

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

— 31 —

Кликнула Жучка Машку. Машка за Жучку,
за внучку, внучка за бабу, бабка за дядку.
рбаку: тянуть-потануть, вытануть не могут.
Кликнула Машка мышку. Мышка за Машку,
за Жучку, Жучка за внучку, внучка за ба
за дядку, дядка за рбаку: тянуть-потануть—



РОДНОЕ СЛОВО
для
ДЕТЕЙ МЛАДШАГО ВОЗРАСТА.
ГОДЪ ПЕРВЫЙ.
СЪ АЗБУКИ БИЩА ДЛЯ ЧТЕНІЯ.

№ 5. Орудія и' сбруа.
орудіа: соха, дило, борова, жила, ограда, плуг,
и, топоръ, пила, сабля, Удатока, шило, шила,
ици, ножи,
руа; уаа, топоръ, хомать, шила, топки, попаруги,
Баткава,
и Шова, Шова, Грабни, Савои, Уаа, П

Язык народа - лучший, никогда не угасающий и верно вновь
распускающийся цвет всей его духовной жизни, начинающейся
народ и вся его родина; в нем претворяется творческой
народного духа в мысль, в картину и звук
дух, ее физические явления, ее
ее леса и реки, ее бури и гл
Ворзы
Ну, слышишь
гоня, конь, скорый
рбаки, через горы

5
2012
Том I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (40) / 2012

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.

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: Шульга Олеся Анатольевна

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

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

- Спивак Ю.М., Соколова Е.Н., Петенко О.С., Травкин П.Г.**
 Определение параметров пористой структуры в por-Si и $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ путем компьютерной обработки данных растровой и атомно-силовой микроскопии1

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Исабеков Ж.Б., Айтмукамбетов Д.К.**
 Разработка алгоритма задачи автоматизации отдела логистики 5
- Алехин А.Г., Тюленев С.Г.**
 Синтез производственного расписания загрузки оборудования в условиях неопределенности 6
- Сельдемирова Е.В., Ханов Г.В., Асеева Е.Н.**
 Системный анализ процесса проектирования портативного устройства для формирования топливных брикетов 9
- Грачева И.Е., Зыгарь К.В.**
 Исследование нанокompозитов на основе диоксидов кремния и титана, полученных в условиях золь-гель роста13
- Жуков М.О., Михалева З.А., Толчков Ю.Н.**
 Исследование возможности применения модификаторов на основе углеродных наноструктур в технологии эффективных строительных материалов16
- Звягинцев Д.С.**
 Разработка методики и средств ремонта кузовных деталей автомобилей с помощью дробеструйной обработки 20
- Злотников Е.Г.**
 Автоматизированные сортировочные вертикальные транспортно-распределительные системы23

- Злотников Е.Г.**
 Расчет вертикальных транспортно-распределительных систем на основе конвейеров с прижимной лентой25
- Каторгин С.В., Воронин Ю.Ф.**
 Ликвидация вторичного окисления стали 20ГЛ с применением на формах восстановительных покрытий29
- Tscherunowa I.W., Kutsowa E.L., Swetlitschnaja S.W.**
 Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften der Bekleidung von der Konstruktion des Reißverschlusses.....32
- Шрейнер Р.Т., Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В.**
 Расширение функциональных возможностей математических моделей асинхронных двигателей в системах электропривода36
- Жарков В.В., Назаров С.К.**
 К вопросу применения водорода на двигателях внутреннего сгорания..... 47
- Назаров С.К.**
 Сезонное аккумулирование возобновляемых источников энергии 50
- Нестерова Д.В., Журавлев А.В., Сутягин С.А., Павлушин А.А., Курдюмов В.И.**
 Аспекты проектирования установок контактного типа для сушки и тепловой обработки зерна53
- Поликарпова Н.Э.**
 Анализ методов управления затратами в технологии продуктов питания56
- Пронин И.А.**
 Управляемый синтез газочувствительных пленок диоксида олова, полученных методом золь-гель-технологии 57

Розкиданий М.С.

Применение LabView при реализации виртуальных измерительных устройств для обучения студентов дисциплине «Основы метрологии» 60

Рыжков А.А.

Программная реализация сети Хопфилда для распознавания и классификации электрических сигналов 62

Сенюшкин Н.С., Харитонов В.Ф., Ялчибаева Л.Н., Копиртех А.В.

Разработка подсистемы формирования и графического построения скелетной схемы форсажной камеры ВРД 67

Фетисова М.А., Захаренко А.И.

Строительство с использованием несъёмной опалубки нового поколения из пенополистирола 70

Хоробрых М.А.

Разработка дренажной модели профиля с механизацией для автоматизированного эксперимента в аэродинамической трубе 72

Чеканова Е.Н.

Геомеханическое обеспечение подземной отработки перекрывающихся пологих и наклонных залежей камерно-столбовой системой 73

Ширяев С.А., Кащеев С.А., Гудков В.А., Чухланцева С.В.

Моделирование критериев эффективности доставки грузов автомобильным транспортом.. 75

ИНФОРМАТИКА**Коваленко Д.Н., Новацкий А.О.,****Павловский А.А.**

Использования системы планирования и управления учебным процессом для поддержки обучения 78

Силаев А.А., Кукушкин А.Н.

Автоматизированная система учёта услуг и распределения времени между клиентами в сфере музыкальной репетиционной деятельности 81

Орновскис М.А., Ляховец В.

IPSec VPN redundancy in dual – WAN deployments using dynamic routing protocols..... 84

Попова А.А.

Автоматизированная система SMS-оповещения родителей об успеваемости обучающихся средних школ 86

Силаев А.А., Пузанов Н.А.

Разработка алгоритма по дистанционному управлению беспилотными объектами 89

Миненков А.М., Усатюк В.С.

Кибернетические начала в методологиях структурного и объектно-ориентированного программирования 92

Миненков А.М., Усатюк В.С.

Построение алгоритма регулятора давления в методологии структурного программирования 98

Харечкин П.В., Сулейманов Э.Т.

Анализ подходов к оценке выполнимости административных регламентов 105

Хромов О.Ю., Полторак В.П.

Организация аутентификации по протоколу «Kerberos» 109

Чапайкина Н.Е.

Семантический анализ текстов. Основные положения 112

ХИМИЯ**Гаджиева С.Р., Алиева Т.И., Халилова Ф.Г., Абдуллаев Р.А.**

Комплексообразование висмута (III) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом в присутствии квав..... 116

Балаева О.О., Балаева Н.О., Азизов А.А., Алосманов Р.М.

Окислительное хлорфосфорилирование бутадиев-нитрильного каучука 118

Григорьева Е.А., Антошкина Е.Г.

Особенности структуры и сорбционные свойства глауконита Каринского месторождения 121

БИОЛОГИЯ**Паршиков И.А., Зарайский Е.И.**

Микробная трансформация N-бензоилцитриламина и интерпретация строения метаболитов 125

ЭКОЛОГИЯ**Фесун М.Е.**

Сравнительный таксономический анализ биологического разнообразия Западного и Восточного Кавказа 128

ГЕОГРАФИЯ**Атаев З.В.**

Орографические особенности высокогорий Восточного Кавказа 132

Ataev Z.V.

Landslide Transformation of Daghestan Landscapes 137

ФИЗИКА

Определение параметров пористой структуры в por-Si и $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ путем компьютерной обработки данных растровой и атомно-силовой микроскопии

Спивак Юлия Михайловна, кандидат физико-математических наук, ассистент;

Соколова Екатерина Николаевна, аспирант;

Петенко Ольга Сергеевна, магистрант;

Травкин Павел Геннадьевич, магистрант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Пористые полупроводники и оксиды металлов являются чрезвычайно актуальными наноматериалами и находят различные применения в технологиях ИМС и МЭМС, сенсорике, оптоэлектронике, альтернативной энергетике, медицине и др. [1–6]. Известно, что свойства пористых материалов определяются такими их основными характеристиками как пористость, размер и форма пор, толщина перегородок между ними, наличие в объеме продуктов электрохимических реакций и т.д. Например, в зависимости от режимов электрохимической обработки и параметров кремниевой подложки (типа проводимости, уровня легирования, кристаллографической ориентации), морфология и тип пористой структуры, а, следовательно, и свойства полученных слоев пористого кремния могут изменяться в широких пределах [7–11].

Традиционным методом исследования распределения пор является метод сорбометрии, применение этого метода к пористым наноматериалам описано в [12–14]. За последнее время широкое распространение получили оптические методы, так, в [14] был разработан новый мощный неразрушающий метод — эллипсометрическая адсорбционная порометрия, который был применен для определения пористости и распределения мезо- и микропор по размерам в тонких пленках. Оптический экспресс-метод анализа пористости газочувствительных датчиков, в основе которого были положены эллипсометрические измерения эффективного значения коэффициента преломления применялся для пористых материалов и датчиков на их основе [15]. При изучении пористых материалов методами сорбометрии важное значение имеет явление коадсорбции. Применение метода ядерного парамагнитного резонанса (ЯМР) [16, 17] позволило установить разветвленность фрактальной системы нанопор с диаметром пор $\geq 1,4$ нм, а также диагностировать формирование гетерофазной структуры водного кластера. Эти результаты были получены в [18] за счет обработки спектров ЯМР, при этом впервые методом ЯМР проведено непосредственное измерение фрактальной размерности Хаусдорфа-Безиковича для

реального физического объекта — двумерного кластера координационно насыщенного монослоя сорбированных молекул воды в пористом кристалле, равная 1,54, обнаружены и исследованы уникальные эффекты динамической и структурной гетерогенности, возникающие в сорбированном пористой кристаллической структурой монослое молекул воды.

Методы растровой электронной и атомно-силовой микроскопии (АСМ) также широко применяются при исследовании параметров пористой структуры por-Si , $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ и других пористых материалов [19–22]. Обычно, для количественной оценки степени упорядоченности структуры $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ используется коэффициент упорядоченности — отношение количества ячеек, гексагонально расположенных друг относительно друга, к общему числу ячеек на выбранной площади поверхности $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ [21]. Но такой способ оценки качества структуры позволяет судить только о доле гексагональных ячеек с формой, близкой к идеальной, и оценивать ближний порядок структуры. Тем не менее, известно, что в слое $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ могут существовать области с размерами, например, $\sim 500\text{--}700$ нм, в которых коэффициент упорядоченности $\approx 100\%$, разделенные переходными дефектными областями [23]. Внутри таких областей — доменов, ячейки строго ориентированы друг относительно друга. Но соседние домены могут иметь различную ориентацию друг относительно друга. Оценка упорядоченности на макроуровне важна, так как будет определять свойства и размеры рабочих областей функциональных структур на основе $\text{por-Al}_2\text{O}_3$.

В данной работе проводился анализ пористой структуры слоев $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ по данным РЭМ с помощью цифровых методов обработки изображений. В работе получали слои $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ электрохимическим анодированием в электролитах на основе растворов H_3PO_4 , H_2SO_4 [22, 24]. В [23] был предложен и далее развит в [22] один из вариантов алгоритмов, позволяющих проводить оценку качества сотовой структуры $\text{por-Al}_2\text{O}_3$ по данным микроскопических изображений поверхности. Программный

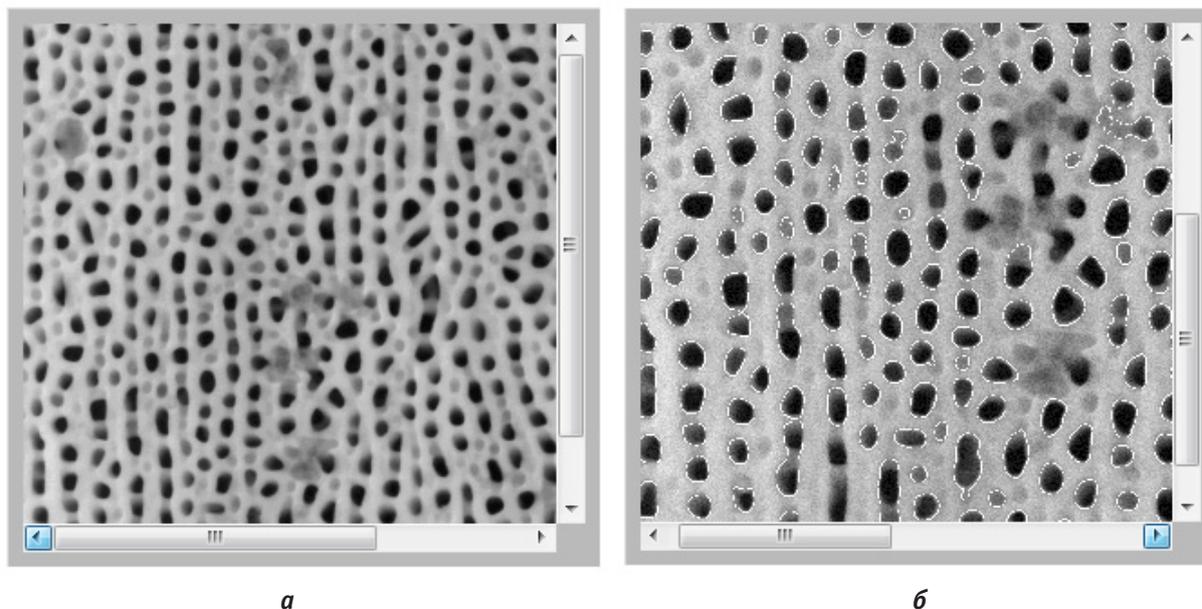


Рис. 1. Обработка РЭМ изображения пористого оксида алюминия

продукт был создан на языке графического программирования при помощи пакетов *National Instruments Lab VIEW 8.5* и *National Instruments Vision Assistant 8.5*, при использовании ряда функций *IMAQVision*. Изображение обрабатывалось следующим образом: конвертируется в бинарное путём задания глобального порога, затем очищается от шума путём медианной фильтрации и отсечением верхних частот Фурье-преобразованием. Окно фильтрации последовательно движется по входному изображению. Медианный фильтр с размером окна 3×3 хорошо справляется со слабой и средней степенью зашумлённости, но для подавления более интенсивных шумов нужно либо увеличивать окно фильтрации медианного фильтра, либо использовать другие методы фильтрации, например фильтрацию в частотной области. Высокочастотная фильтрация изображения позволяет выделять контуры и мелкоразмерные области на изображении. Определённый набор последовательно следующих друг за другом морфологических операций позволяет выделить внутренние контуры пористой структуры, которые затем складываются с исходным полутоновым изображением, образуя конечный результат.

