в год) занята злаково-разнотравными, типчаково-ковыльными, бородачевыми и полынно-злаковыми степными урочищами на темно-каштановых и каштановых почвах и шибляковыми кустарниковыми урочищами на коричневых горных почвах. На многих участках степные и шибляковые урочища превращены в сельскохозяйственные поля.

На склонах хребтов до $500 - 600$ м высоты с несколько большим увлажнением (до $500 - 600$ мм осадков в год) преобладают лесостепные ландшафты, где низкорослые

дубовые леса с кустарниками на горно-лесных бурых почвах чередуются со злаково-разнотравными луговыми степями или послелесными лугами на черноземовидных луговых почвах.

Верхние склоны гряд, получающие осадков до 800 мм в год, покрыты широколиственными дубовыми, дубово-грабовыми лесами, которым соответствуют горно-лесные бурые почвы.

На склонах хребта Салатау наибольшие площади занимают злаково-разнотравные, разнотравно-злаковые послелесные, субальпийские остепненные горно-луговые урочища с горно-луговыми субальпийскими почвами в сочетании с горно-степными.

До высоты $1700 - 1800$ м поднимаются дубово-буково-грабовые широколиственно-лесные урочища с горно-лесными бурными почвами. Леса чередуются с послелесными остепненными злаково-разнотравными лугами на луговых черноземовидных почвах.

В нижней части склонов хребта Салатау распространены лесостепные урочища с дубовыми и дубово-грабинниковыми редколесьями и полынно-разнотравными степями и послелесными остепненными лугами.

Основное значение в хозяйстве района имеют летние пастбища. Земледелие приурочено к днищам широких долин, платообразным равнинам и пологим участкам склонов. На некоторых участках ведется рубка леса.

Центральный предгорный район занимает территорию провинции от реки Сулак на северо-западе до реки Уллучай — на юго-востоке. Преобладают сухостепные, лесостепные и лесные ландшафты.

Вследствие рыхлости палеоген-неогеновых и меловых отложений района и эрозионного расчленения образовались моноклинальные гряды, антиклинальные котловины, синклинальные и антиклинальные плато, хребты со складчатой структурой, продольные и поперечные долины.

Климат района умеренно-континентальный, на большей части с недостаточным увлажнением. Зима сухая и теплая. Средняя температура января $-1 - -3^{\circ}\text{C}$. Лето теплое со средней температурой июля $21 - 23^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает $350 - 600$ мм в год, причем их меньше в долинах и котловинах, а с поднятием вверх по склонам их количество увеличивается.

Недостаточное увлажнение и водопроницаемость горных пород определяют невысокий среднегодовой сток и небольшую густоту речной сети. Реки маловодные и многие из них летом пересыхают. Постоянный водоток имеют реки Шура-озень, Параул-озень, Манас-озень и Губден-озень. В юго-восточной части района постоянных водотоков больше, здесь протекают реки Гамри-озень, Артузень и Уллучай. Реки района имеют снеговое, дождевое и подземное питание и начинаются в среднегорной зоне.

Сложность рельефа, различный литологический состав слагаемых пород и неодинаковое увлажнение обуславливают неоднородность почвенно-растительного покрова района. В низких предгорьях до высоты $300 - 400$ м на су-

глинистом делювии развиты полынно-разнотравно-злаковые сухие степи на каштановых и светло-каштановых почвах.

На склонах гряд северной и восточной экспозиции, на затененных склонах, в ложбинах междуречных плато среди степи имеются низкорослые дубовые и дубово-грабинниковые лесные массивы и шибляковые заросли на горных коричневых почвах.

На Сергокалинском плато и плато к западу от Буйнакса в условиях большего увлажнения господствуют лесостепные ландшафты, представляющие собой чередование дубовых лесов с зарослями кустарников на горных коричневых почвах и злаково-разнотравных степей на черноземных карбонатных почвах [8].

На склонах Гимринского хребта, Шамхалдага и хребта Лес сохранились буково-грабовые леса на горно-лесных бурых почвах. В некоторых долинах района (Кар-Кар, Параульской) сформировались лугово-солончаковые почвы, покрытые полынно-солянковой растительностью.

Природные ресурсы района используются главным образом в сельском хозяйстве. Пологие склоны и плато распаханы под зерновые культуры. В долинах рек преимущественно при искусственном орошении развито овощеводство, садоводство и бахчеводство. Степные ландшафты используются под летние пастбища и частично — под сенокосы. В лесной зоне имеются объекты рекреационного назначения (туристские базы, детские лагеря отдыха, санатории) [10].

Юго-восточный предгорный район расположен южнее реки Уллучай и тянется до реки Самур на границе с Азербайджаном. Здесь наблюдается сочетание степных, лесостепных и лесных ландшафтов.