На рис. 1 представлены начальный (а) и конечный (б) результаты работы программы по обработке РЭМ изображений. В этом случае процесс обработки несколько отличается от обработки изображения АСМ. Отличия ка-

саются только набора морфологических операций, позволяющих выделить пористую структуру в исходном изображении. Так, вместо операций эрозии, открытия и закрытия смежных областей используется дилатация (расширение). Затем используется виртуальный прибор (ВП), реализующий удаление малых областей (четыре итерации). Кроме того, в данном изображении имеются участки, где происходит слияние нескольких смежных пор. Разделить с помощью фильтрации и бинаризации изображения не удастся, поэтому во избежание грубых ошибок при количественном анализе был использован фильтр частиц (фильтрация производилась по занимаемой частицей площади, пороговое значение равно 2000 пикселей).

Данная программа позволяет вычислять поверхностную концентрацию, пористость и распределение пор по размерам. Структурные параметры пористого слоя оксида алюминия зависят от технологических факторов. В частности, состав электролита оказывает определяющее влияние на концентрацию и диаметр пор. Теоретические данные хорошо согласуются с данными, полученными в результате работы программы, которые сведены в таблицу 1.

Кроме того, по результатам программы были построены диаграммы распределения количества пор по их площади (рис. 2).

Из диаграммы видно, что разброс значений по площади

Таблица 1. Характеристики пористого слоя, рассчитанные программой

Кислота	Диаметр пор, нм	Концентрация пор, пор/ (мкм) ²	Пористость, %
Серная	20...30	32	21,5
Ортофосфорная	130...150	108	42,7

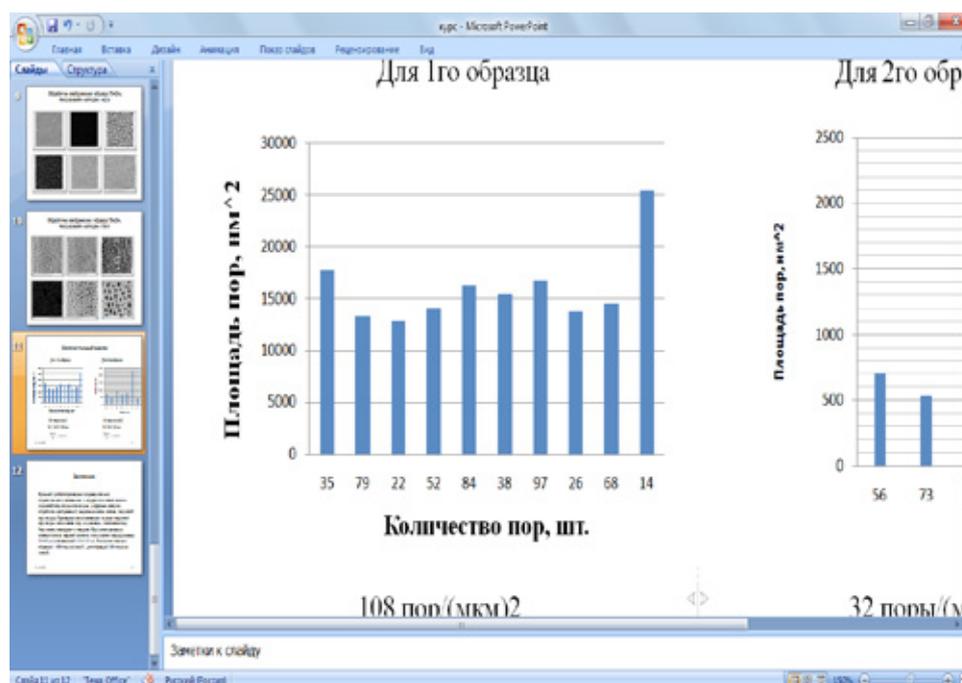


Рис. 2. Распределение пор по площади для $\text{por-Al}_2\text{O}_3$, сформированного в растворе на основе фосфорной кислоты

пор небольшой ($\approx 20\%$). Рассматриваемая программа позволяет проводить количественный и морфологический анализ пористой структуры различных слоев с помощью

цифровых методов обработки изображений, рассчитывать геометрические параметры различных пористых структур, оценивать их однородность.

Литература:

1. Основы водородной энергетики / Под ред. В.А. Мошников и Е.И. Терукова. 2-е изд. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 288 с.
2. 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.
3. Foll H., Christophersen M., Carstensen J., Hasse G. Formation and application of porous silicon // Materials Science and Engineering, 2002, R39, P. 93–141.
4. V. A. Moshnikov, I. E. Gracheva, A. S. Lenshin, Yu. M. Spivak, etc. Porous silicon with embedded metal oxides for gas sensing applications // Journal of Non-Crystalline Solids, vol. 358, is. 3, 1 February 2012, Pages 590–595.
5. Волков Е.В., Старков В.В., Добровольский Ю.А., Гаврилин Е.Ю. Водородно-воздушный топливный элемент на основе макропористого кремния // Нано- и Микросистемная техника, № 10, 2006, с. 40–46.
6. Астрова Е.В., Нечитайлов А.А., Забродский А.Г. Кремниевые технологии для микротопливных элементов // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», 2007, №2 (46), стр. 60–65.
7. Травкин П.Г., Воронцова Н.В., Высоцкий С.А. др. Исследование закономерностей формирования структуры пористого кремния при многостадийных режимах электрохимического травления // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», № 4, 2011, с. 3–9.
8. Канагеева Ю.М., Савенко А.Ю., Лучинин В.В. и др. Изучение структурно-морфологических особенностей макропористого кремния при препарировании образцов остросфокусированным ионным пучком // Петербургский журнал электроники. – 2007. – № 1. – с. 30–34.
9. Леньшин А.С., Кашкаров В.М., Середин П.В. и др. Исследование электронного строения и химического состава пористого кремния, полученного на подложках p- и n-типа, методами XANES и ИК спектроскопии // ФТП, 2011, т. 45, вып. 9, с. 1229–1234.
10. Леньшин А.С., Кашкаров В.М., Спивак Ю.М., Мошников В.А. Исследование электронного строения и фазового состава пористого кремния // ФХС, 2012, т. 38, вып. 3, с. 383–392.
11. Jourdan N., Krishtab M.B., Baklanov M.R., etc. Study of Chemical Vapor Deposition of Manganese on Porous SiCOH Low-k Dielectrics Using Bis (ethylcyclopentadienyl) manganese // Electrochemical and Solid-State Letters, 2012, 15 (5), H176-H178.

12. Леньшин А.С., Мараева Е.В. Исследование удельной поверхности перспективных пористых материалов и наноструктур методом тепловой десорбции азота // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2011. № 6. С. 9–16.
13. Дубинин М.М. Неоднородные микропористые структуры и адсорбционные свойства углеродных адсорбентов // Доклады Академии наук СССР. – 1984. – Т. 275. – № 6. – С. 1442–1446.
14. Дульцев Ф.Н. Тонкие пленки как основа химических и биологических сенсоров // Автореферат дисс. уч. ст. д.х.н., ИФП СО РАН, Новосибирск, 2007 г.
15. Димитров Д.Ц., Лучинин В.В., Мошников В.А., Панов М.Ф. Эллипсометрия как экспресс-метод установления корреляции между пористостью и газочувствительностью слоев диоксида олова // ЖТФ, 1999, т. 69, вып. 4, с. 129–130.
16. Мамыкин А.И., Ильин А.Ю., Мошников В.А. и др. Исследование структуры поверхности пористого кремния методом ядерного магнитного резонанса // ФТП, 1995, т. 29, вып. 10, с. 1874–1877.
17. Мамыкин А.И., Мошников В.А., Ильин А.Ю. Магниторезонансная спектроскопия пористых квантово-размерных структур // ФТП, 1998, т. 32, № 3, с. 356–358.
18. Мамыкин А.И. Ядерный магнитный резонанс в гидратных слоях пористых кристаллов. Автореферат дисс. уч. ст. д.ф.-м.н., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, 2001 г.
19. Спивак Ю.М. Анализ фотоприемных монокристаллических и поликристаллических слоев на основе халькогенидов свинца методами атомно-силовой микроскопии // Автореферат дисс. уч. ст. к.ф.-м.н. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, 2008 г.
20. Gracheva, Yu. M. Spivak, V.A. Moshnikov. AFM techniques for nanostructures materials used in optoelectronic and gas sensors // Eurocon-2009. International IEEE Conference, May 18–23, 2009. – Saint-Petersburg, Russia, 2009. – P. 1250–1253.
21. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники. Москва. Высшее образование. 2009. с. 169–236.
22. Мошников В.А., Соколова Е.Н., Спивак Ю.М. Формирование и анализ структур на основе пористого оксида алюминия // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011, вып 2. С. 13–19.
23. Канагеева Ю.М., Преображенский Н.Е., Мошников В.А., Румянцева А.И. Исследование однородности структурных параметров пористых оксидных наносистем, полученных методом электрохимического травления / Физика диэлектриков (диэлектрики-2008), Материалы XI международной конференции Санкт-Петербург, 3–7 июня 2008 г. РГПУ им. А.И. Герцена, С. 238–240.
24. Афанасьев А.В., Ильин В.А., Мошников В.А. и др., Синтез нано- и микропористых структур электрохимическими методами // Биотехносфера, № 1–2 (13–14), 2011. с. 39–45.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Разработка алгоритма задачи автоматизации отдела логистики

Исабеков Жанат Бейсембаевич, старший преподаватель;
Айтмукамбетов Данияр Каримович, студент
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова (Казахстан)

Разработка алгоритма является специфическим методом для создания автоматизаций отдела, а также способа решения проблемной области. Прикладной разработкой алгоритма является инжиниринг алгоритма. Разработка алгоритма — это отождествление и объединение во множество решений теорий исследования операций. Методиками разработки и реализации разработки алгоритма будут шаблоны, такие как шаблонные методы и декораторы, использование структуры данных, а также имя и сортировка списков.

В данной статье рассматривается разработка алгоритма задачи автоматизации отдела логистики. Логистическая деятельность носит интегрированный характер и простирается от момента возникновения потребности в продукции до момента удовлетворения данной потребности.

Логистическое управление компанией можно определить как сквозное (интегрированное) управление бизнес-процессами по продвижению продукции и сопутствующих ему потоков от источника его возникновения до конечного потребителя с целью достижения максимальной эффективности деятельности компании. Логистическое управление в компании выполняет функции организации, планирования, регулирования, координации, контроля и анализа. Одной из важнейших задач логистического менеджмента в компании является координация логистических функций и согласование целей с поставщиками, подрядчиками и потребителями. Объектом логистического управления являются потоки, потоковые процессы, любые процессы, связанные с перемещением чего-либо. Логистическое управление компанией можно также рассматривать как систему, увязывающую в единое целое управление, как внутренними бизнес-процессами, так и бизнес-процессами партнеров. В основе логистического управления компанией лежит идея непрерывного мониторинга всей логистической цепи.

Для разработки автоматизации отдела логистики была выбрана система «1С:Предприятие 8.0». «1С:Предприятие» это система программ, включающая платформу и набор построенных на ее основе бизнес-приложений (прикладных решений), предназначенных для множества отраслей и предприятий разного масштаба.

«1С:Предприятие» — система программ для автоматизации управления и учета, основанная на передовой технологической платформе, которая обеспечивает высокую функциональность и гибкость, масштабируемость от однопользовательских до клиент-серверных и территориально распределенных решений, от самых малых до весьма крупных организаций и бизнес-структур. Технологическая платформа включает средства, позволяющие максимально сократить сроки разработки, возможности платформы обеспечивают не только высокую скорость первоначальной разработки продукта, но и его быструю адаптацию в дальнейшем ее совершенствование.

В «1С:Предприятии» было введено четкое разделение на платформу и бизнес приложение. Платформа представляет собой, framework, в которой функционирует бизнес-приложение. Кроме того, платформа содержит, разумеется, и инструментарий, необходимый для разработки, администрирования и поддержки бизнес-приложений. Такое приложение является самостоятельной сущностью и может выступать в качестве отдельного программного продукта, но полностью опирается на технологии платформы, алгоритм работы системы представлен на рисунке 1.

В основе бизнес-приложения лежат метаданные. Они представляют собой структурированное декларативное его описание. Метаданные образуют иерархию объектов, из которых формируются все составные части прикладной системы и которые определяют все аспекты ее поведения [1, с. 5–9]. Метаданными описываются структуры данных, состав типов, связи между объектами, особенности их поведения и визуального представления, система разграничения прав доступа, пользовательский интерфейс и т.д.

В «1С:Предприятии» изначально заложена строгая ориентация на построение прикладного решения на основе определенной модели. Под моделью понимается вся идеология построения прикладного решения.

На основе выше изложенного следует разработать автоматизированную систему отдела логистики, что позволит: упорядочение и систематизация данных, формализация сбора информации, поиск справочной информации, формирование отчетов и автоматизировать деятельность менеджера отдела логистики.



Рис. 1. Алгоритм решения системы автоматизации отдела логистики

Литература:

1. Рязанцева Н.А., Рязанцев Д.Н. «. 1С: Предприятие. Бухгалтерский учет. Секреты работы», БХВ-Петербург, 2007 г. 320 с.

Синтез производственного расписания загрузки оборудования в условиях неопределенности

Алехин Алексей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;
Тюленев Сергей Геннадьевич, магистрант
Волгоградский государственный технический университет

Управление производственными системами на машиностроительных предприятиях осуществляется, главным образом, за счет формирования производственного расписания загрузки технологического оборудования. В условиях производства производственное расписание подвержено действию случайных возмущений: отказ оборудования, отсутствие требуемого ресурса, поломка инструмента, изменение производительности технологического оборудования и возмущений, связанных с изменением портфеля заказов. Случайные возмущения, как правило, приводят к срыву производственного расписания. Это в свою очередь влияет на себестоимость выпускаемой продукции. Следовательно, задача составления производственного расписания, при котором влияние случайных возмущений будет минимально, является актуальной задачей.

В качестве оценки влияния случайных возмущений использовали отклонение от производственного расписания.

При составлении производственного расписания нами использовались эвристические правила. Каждая эвристика включает в себя правило выбора очередной операции и правило ее назначения на определенную машину.

Комбинируя эвристики на каждом шаге синтеза производственного расписания, строили допустимое решение. Учитывая случайные возмущения при синтезе производственного расписания, получали разное время выполнения заказа. Для реализации предложенного метода составления производственного расписания нами разработана программа на языке C# в Visual Studio.

В разработанной программе модель производства представляется в виде сети Петри. Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, со-

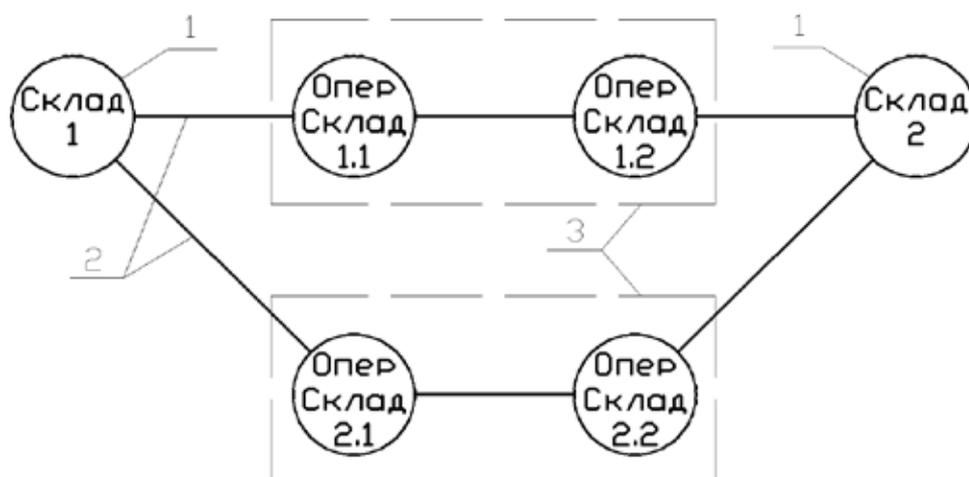


Рис. 1. Представление оборудования в сетях Петри

1 – накопительные устройства, 2 – транспортные устройства, 3 – обрабатывающие устройства

стоящий из вершин двух типов – позиций и переходов, соединённых между собой дугами. В позициях могут размещаться маркеры (детали), способные перемещаться по сети.

Все технологическое оборудование делится на три типа – транспортные устройства, обрабатывающие устройства и накопительные устройства. Такое деление обусловлено различным представлением каждого оборудования в сетях Петри (рис. 1).

Влияние случайных возмущений на технологический процесс в разработанной модели реализуется путем изменения спроектированной сети Петри. Определенные переходы и позиции сети Петри могут «выходить из строя» с вероятностью, заданной пользователем на основании реального технологического процесса и на время необходимое для ремонта технологического оборудования – это и приводит к изменению сети.

Проведя оценку состояния системы на начальный момент пользователь выбирает приоритеты эвристических правил, действующих на каждом переходе и позиции. В соответствии с приоритетами этих правил на каждом участке программа осуществляет один из возможных переходов для выбранного маркера сети. В реальном технологическом процессе это эквивалентно выбору детали и одной из веток технологического маршрута для ее обработки.

База эвристических правил [1, с. 16]:

1. выбирается операция с наименьшим временем окончания обслуживания на предыдущей стадии;
2. выбирается машина, на которой обслуживание данной операции закончится раньше, чем на других машинах;
3. выбирается операция с наибольшим временем окончания обслуживания на предыдущей стадии;
4. выбирается операция с наименьшим временем окончания обслуживания на текущей стадии;

5. выбирается операция с наибольшим временем окончания обслуживания на текущей стадии;

6. выбирается операция с наименьшим временем длительности всех работ;

7. выбирается операция с наибольшим временем длительности всех работ;

8. выбирается операция с наименьшим временем длительности оставшихся работ;

9. выбирается операция с наибольшим временем длительности оставшихся работ;

10. выбирается деталь из партии с более ранним сроком выполнения заказа.

Блок схема программы моделирования технологического процесса приведена на рисунке 2.

В параметры сети Петри входят:

1. графическое задание сети Петри согласно технологическому процессу (рис. 1);
2. задание длительности срабатывания каждого перехода, которая является моделью времени обработки или транспортирования детали;
3. задание емкости каждой позиции, которая является моделью реальной емкости склада деталей или оперативного склада оборудования.

Ввод задания на обработку детали:

1. тип заготовки;
2. количество;
3. маршруты обработки;
4. стадия готовности (возможно, что часть заготовок уже находится в промежуточной стадии обработки);
5. время выполнения заказа.

Задание вероятности возмущений включается в себя определение вероятности выхода из строя позиции или перехода сети Петри.

Для выбора оптимального сочетания эвристических правил используется генетический алгоритм. Генетический алгоритм представляет собой метод, отражающий

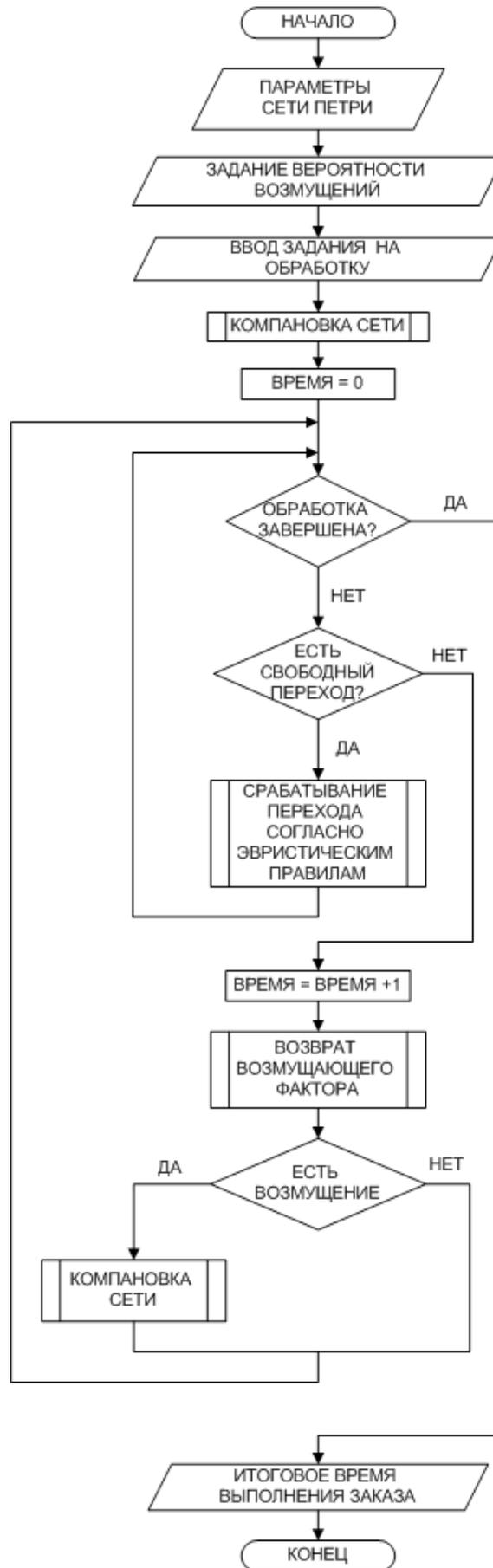


Рис. 2. Блок схема программы моделирования

естественную эволюцию методов решения проблем и в первую очередь задач оптимизации. Генетические алгоритмы — процедуры поиска, основанные на механизмах естественного отбора и наследования. В них используется эволюционный принцип выживания наиболее приспособленных особей. Они имеют преимущество в сравнении с традиционными методами оптимизации. В частности, генетические алгоритмы [3]:

1. обрабатывают закодированную форму параметров задачи;
2. осуществляют поиск решения исходя из некоторого множества точек пространства возможных решений;

3. используют только целевую функцию;
4. применяют вероятностные правила выбора.

Первоначальная настройка эвристических правил может осуществляться пользователем для создания начальной популяции. В качестве целевой функции используется минимальное **итоговое время выполнения заказа**. Для реализации генетических алгоритмов в .NET Framework использовалась библиотека Genetic [2].

Результатом синтеза производственного расписания является комбинация эвристик, при которой время выполнения заказа минимально с учетом влияния случайных возмущений.

Литература:

1. Секаев В.Г. Модели и методы планирования загрузки оборудования участка ГПС при решении задач оперативного управления [Текст]: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук : 05.13.01 / В.Г. Секаев — Новосибирск, 2006. — 21 с.
2. Библиотека для реализации генетических алгоритмов в .NET Framework 2.0 — <http://jenyay.net/Programming/Genetic>
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с Польск. И.Д. Рудинского. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

Системный анализ процесса проектирования портативного устройства для формирования топливных брикетов

Сельдемирова Екатерина Владимировна, магистрант;
Ханов Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор;
Асеева Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Основными энергетическими ресурсами в настоящее время выступают нефтепродукты, газ, уголь. В связи с тем, что перечисленные ресурсы невозобновляемые, возрастает актуальность применения альтернативных источников энергии. Существует несколько способов использования альтернативных источников энергии и развития альтернативной энергетики, например, ветровая, солнечная, геотермальная, биоэнергия и т.д. Использование древесных и сельскохозяйственных отходов различных производств также является одним из способов решения этой проблемы. Это и привело к активному использованию технологий по переработке бытовых и промышленных отходов.

Среди твёрдого биотоплива принято различать: пеллеты (гранулы), мелкий порошок и брикеты [1]. Наибольший интерес представляют собой топливные брикеты, которые внешне напоминают обычные дрова. Рынок сбыта топливных брикетов распространяется, в первую очередь, на малые коммунальные хозяйства, частные домовладения, пользователей каминов и т.п. Большой части этого круга потребителей было бы выгодно не покупать топливные брикеты, а самостоятельно производить их в небольших

количествах из сырья, которым выступали бы бытовые отходы, отходы садоводческих хозяйств, животноводческих ферм и др. Однако на рынке в настоящее время не представлено устройств, удовлетворяющих этим нуждам. Поэтому разработка портативного устройства для формирования топливных брикетов из отходов деревообрабатывающих предприятий и органического мусора, которое бы объединяло в себе функции измельчителя и формообразователя, является актуальной. На рисунке 1 представлены основные стадии проектирования устройства.

В нашей работе рассмотрен структурный подход к проектированию, основанный на методологии IDEF0 [4, 5], который позволяет создать наглядную модель процесса выполнения научной работы в виде структурированной иерархии диаграмм.

На верхнем уровне контекстной диаграммы определяются цели, задачи научного исследования, исходное задание и итог работы, а так же средства и методы достижения результата (рис. 2). Декомпозиция контекстной диаграммы определяет основные этапы исследования (рис. 3). Каждый из выделенных этапов включает в себя ряд декомпозиций.