Поверхность района сложена глинами, песчаниками, мергелями, известняками, галечниками, смятыми в широкие и пологие складки. Складчатую структуру территории составляют антиклинальные поднятия, синклинали, на западе района — моноклираль.

Для рельефа характерны пологоволнистые, платообразные поверхности, расчлененные долинами, балками и оврагами, моноклиральные хребты. Эрозионные процессы местами привели к несовпадению форм рельефа с тектонической структурой и формированию обращенного рельефа. Такова, например, Аджинаурская антиклинальная котловина с пологохолмистой поверхностью.

Климат района умеренно-континентальный, несколько более влажный, чем район центральных предгорий.

Литература:

1. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана. М.: Школа, 1996.
2. Атаев З.В. Физико-географические провинции Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1995. № 23. С. 83–86.
3. Атаев З.В. Ландшафтный анализ низкогорно-предгорной полосы Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2008. № 1. С. 59–67.

Зима теплая и малоснежная. Средняя температура января $-0,2$ — $-2,8^{\circ}\text{C}$. Лето также теплое, но более влажное. Средняя температура июля 21 – 23°C . Осадков выпадает 350 – 600 мм в год, в верхней части гор — до 800 – 1000 мм, что связано с барьерной функцией последних.

Район пересекают транзитные реки Рубасчай, Гюльгеричай и Самур, получающие питание от снеговых, дождевых и подземных вод. Подземные воды лежат глубоко и на поверхность выходят по долинам рек в виде родников [9].

Почвенно-растительный покров района неоднороден и изменяется с высотой. Предгорные плато с более сухим климатом заняты степными урочищами с разнотравно-полынно-злаковыми группировками на каштановых и светло-каштановых почвах.

Платообразные поверхности на высотах 300 – 500 м, с большим увлажнением, покрыты зарослями кустарников типа шибляка на горных коричневых глинистых и суглинистых почвах. Кустарниковые урочища чередуются со злаково-разнотравными степями на каштановых почвах.

Лесостепные ландшафты формируются на пологохолмистых плато высотой более 500 м с глубоким эрозионным расчленением и большим количеством осадков. Здесь дубово-грабинниковые и дубовые редколесья на горно-лесных бурых и коричневых почвах чередуются с послелесными лугами и степями на темно-каштановых и каштановых почвах.

На высотах более 1000 м на склонах восточной экспозиции, получающих около 800 мм осадков в год, растут широколиственные леса — буково-грабовые и дубовые на горно-лесных бурых почвах. Леса также разделены послелесными лугами и степями на южных склонах.

В ряде долин и котловин с более аридным климатом сформировались солончаки и солонцы. Крупные долины с большим грунтовым увлажнением заняты злаково-попынными урочищами с лугово-солончаковыми и аллювиально-луговыми почвами. По поймам рек формируются аллювиально-луговые и лесные почвы с пырейно-тростниково-свинойными лугами и дубово-ольхово-тополевыми лесами.

В районе наиболее освоены долины крупных рек, занятые фруктовыми садами и посевами зерновых. На низких плато выращивают овощи, кукурузу, виноград, на высоких плато и пологосклоновых местностях — зерновые. Послелесные луга и степи используются под летние пастбища и сенокосы [12].

4. Атаев З.В. Интегральные характеристики климата предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 11. С. 320–322.
5. Атаев З.В. Климатическая дифференциация низкогорно-предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 5. С. 287–291.
6. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджимурадова З.М. Роль климатического фактора в формировании низкогорно-предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Молодой ученый. 2012. № 10. С. 105–108.
7. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджимурадова З.М., Заурбеков Ш.Ш. Климатические особенности и временная структура предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2011. № 1. С. 92–96.
8. Атаев З.В., Гаджимурадова З.М. Климатические особенности ландшафтов предгорной полосы Северо-Восточного Кавказа // Молодой ученый. 2011. № 10. С. 108–111.
9. Гецеу В.В. Минеральные источники Дагестана и их лечебное значение. Махачкала, 1976.
10. Пайзуллаева Г.П., Атаев З.В. Природно-рекреационный потенциал низкогорно-предгорных ландшафтов Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2011. № 3. С. 96–98.
11. Чиликина Л.Н., Шифферс Е.В. Карта растительности Дагестанской АССР. Пояснительный текст. М.-Л.: Наука, 1962.
12. Eldarov E.M., Holland E.C., Aliyev S.M., Abdulagatov Z.M., Atayev Z.V. Resettlement and migration in Post-Soviet Dagestan // Eurasian Geography and Economics. 2007. Т. 48. № 2. С. 226–248.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (52) / 2013

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М.Н.

Иванова Ю.В.

Лактионов К.С.

Комогорцев М.Г.

Ахметова В.В.

Брезгин В.С.

Котляров А.В.

Яхина А.С.

Ответственный редактор:

Кайнова Г.А.

Художник:

Шишков Е. А.

Верстка:

Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях,
ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

E-mail: info@moluch.ru

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»
127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6