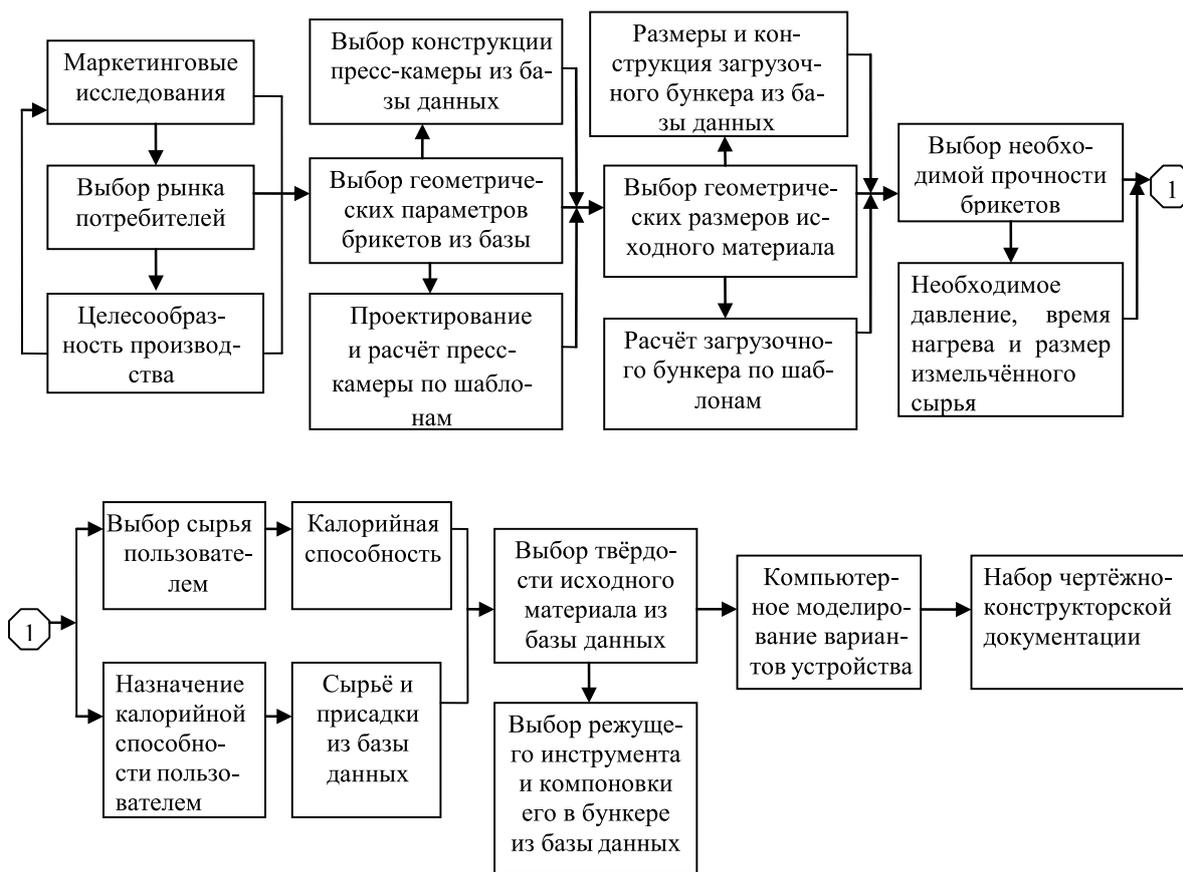


Рис. 1. Проектирование устройства для производства топливных брикетов

Изучение современного состояния проблемы и рынка формованных изделий (функциональный блок А2, рис. 3) позволило выявить наиболее прогрессивные и актуальные для разработки области исследования: формовка изделий из бетона, на примере «архитектурного бетона»; формовка изделий из пластика, на примере коррексов и одноразовых контейнеров; формовка изделий из древесины, на примере ДВП и топливных брикетов. Наши исследования проводились в области формовки топливных брикетов. Более глубокое изучение данной отрасли позволило сделать выбор способа формовки брикетов – способ Pini&Key. При выборе состава для изготовления топливных брикетов предпочтение было отдано брикетам из лигносодержащих материалов. Таким образом, на первом этапе была строго определена область дальнейшего исследования – формообразующие устройства для изготовления древесных топливных брикетов способом Pini&Key.

При многоуровневом рассмотрении и сравнении существующих устройств для формирования топливных брикетов (рис. 4) было выбрано устройство-прототип, на базе которого разрабатывалась конструкция портативного механизма для формирования топливных брикетов (функциональный блок Р. 3 на рис. 3).

На следующем этапе разрабатывалось устройство измельчения лигносодержащего сырья и схема размещения данного устройства в конструкции. Выявлялись недостатки устройства-прототипа и принимались решения

для их устранения. Была создана 3D-модель портативного устройства в программном пакете Solid Works [2, 3] и определены дифференциальные зависимости свойств брикетов от параметров установки.

После проведения имитационных испытаний (рис. 5) предусмотрено внесение в конструкцию портативного устройства изменений для достижения оптимального результата.

На основании оценки качества проектирования устройства-прототипа и разработанного портативного устройства можно сделать выводы о возможностях повышения качества проектирования формообразующих устройств за счёт использования трёхмерного моделирования. Итогом работы служит разработанное портативное устройство для формирования топливных брикетов, удовлетворяющее ряду приоритетных задач в сфере энергосбережения и экологии.

Внедрение эффективных систем планирования позволяет повысить качество производимых исследований и сократить временные, трудовые и финансовые затраты на их осуществление. Графическое представление модели научно-исследовательской работы в виде иерархии диаграмм позволило ещё на начальном её этапе значительно сузить рамки исследований, выделить наиболее актуальную область исследования, обеспечило наглядность этапов выполнения работы и «прозрачность» хода исследований.

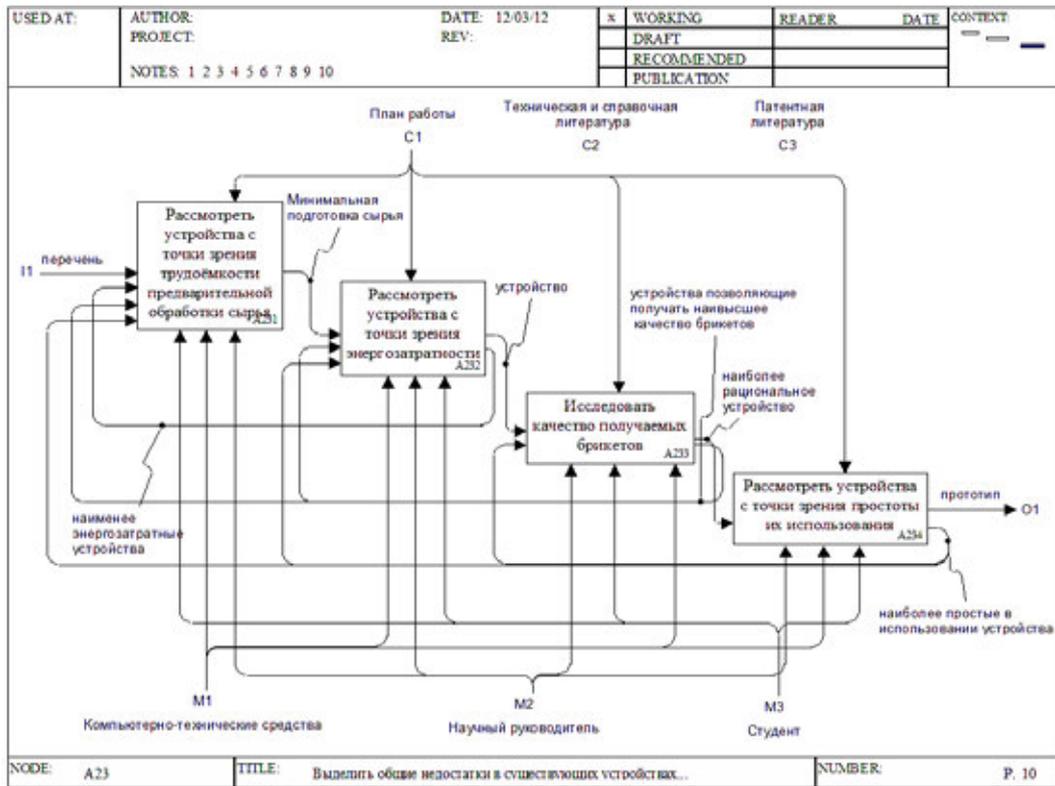


Рис. 4. Дочерняя диаграмма, выбор устройства-прототипа

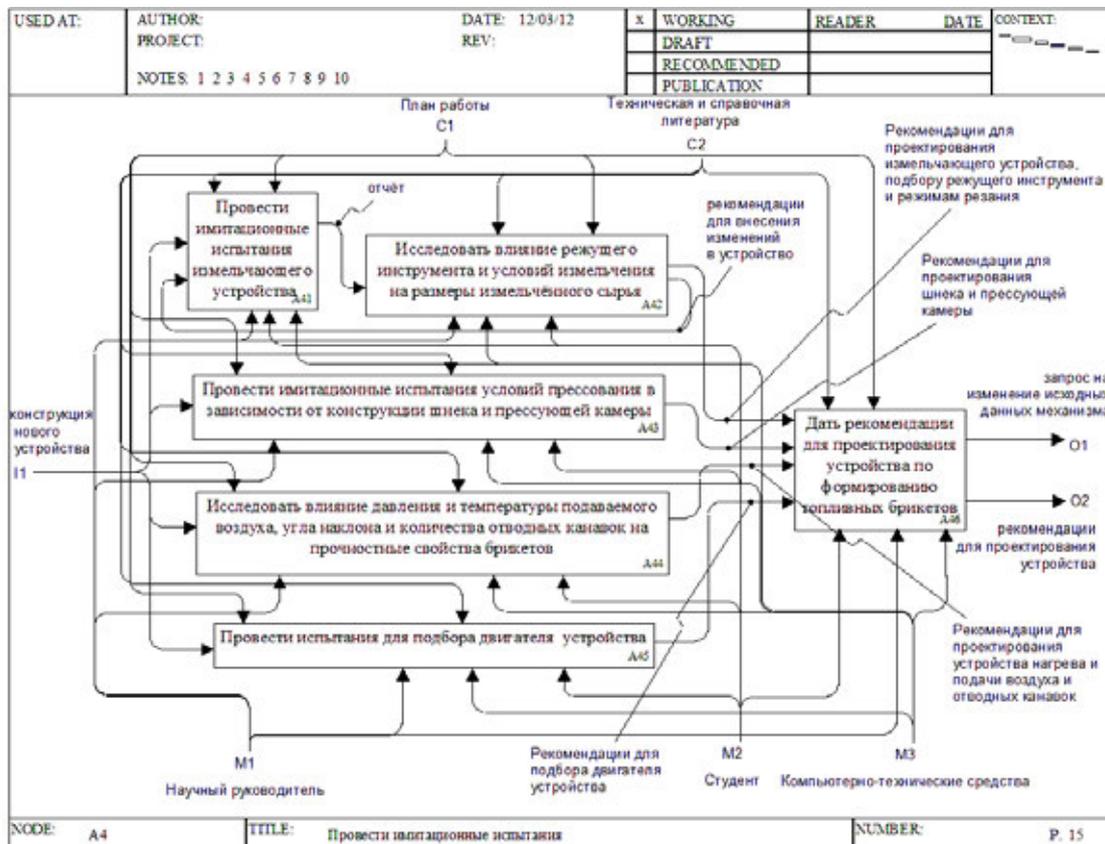


Рис. 5. Дочерняя диаграмма, проведение имитационных испытаний в пакете Solid Works

Литература:

1. Кулагина Т.А. Рациональное использование отходов на примере деревообрабатывающего предприятия / Т.А. Кулагина, Е.Н. Писарева, Д.В. Слабодчикова, В.В. Ушакова // Вестн.МАЭБ. Т.14. – 2009.-№6. – с. 105–112.
2. 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.
3. Ханов Г.В., Сельдемирова Е.В. Портативное устройство для производства топливных брикетов из органического мусора // Экономика природопользования и природоохраны: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2011. – С. 132–136.
4. Судов Е.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е.В. Судов, А.И. Левин // НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – М., 2002.
5. Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. Введение в CALS-технологии: Учебное пособие. Ковров: КГТА, 2002. – 137 с.

Исследование нанокompозитов на основе диоксидов кремния и титана, полученных в условиях золь-гель роста

Грачева Ирина Евгеньевна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Зыгарь Климентий Владимирович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

В последние годы наноматериалы вызывают большой интерес для фундаментальных научных исследований и прикладного технического применения. Комплексные исследования наноматериалов осуществляют с привлечением электронной микроскопии, эллипсометрии, атомно-силовой микроскопии, электронно-зондовых методов [1] и др. на основе многокомпонентных систем осуществляется с помощью электро-зондовых методов. Широкое применение в нанотехнологии находят золь-гель процессы [2–6], не являющиеся термодинамически равновесными. В ближайшие годы можно прогнозировать интенсивное развитие золь-гель технологии наноструктурированных материалов по следующим научно-техническим направлениям: биосовместимые нанотехнологии, спинтроника (слоевые нанокompозиции на основе сложных оксидов со структурой перовскита). Органические наноструктуры, синтезированные золь-гель методом можно использовать в качестве темплатов для создания материалов с самой экзотической морфологией. В частности, данный подход интенсивно изучается, успешно и широко применяется для создания материалов на основе диоксида кремния и металлооксидов [7–10] с различной морфологией [11, 12] и контролируемой пористостью [13–15]. Начиная с 80-х годов прошлого столетия большое внимание уделяется изучению механизмов образования фрактальных структур в золь-гель процессах. Пионерскими работами в данном направлении были работы Schaefer D.W. и Keefer K.D. [16, 17]. Модели роста и эволюции фрактальных структур в золях, а также вопросы самоорганизации достаточно полно отражены в обзоре [18].

Цель настоящей работы направлена на изучение методом атомно-силовой микроскопии механизмов образования структур на основе диоксидов кремния и титана в условиях золь-гель роста, в которых исходные фрактальные агрегаты образуются по всему объему коллоида в результате диффузионно-лимитированной агрегации, а дальнейшие (более замедленные) процессы уже протекают при возрастающей роли кластер-кластерных взаимодействий.

Исходные компоненты, использованные для приготовления золь, представляли собой легко гидролизующиеся соединения, которые в результате взаимодействия с водой образовывали полимолекулы или полисольватированные группы. Для получения пленочных наноструктур на основе диоксида кремния был выбран представитель алкоксисоединений этиловый эфир ортокремневой кислоты (ТЭОС, $Si(OC_2H_5)_4$). Растворы ТЭОС обуславливали пленкообразующие качества и способность к растеканию по поверхности подложек. Реакции гидролиза и поликонденсации ТЭОС проводили в присутствии изопропоксида титана ($C_{12}H_{28}O_4Ti$). Бутиловый спирт использовали в качестве растворителя. Приготовленные золи наносили на поверхность кремниевых подложек, предварительно обработанных в ацетоне, спирте и деионизированной воде под воздействием ультразвука, распределяли с помощью центрифуги (3000 об/мин) и подвергали термической обработке при температуре 900 °С. Исследования полученных в работе пленочных нанокompозитов с помощью электронографа малоуглового регистрирующего ЭМП-100 (SELM1) свидетельствовали, что

диоксид титана кристаллизуется в тетрагональной модификации с решеткой типа рутил при температуре выше 900°C.

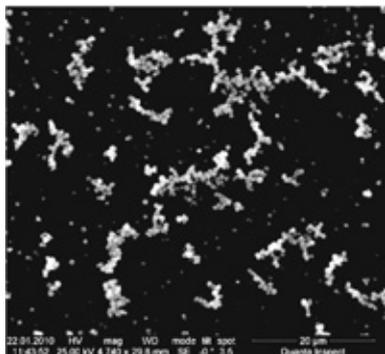


Рис. 1. Микрофотография фрактальных агрегатов на основе диоксида кремния

Нужно отметить, что на всех этапах золь-гель процессов протекают многообразные реакции, влияющие на конечный состав и структуру ксерогеля. На этапе синтеза и созревания золя возникают фрактальные агрегаты. В качестве иллюстрирующего примера на рис. 1 приведены микрофотографии созданных золь-гель методом фрактальных агрегатов на основе диоксида кремния, полученные с помощью электронной микроскопии в режиме вторичных электронов (в нижнем правом углу микрофотографий находится масштабная линейка). Из анализа совокупности изображений (рис. 2) видно, что плечная структура представляет собой консолидированные достаточно крупные образования кластеров размером от единиц до десятков микрометров, состоящих из сферических частиц. Модель роста фрактальных агрегатов в золе относится к модели диффузионно-лимитируемой агрегации, согласно которой агрегационные явления возникают в результате подавления в локальной области дальнедействующих сил отталкивания между частицами золя, которые совершают хаотическое движение в растворе. Это приводит к росту агрегата за счет присоединения к агрегату очередной частицы в результате столкновения. После столкновения с агрегатом частица закрепляется на агрегате в месте соударения.

Для понимания некоторых физико-химических процессов, происходящих на стадии приготовления золь-гелей, в работе были поставлены компьютерные эксперименты по модифицированной модели «кластер-частица», выделение особенностей формирования фрактальных агрегатов в двухкомпонентных системах. В рамках модели каждая частица стартовала из случайно выбранной точки на большой окружности с центром в зародыше. Закономерности роста фрактальных объектов устанавливались с учетом вероятности присоединения частицы к растущему агрегату в трех координационных сферах. Так как золи получали с использованием 2-х прекурсоров Si (OC₂H₅)₄ и C₁₂H₂₈O₄Ti, компьютерное моделирование было проведено в системе, состоящей из 2-х видов частиц. Добавление ТЭОС к спиртовому раствору C₁₂H₂₈O₄Ti

осуществлялось только после разрушения структуры растворимого вещества (C₁₂H₂₈O₄Ti) и взаимодействия растворителя с частицами растворенного вещества, поэтому в расчетах предполагалось, что частицы второго типа начинают диффундировать в пространстве после того, как 50 % частиц первого типа, совершив случайные перемещения на решетке, присоединилось к агрегату. В качестве иллюстрирующих примеров на рис. 2 представлены некоторые результаты моделирования, показывающие, что соседние ветви Виттен-Сэндеровских агрегатов могут объединяться.

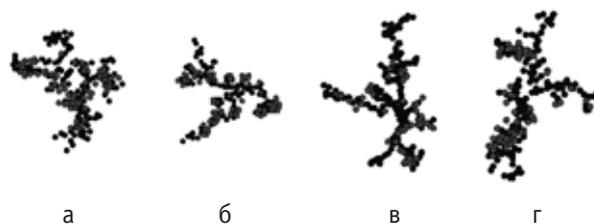


Рис. 2. Некоторые результаты компьютерного моделирования (модель кластер-частица)

На определенной стадии приготовления золь-гелей образуются фрактальные разветвленные макромолекулы, при взаимодействии боковых цепей по концам которых формируются трехмерные полимеры, представляющие собой неправильные сетки (оборванные и замкнутые). Сшивание осуществляется и с помощью коротких «перемычек» между цепями. Таким образом, диффузионно-лимитированная агрегация закономерно протекает одновременно со случайным характером кластер-кластерной агрегации. В результате происходят случайные контакты между фрактальными агрегатами и частицами, реакции сшивания между разветвленными структурами, что иллюстрируют изображения, приведенные на рис. 3 (размер сканированного изображения: а): 5×5 мкм²; б) 10×10 мкм²).

В золь-гель процессах перколяционные пористые наноконструкты возникают благодаря спиноподобному распаду, происходящему в процессе нанесения золя на поверхность подложки и термической обработки структур. В условиях спиноподобного распада происходит переход однофазной в гетерофазную систему. Спиноподобный распад происходит на чистый растворитель и концентрированный гель. Выглядит это явление как выжимание из структурной сетки растворителя и приводит к образованию пор. На рис. 4 (размер сканированного изображения: а) 1 × 1 км²; б) 5 × 5 км²) приведены изображения корпускулярно-пористой структуры на основе диоксидов кремния и титана, где порами являются промежутки между частицами.

С применением методов сканирующей зондовой микроскопии экспериментально определен нуклеофильный механизм образования гетерофазных систем. Выявлено, что при увеличении диэлектрической составляющей в

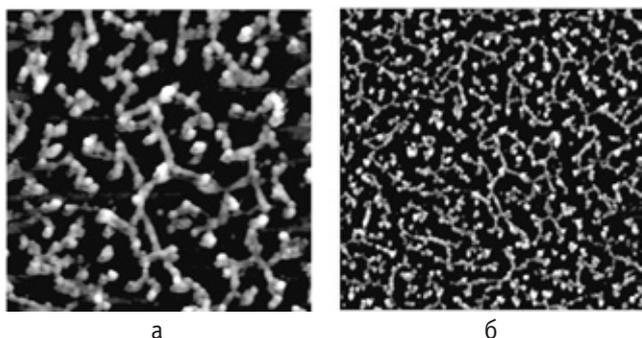


Рис. 3. Атомно-силовое изображение фрактальных структур на основе диоксидов титана и кремния

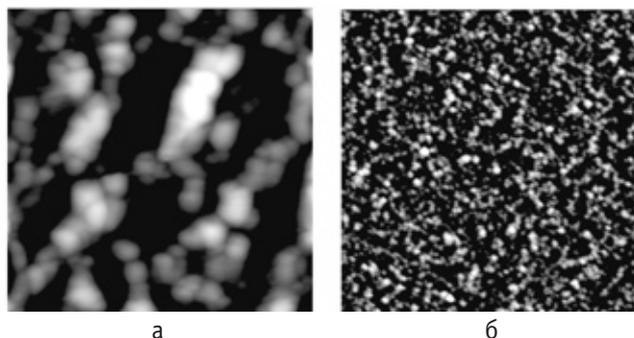


Рис. 4. Атомно-силовое изображение корпускулярно-пористой структуры на основе диоксидов титана и кремния

нанокompозитах на основе диоксида титана и диоксида кремния происходит переход сферических областей (рис. 5) в шарообразные объекты, внутри которых располагаются правильные треугольники, стороны которых составляют гантелеобразные структуры (рис. 6). При дальнейшем увеличении диэлектрической составляющей в материалах появляются достаточно большие образования микронных размеров в виде выпуклых многогранников (рис. 7).

Результаты атомно-силовой микроскопии были сопоставлены с данными, полученными с помощью метода эллипсометрии. В таблице 1 представлены типичные данные измеренных оптических характеристик. Выявлено, что при увеличении выдержки золь происходит увеличение эффективного коэффициента преломления и уменьшение толщины пленочных структур.

В дальнейшем экспериментальные исследования будут направлены на сопоставление величины чувствительности к восстанавливающим газам-реагентам, эффективного коэффициента преломления и морфологии пленочных нанокompозитов на основе диоксидов кремния и титана, полученных в условиях различных механизмов об-

Таблица 1

Время выдержки золь, ч	Эффективный коэффициент преломления	Толщина нанокompозита, нм
24	1,261	380
48	1,461	300
72	1,873	220
96	2,083	190
120	2,107	190

разования гетерофазных систем в золь-гель процессах: нуклеофильного роста и спинодального распада.

В заключении авторы выражают благодарность Горляку А.Н. за помощь в организации измерений полученных экспериментальных образцов с помощью метода эллипсометрии. Работа проводилась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы при выполнении государственного контракта П1249 от 07.06.2010.

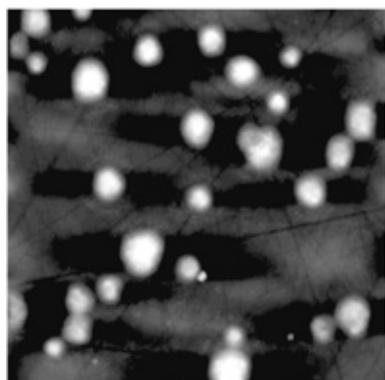


Рис. 5. Атомно-силовое изображение нанокompозита состава 90TiO₂–10SiO₂ (размер сканированного изображения 10 × 10 мкм²)

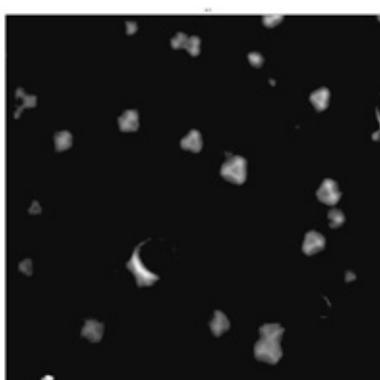


Рис. 6. Атомно-силовое изображение нанокompозита состава 70TiO₂–30SiO₂ (размер сканированного изображения 20 × 20 мкм²)

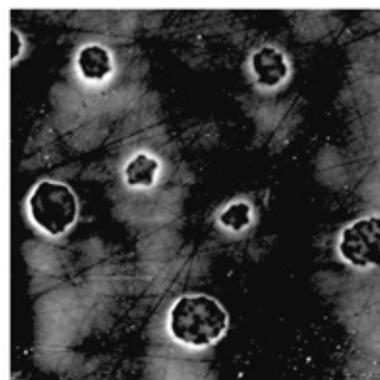


Рис. 7. Атомно-силовое изображение нанокompозита состава 60TiO₂–40SiO₂ (размер сканированного изображения 50 × 50 мкм²)

Литература:

1. Мошников В.А. Локальные энергетические воздействия в исследовании и получении полупроводниковых твердых растворов // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – СПб. – 1996.
2. Brinker C.J., Scherer G.W. Sol-Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing. San Diego: Academic Press, 1990. 908 p.
3. Семиченко Г.Д. Золь-гель процесс в керамической технологии. Харьков: Харьк. политех. ин-т., 1997. 144 с.
4. Handbook of sol-gel science and technology: processing, characterization, and applications / Ed. Sumio Sakka. New York, 2004. – V. 1–3.
5. Corriu R., Nguyen T.A. Molecular Chemistry of Sol-Gel Derived Nanomaterials. John Wiley & Sons, 2009.
6. Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.А. Основы золь-гель технологии нанокompозитов. 2-е издание. СПб.: ООО «Техномедиа». Изд-во «Элмор», 2008. 225 с.
7. Мошников В.А., Грачева И.Е., Пронин И.А. Исследование материалов на основе диоксида кремния в условиях кинетики самосборки и спинодального распада двух видов // Нанотехника. – № 2. – 2011. – С. 46–54.
8. Metal-oxide-based nanocomposites comprising advanced gas sensing properties / A.A. Popomareva, V.A. Moshnikov, D Glöß et al // Journal of Physics: Conference Series. – 2012. – V. 345. P. 012029.
9. Фазовые и структурные превращения в нанокompозитах на основе $\text{SnO}_2 - \text{SiO}_2 - \text{In}_2\text{O}_3$ / И.Е. Грачева, А.И. Максимов, В.А. Мошников, О.Ф. Луцкая // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2006. – № 2. – с. 40–44.
10. Синтез и исследование газочувствительных слоев на основе нанокompозитов системы $\text{SnO}_2 - \text{SiO}_2 - \text{In}_2\text{O}_3$ / Грачева И.Е., Луцкая О.Ф., Максимов А.И. и др. // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2005. – № 2. – с. 18–23.
11. Gracheva I.E., Spivak Yu.M., Moshnikov V.A. AFM techniques for nanostructures materials used in optoelectronic and gas sensors // IEEE EUROCON 2009, EUROCON 2009 St. Petersburg. – 2009. – P.1250–1253.
12. Net-like structured materials for gas sensors / I.E. Gracheva, V.A. Moshnikov, S.S. Karpova, E.V. Maraeva // Journal of Physics: Conference Series. – 2011. V. 291, №1. – P. 012017.
13. Леньшин А.С., Мараева Е.В. Исследование удельной поверхности перспективных пористых материалов и наноструктур методом тепловой десорбции азота. Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2011 – № 6 – С. 9–16.
14. Мошников В.А., Грачева И.Е., Аньчков М.Г. Исследование наноматериалов с иерархической структурой, полученных золь-гель методом // Физика и химия стекла. – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 672–684.
15. 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.
16. Schaefer D.W. Keefer K.D. Fractal geometry of silica condensation polymers // Phys. Rev. Lett. 1984. V. 53. N. 14. P. 1383–1386.
17. Schaefer D.W. and Keefer K.D. Structure of Random Porous Materials: Silica Aerogel // Phys. Rev. Lett. 1986. V. 56. Issue 20. P. 2199–2202.
18. Ролдугин В.И. Свойства фрактальных дисперсных систем // Успехи химии. 2003. Т. 72. № 11. С. 1027–1054.

Исследование возможности применения модификаторов на основе углеродных наноструктур в технологии эффективных строительных материалов

Жуков Максим Олегович, магистрант;

Михалева Зоя Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;

Толчков Юрий Николаевич, аспирант

Тамбовский государственный технический университет

В последние годы в мире сформировалось новое научно-технологическое направление, связанное с получением и применением углеродных наноструктур, обладающих аномально высокой поверхностной энергией и мощным ди-

сперсионным взаимодействием [2]. Это открывает новые возможности для создания широкого спектра наноструктурированных строительных композитов, в том числе бетонов, с улучшенными функциональными характеристиками.

Наиболее универсальным и эффективным способом регулирования свойств бетона является введение в цементно-песчаную смесь дополнительных компонентов — добавок.

В последние годы термин «добавки» все чаще заменяется или отождествляется с термином «модификаторы». Под модификаторами так же понимаются вещества, улучшающие (модифицирующие) и регулирующие технологические свойства бетонных смесей и технические свойства бетона [4].

Углеродные нанотрубки (УНТ), обладающие высокими механическими характеристиками, рассматриваются как эффективное средство повышения физико-механических свойств композитных материалов. Они имеют свободные химические связи; поэтому — могут обеспечивать лучшее сцепление бетонной смеси и заполнителя и, как следствие, повышать прочность материала. Так же нановолокна и нанотрубки могут играть роль армирующего материала из-за их высокой прочности и большого модуля упругости, а так же являться центрами направленной кристаллизации [3].

Однако для реализации этой возможности необходимо добиться хорошего сопряжения между поверхностью УНТ и матрицей. Это обеспечивает эффективную передачу нагрузки от материала нанотрубки и, в конечном счете, приводит к повышению прочностных характеристик композита. В противном случае нанотрубки, могут ухудшить прочностные свойства композита.

Отталкиваясь от формулы Слейтона-Кирквуда [5], выражающей основной коэффициент разложения C_6 в оценке энергии дисперсионного взаимодействия (C_6/R^6) через величины статической поляризуемости α^A и α^B взаимодействующих молекул, получим:

$$C_6 = 3/2 \times \alpha^A \alpha^B / 2 (\alpha^A / N_A + \alpha^B / N_B), \text{ где}$$

N_A и N_B — число валентных электронов во взаимодействующих молекулах.

Для фуллерена C-60 это число, по крайней мере, 60. Очевидно, что в этом случае энергетические показатели дисперсионного взаимодействия будут аномально высокими.

Это подтверждается сильнейшей когезией углеродных наноматериалов в суспензиях, когда для разделения агрегатов, объединяющих группы фуллероидных кластеров требуется длительное и интенсивное внешнее воздействие.

Исходя из выше изложенного, логично рассматривать фуллероиды, как потенциальный инструмент для модификации межфазных границ в самых различных конденсированных средах, причем при относительно малых количествах самих наномодификаторов. Отталкиваясь от рассмотренных теоретических закономерностей, бала выдвинута гипотеза о возможности управления структурой цементного камня, путём затворения цементно-песчаной смеси коллоидной системой вода — углеродные нанотрубки.

Углеродный наноматериал «Таунит» представляет собой фуллереноподобные тубулированные связи и пучки углеродного наноструктурного материала (Рис. 1). Многослойные трубки имеют в среднем наружный диаметр — 40 нм, внутренний — 5 нм., плотность: 560 кг/м³, средняя длина одиночных нанотрубок составляет — 2 мкм.

Свойства порошковых материалов, суспензий и эмульсий во многом зависит от размера создающих их частиц. Анализ показал, что основная весовая доля агрегатов частиц УНМ «Таунит» находится в пределах 55—600 мкм. (Рис. 2). Допускается предположение, что дополнительное измельчение УНМ «Таунит» может оказать более интенсивное воздействие на появление дополнительных точек роста активности (частичное армирование, регулирование кристаллизационных процессов).

В качестве объекта исследования влияния наномодифицирующих добавок на физико-механические показатели строительного композита был выбран мелкозернистый бетон. Свойства мелкозернистого бетона

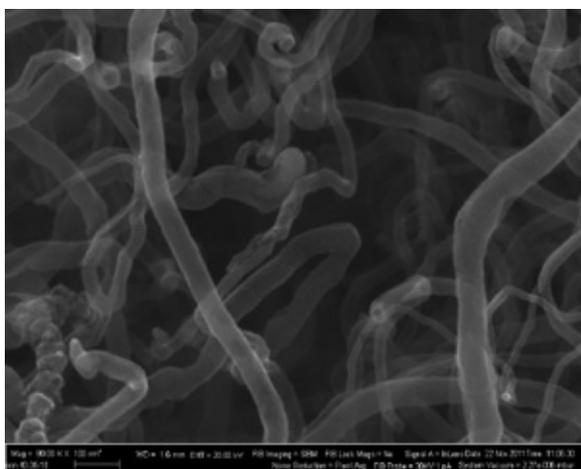


Рис. 1. Микроструктура УНМ «Таунит» Электронная микроскопия, УИЦ «Нанотехнологий и наноматериалов» ТГУ им. Державина



Рис. 2. Дисперсность УНМ «Таунит» Анализатор размеров частиц Микросайзер

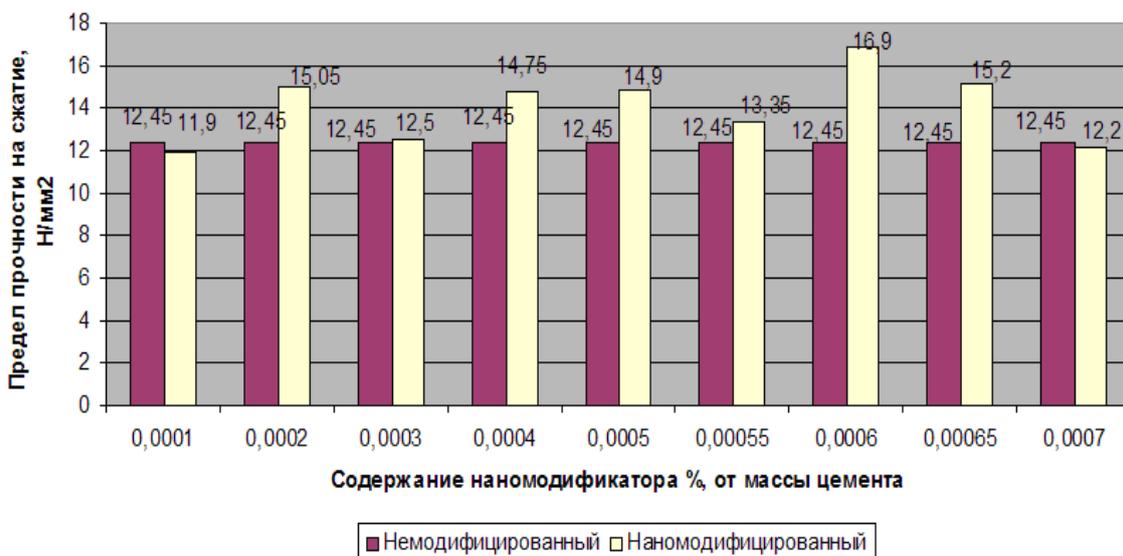


Рис. 3. Влияние наномодификатора на прочностные характеристики мелкозернистого бетона

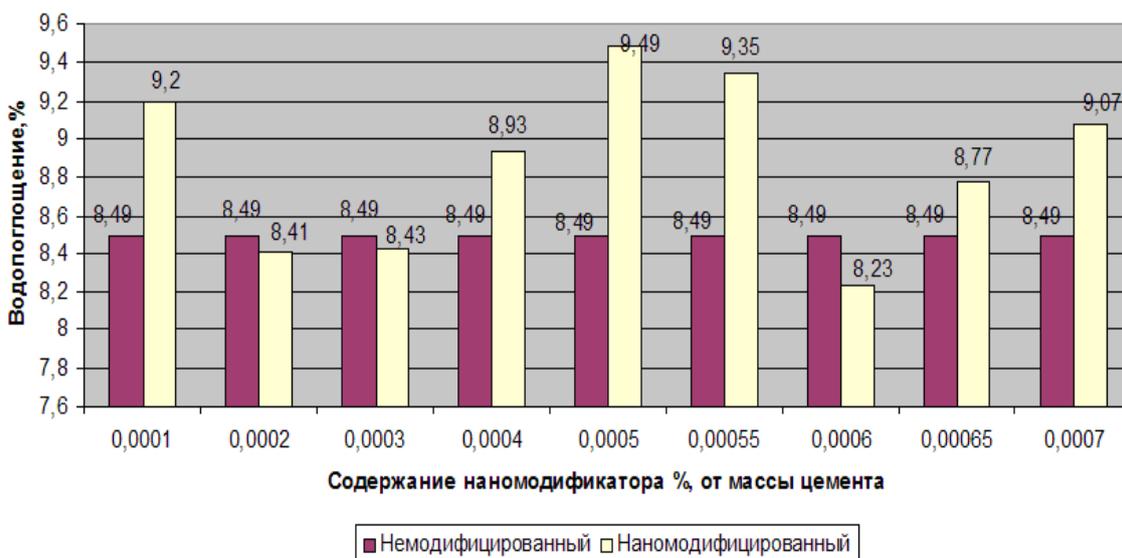


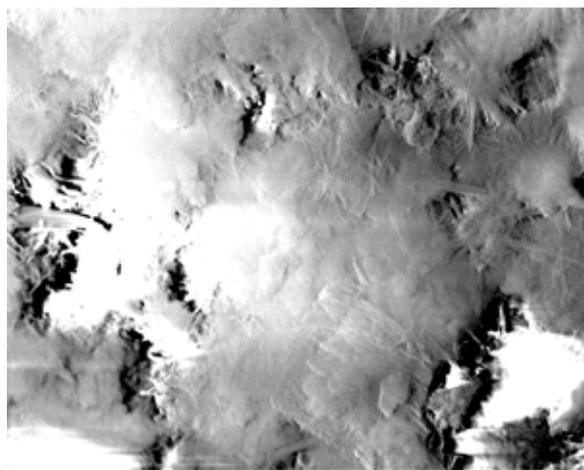
Рис. 4. Влияние наномодификатора на водопоглощение мелкозернистого бетона

определяются теми же факторами, что и обычного бетона. Однако цементно-песчаный бетон имеет некоторые особенности, обусловленные его структурой, для которой характерны большая однородность, мелкозернистость, удельная поверхность твердой фазы и т.д.

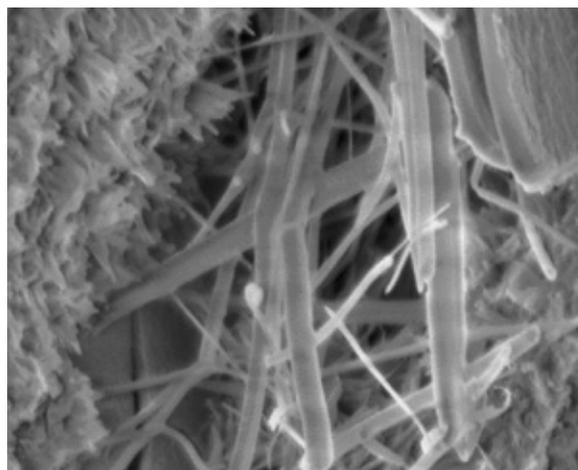
Плотность укладки частиц твёрдой фазы в процессе твердения бетона определяется характером и интенсивностью сил межмолекулярного взаимодействия и, помимо природы твёрдой фазы, зависит также от её дисперсности. При введении модифицирующих веществ происходит увеличение дисперсности твердой фазы, т.е. увеличение свободной поверхностной энергии. Это способствует развитию молекулярного взаимодействия между частицами, что вызывает возникновение множе-

ства контактов между ними и обуславливает создание пространственной сетки.

Основные свойства цемента, в том числе его активность и скорость твердения, определяются не только химическим и минералогическим составом клинкера, формой и размерами кристаллов алита и белита, наличием тех или иных добавок, но и, в большей степени, тонкостью помола продукта, его гранулометрическим составом, а также формой частичек порошка [4]. Цементный порошок весьма неоднороден по своему гранулометрическому составу, более того, степень неоднородности во многом определяют его физико-технические свойства, в частности равномерность твердения, прочность на разных сроках твердения и т.д.



Немодифицированный



Наномодифицированный

Рис. 5. Микрофотографии, полученные методом электронной микроскопии

Проведенный дисперсный анализ портландцемента показал, что весовая доля фракции цемента находится в диапазоне 7,75–100 мкм. С точки зрения оптимального соотношения количества затрачиваемой энергии направленной на увеличение удельной поверхности, методами дополнительного измельчения и дисперсности цементного порошка, полученные показатели размеров частиц объективно является предпочтительными.

В образовании качественной микробетонной структуры цементно-песчаных изделий большое значение имеет гранулометрический состав песка. Чем ближе друг к другу расположены частицы, чем прочнее между ними контакт и чем больше в единице объема таких прочных контактов, тем выше прочность структуры монолита [4]. По гранулометрическому составу сыпучего материала оценивалось количественное распределение составляющих его частиц по линейным размерам. Анализ показал, что основная весовая доля частиц песка находится в пределах 45–300 мкм.

С целью оптимизации содержания наномодифицирующей добавки на основе УНМ «Таунит» и поиска экстремума-максимума зависимости «состав-свойство», проводились экспериментальные исследования на смесях мелкозернистого бетона (Рис. 3, 4). УНМ «Таунит» — распределялся в воде затворения, под воздействием ультразвука. После чего вода, активированная углеродными нанотрубками, совмещалась с тестом минерального вяжущего. Таким образом, решалась проблема равномерного распределения такой нанофибры в строительном композите. Предел исследуемых концентраций находился в следующем диапазоне от 0,0001% до 0,0007%, от массы цемента (что обусловлено не только экономией, но и агрегативной устойчивостью фуллероидов). Эффект

от влияния наномодифицирующих добавок оценивался по следующим параметрам: прочности на изгиб, сжатие, водопоглощение.

Анализ представленных данных показывает, что использование наномодифицирующей добавки способствует увеличению прочности на сжатие в возрасте 28 суток по сравнению с контрольным составом на 20–25 %.

Исследования структуры наномодифицированного мелкозернистого бетона, показывают уменьшение размеров структурных элементов, что ведёт к образованию специфических непрерывных нитевидных структур, формирующихся в результате трехмерных контактов между наночастицами разных фаз, ведёт к коренному улучшению их эксплуатационных характеристик.

Наличие этих игольчатых наростов (рис. 5) может свидетельствовать об увеличении прочностных характеристик материала, так как они выполняют армирующую роль в структуре бетона и дискретное наноструктурирование цементных систем [1].

Наличие данных структур даёт возможность снизить процесс образования трещин. При затвердевании на воздухе портландцемент дает усадку. Если эта усадка будет больше, чем свойственная бетону деформативность, образуется трещина. Применение углеродных нанотроек позволяет поддерживать баланс между этими силами, препятствуя образованию трещин в бетоне.

Таким образом, в результате исследований установлено, что образцы наномодифицированного бетона быстрее набирают прочность, в среднем 30–40% и в проектом возрасте имеют прочность на 20–25% больше, чем образцы без добавок. Добавка наномодификатора в количестве 0,0006% от массы цемента обеспечивает стабильный рост прочностных характеристик на 20–25 %.

Литература:

1. www.nanobuild.ru — Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал.

2. Родионов Р.Б. Инновационный потенциал нанотехнологий в производстве строительных материалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2006, № 8, с. 72–75.
3. Сеницын Н., Дубровская Л. Прекрасный век для нано-тэк. / «Вестник строительного комплекса», № 8, 2007, с. 50–51.
4. Баженов М.Н. Новые эффективные бетоны и технологии. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. – №2.
5. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур / А.Г. Ткачев, И.В. Золотухин // Монография. – 2007. – 316 с.

Разработка методики и средств ремонта кузовных деталей автомобилей с помощью дробеструйной обработки

Звягинцев Данила Сергеевич, магистрант
Волгоградский государственный технический университет

Обработка дробью (ОД) относится к методам отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием (ППД). Обработка дробью осуществляется ударами дроби по деформируемому материалу и используется для упрочнения деталей и инструментов сложной формы, формообразования, а также для очистки деталей от окалины, нагара, остатков формовочной смеси на отливках, очистки сварных швов, удаления заусенцев и т.п.

Эффект, достигаемый при ОД, обеспечивается за счет упрочнения поверхностного слоя, создания в нем растягивающих остаточных напряжений, повышения твердости и специфической микрогеометрии, свойственной всем методам обработки с гибкой рабочей средой.

Предлагается использовать явление формообразования тонких стальных пластин при дробеструйной обработке для кузовного ремонта автомобиля. Это явление основано на свойстве металлических пластин выгибаться навстречу потоку дроби в процессе их обработки (рис. 1). Если варьировать уровень подводимой к материалу энергии в различных местах обрабатываемой поверхности, за счет скорости дроби и времени обработки можно получить требуемую кривизну поверхности. Явление формообразования обеспечивается за счет упрочнения поверхностного слоя и создания в нем растягивающих остаточных напряжений [4, с 18–25].

Проведенный литературный обзор, показал, что на данный момент подобной технологии кузовного ремонта не существует.

Метод состоит в обработке вмятины кузова дробеструйной установкой, в процессе чего на поверхности детали формируются растягивающие остаточные напряжения, под действием которых происходит выпрямление металла до первоначальной формы.

При этом способе необходим переносной дробеструйный кольцевой аппарат пневматического типа, специально разработанный для предлагаемого нового метода

кузовного ремонта автомобилей. Рекомендуется использование маломощного компрессора, с развиваемым давлением 0,4–0,5 Мпа. Это обусловлено небольшой требуемой скоростью полета дроби.

Метод возможно применять для ремонта поврежденных стальных кузовных деталей с небольшой степенью деформации (прогиб не более 11,5 мм на 100 мм длины), но больших по площади, а также с сохраненной целостностью металла.

Этот способ ограничивается ремонтом поверхностных повреждений кузова автомобиля, то есть при изменении геометрии силовых элементов автомобиля, необходимо сначала выправить их, а затем приступать к ремонту поверхности детали.

Наличие сквозной коррозии на кузовных деталях, также усложняет выполнение ремонта.

Метод ремонта кузовных деталей дробеструйной обработкой корректно сравнивать с методом выколотки и последующей рихтовки, так как они схожи по области применения. Ремонт поврежденной кузовной детали возможен при сохранении целостности металла. Состояние лакокрасочного покрытия не влияет на методику исправления вмятины этими способами, поскольку, после их применения покраска детали обязательна. Достоинствами метода выколотки являются: его хорошая изученность, распространенность и возможность ремонта более серьезных повреждений, чем при методе дробеструйной обработки. Однако при выколотке и последующей рихтовке требуется обширный перечень инструментов, в частности наковаленки особого профиля, который должен повторять профиль ремонтируемой детали, что усложняет и замедляет процесс. Также, при выколотке, исправляемую деталь удобнее снять и работать с ней на специальном верстаке. Таким образом, выколотка и последующая рихтовка – это трудоемкие процессы, требующие широкого спектра специальных инструментов, особых навыков и опыта мастера, а также

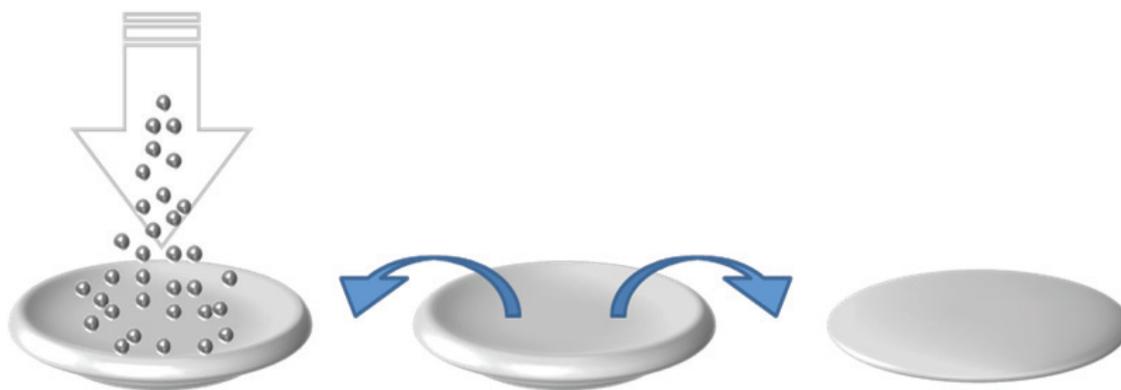


Рис. 1. Результат воздействия дробы на деформированный образец

большого рабочего пространства. Исходя из выше сказанного, метод дробеструйной обработки выглядит более технологичным, хотя и применим для меньшего числа случаев повреждений кузовных деталей. При этом методе не требуется дополнительных инструментов, кроме компрессора и самой дробеструйной установки. Воздействие на деталь происходит только с внешней стороны, то есть доступ к внутренней части кузова не требуется, а, следовательно, и демонтаж детали не обязателен. Возможна обработка как горизонтальных, так и вертикальных поверхностей. Ремонт может выполняться в любом месте, где есть возможность работы компрессора. При использовании метода дробеструйной обработки совмещаются технологические операции ремонта детали и подготовки ее к шпаклеванию (не требуется дополнительная шлифовка), так как при обработке кузовной детали дробью, помимо восстановления формы происходит очищение поверхности и наведение требуемой шероховатости. Также, при использовании нового метода ремонта кузовных деталей повышается безопасность труда, т.к. не используется сварка. Как правило, при ремонте несъемных деталей с закрытыми полостями (таких как пороги автомобиля) используется аппарат для контактной точечной сварки и выпрямления стальных поверхностей (споттер). По технике безопасности, применение данного прибора возможно только при снятом топливном баке. Снятие-установка топливного бака является сравнительно трудоемкой операцией независимо от марки и модели автомобиля. При использовании дробеструйной установки топливный бак снимать не требуется. Все выше сказанное доказывает, что время ремонта аналогичных кузовных деталей с идентичными повреждениями методом дробеструйной обработки значительно меньше, чем методом выколочки и рихтовки.

Используемая дробь может иметь различные размеры: 0,6; 0,8; 1,0 мм. Применение различной дробы обусловлено различными величинами деформации детали. При невысокой степени повреждения рекомендуется использовать дробь диаметром 0,6 мм, при более серьезных вмятинах необходимо применять дробь диаметром 1,0 мм.

Перед началом ремонта необходимо измерить величину прогиба поверхности кузовной детали. Теоретически, а затем и на практике было доказано, что максимальный прогиб для Стали 10, который возможно выправить до плоского состояния, является 11,5 мм на 100 мм длины. Более сильная деформация не поддается полному выведению в ноль. Если же прогиб менее 11,5 мм на 100 мм длины, то по его значению из табл.1, полученной теоретическим путем и значения которой доказаны на практике, подбирается диаметр дробы и выставляется давление на компрессоре, соответствующее необходимой скорости полета дробы.

Для определения величины прогиба, получаемого при дробеобработке, были проведены расчеты [2, с 110–115]. При этом задавались следующие параметры: скорость дробы: 10, 20 м/с; диаметр дробы: 0,6; 0,8; 1 мм [6, с 39]; толщина обрабатываемой пластины: 1 мм; материал пластины: Сталь10; базы измерения прогиба: 33,5; 80; 100 мм; а также находится ли пластина в свободном состоянии или жестко закреплена. Стоит отметить, что в реальности кузовная деталь (точнее деформированная ее часть) при ремонте находится в некоем промежуточном состоянии закрепления, работа по определению которого на данный момент не завершена. Результаты этих расчетов сведены в табл.1.

Использование нового метода кузовного ремонта и новой дробеструйной установки:

- позволяет выправлять неглубокие по величине прогиба, но обширные по площади вмятины при сохранении целостности металла практически на всех кузовных деталях автомобиля, выполненных из стали, не прибегая к их демонтажу;
- существенно сокращает продолжительность и трудоемкость ремонта по сравнению с известными способами серьезного ремонта кузовных деталей;
- не требует большого рабочего пространства;
- не требует высокой квалификации рабочего персонала.
- повышает безопасность процесса кузовного ремонта.

Таблица 1. Сравнение значений прогибов при обработке закрепленной и незакрепленной пластин

V, м/с	Закрепленная пластина																	
	10									20								
	0,6			0,8			1,0			0,6			0,8			1,0		
D, мм	100		80		33,5		100		80		33,5		100		80		33,5	
L, мм	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5
d ₁ , мм	0,092	0,092	0,092	0,123	0,123	0,123	0,154	0,154	0,154	0,134	0,134	0,134	0,178	0,178	0,178	0,223	0,223	0,223
h _s , мм	0,139	0,139	0,139	0,185	0,185	0,185	0,231	0,231	0,231	0,2	0,2	0,2	0,268	0,268	0,268	0,335	0,335	0,335
f, мм	0,906	0,579	0,102	1,248	0,799	0,14	1,609	1,03	0,181	1,59	1,018	0,178	2,232	1,429	0,25	2,898	1,855	0,325

V – скорости полета дроби, D – диаметра дроби, L – база измерения прогиба, d₁ – диаметр отпечатка, оставленного одной дробиной после соударения с обрабатываемой поверхностью, h_s – глубина получаемого наклепанного слоя после соударения одной дробиной с обрабатываемой поверхностью при полном покрытии обрабатываемой поверхности отпечатками, f – максимальный прогиб пластины в упругопластической области деформации.

V, м/с	Незакрепленная пластина																	
	10									20								
	0,6			0,8			1,0			0,6			0,8			1,0		
D, мм	100		80		33,5		100		80		33,5		100		80		33,5	
L, мм	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5	100	80	33,5
d ₁ , мм	0,092	0,092	0,092	0,123	0,123	0,123	0,154	0,154	0,154	0,134	0,134	0,134	0,178	0,178	0,178	0,223	0,223	0,223
h _s , мм	0,139	0,139	0,139	0,185	0,185	0,185	0,231	0,231	0,231	0,2	0,2	0,2	0,268	0,268	0,268	0,335	0,335	0,335
f, мм	2,389	1,529	0,268	2,479	1,58	0,278	2,936	1,879	0,33	3,945	2,525	0,442	11,659	7,461	1,309	-	-	-

Недостатком нового способа ремонта является малая изученность процесса формообразования при дробеструйной обработке, и, соответственно, нехватка теоретической и практической баз по этой теме.

Проведенная работа показала, что предложенный новый высокотехнологичный способ ремонта кузовных деталей автомобилей методом дробеструйной обработки, возможен к массовому применению, при условии его дальнейшего совершенствования.

Литература:

1. Аналитическое определение остаточных напряжений в плоских образцах по параметрам режима дробеструйной обработки / М.С. Дрозд, А.В. Федоров, В.В. Степанов, С. Л. Лебский // Вопросы судостроения. Технология судостроения : науч.-техн. сборник / ЦНИИ «Румб». – 1979. – Вып. 22. – С. 28–36.
2. Белкин, Л.М. Оптимизация технологии упрочнения плоских деталей поверхностным пластическим деформированием / Л.М. Белкин, С.М. Гензелев // Проблемы прочности. – 1984. – № 1. – С. 110–115.
3. Бояршинова, И.Н. Остаточные напряжения после дробеструйной обработки / И.Н. Бояршинова, Г.Л. Колмогоров // Вестник ПГТУ. Механика. – 1995. – № 2 – С. 18–25.
4. Дрозд, М.С. Остаточные напряжения и деформация плоской плиты при дробеструйной обработке / М.С. Дрозд // Научные труды Сталинградского механического института. – Сталинград, 1956. – Т.3. – С. 51–64.
5. Лебский, С.Л. О соотношении между глубиной и диаметром остаточного отпечатка при высокоскоростном ударе шариком / С.Л. Лебский // Прочность материалов и конструкций в машиностроении : тез. докл. науч.-техн. семинара. – Волгоград, 1982. – С. 39.

Автоматизированные сортировочные вертикальные транспортно-распределительные системы

Злотников Евгений Глебович, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный горный университет

На ряде производств используются стеллажные склады, обеспечивающие компактное хранение штучных грузов (комплектов инструментов, поддонов с заготовками, приспособлений и др.) в индивидуальных ячейках.

Схема такого склада показана на рисунке 1. Обслуживают его специальные краны-штабелеры или роботы-штабелеры, перемещающиеся между рядами стеллажей и оборудованные выдвижными телескопическими захватами. При этом один и тот же штабелер 2 осуществляет загрузку ячеек склада 1 и подачу грузов на выход транспортера 3 по командам операторов или автоматических программ. Недостатком таких систем является низкая производительность [1].

Для увеличения пропускной способности стеллажного склада необходимо разделить функционально вход и выход, то есть сделать независимыми подачу грузов на стеллажи и снятие их оттуда, а также повысить быстродействие загрузочных и разгрузочных элементов. Для этого в [2] предложена схема организации сортировочных стеллажных складов, при которой стеллажи загружаются с входного торца с помощью вертикальной транспортно-распределительной системы (ТРС), а выгрузка партий грузов из любых ячеек производится штабелерами-перегрузчиками по команде управляющей ЭВМ на сборные ленточные конвейеры, установленные между рядами стеллажей (рисунок 2).

Для загрузки сортировочного стеллажного склада необходимо входной поток грузов распределить по горизонтальному и вертикальному направлениям. Это можно сделать двумя способами. Первый соответствует схеме, показанной на рисунке 2. Здесь штучные грузы вначале распределяются по вертикальным уровням склада (пять уровней), а затем на каждом уровне происходит разделение потоков грузов по рядам стеллажей (четыре ряда). Данный способ применим для складов с небольшой пропускной способностью, т.к. загрузка нескольких вертикальных рядов стеллажей идет через одну входную транспортную линию.

Второй способ предполагает загрузку каждого ряда склада от собственной вертикальной входной линии. В этом случае производительность при заполнении склада возрастает в k раз, где k – количество вертикальных рядов стеллажей. Разделение штучных грузов по питающим входным линиям может производиться уже на участке их приема с внешнего транспорта.

Исследования возможных способов и технических средств транспортирования и распределения штучных грузов в вертикальной плоскости привели к выводу о целесообразности использования для этого специализированных крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой. Предложена схема автоматизированной сортировочной вертикальной ТРС (рисунок 3).

Штучные грузы по питающей входной линии 1 подаются под ленту прижимного конвейера 2. Грузовой распределительный конвейер состоит из коротких ленточных конвейеров 3, которые имеют два рабочих положения:

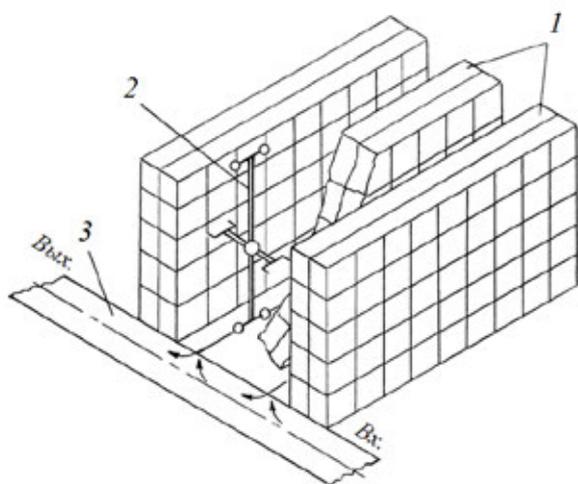


Рис. 1. Схема стеллажного склада

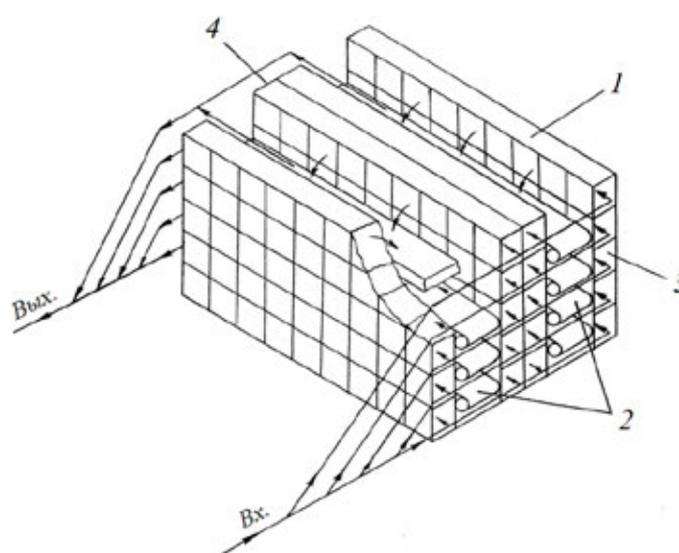


Рис. 2. Схема сортировочного стеллажного склада с разделенными входом и выходом

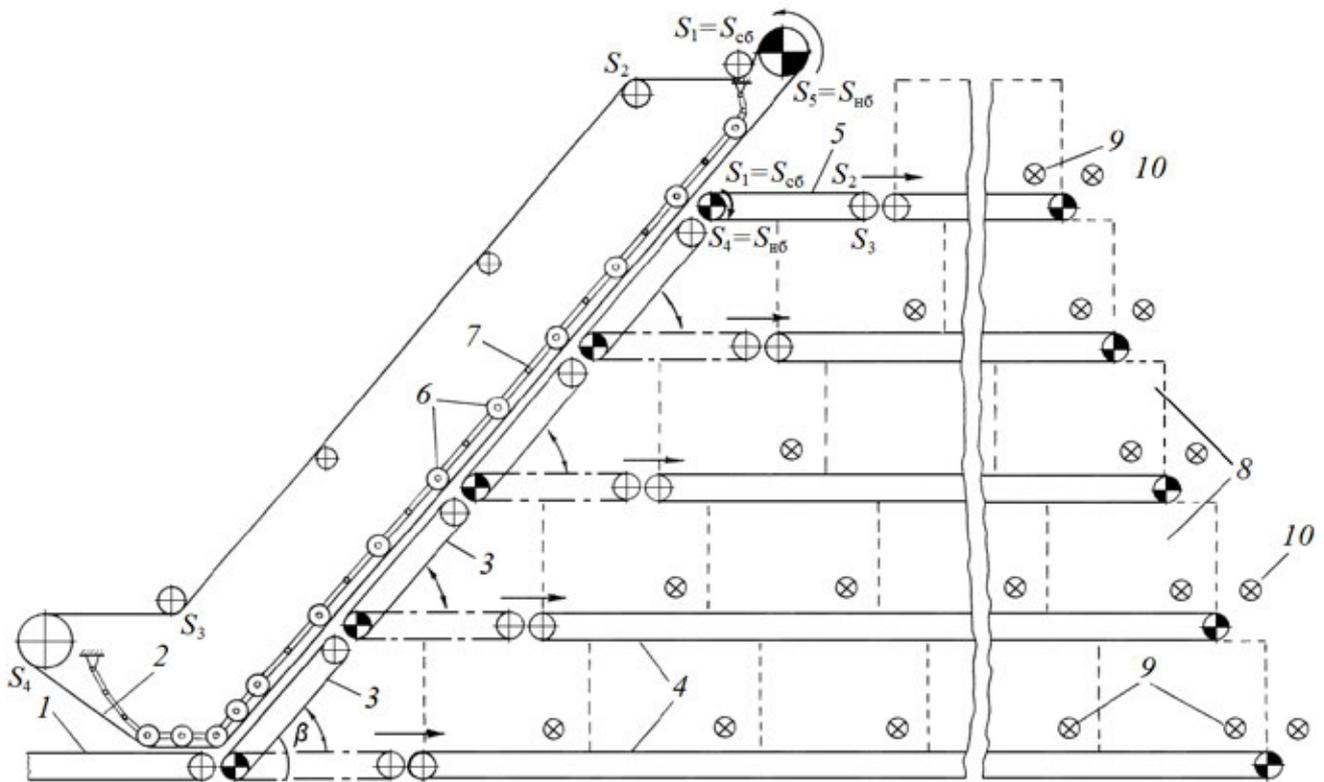


Рис. 3. Схема автоматизированной вертикальной ТРС

крутонаклонное, предназначенное для подъема грузов на различные уровни, и горизонтальное, используемое для подачи их на ленточные конвейеры 4, с которых с помощью перегружателей производится загрузка ячеек 8 стеллажей склада, расположенных по обе стороны от конвейеров 4. Каждый конвейер 3 имеет собственный механизм подъема-опускания. Конвейер 5 последнего верхнего уровня установлен стационарно в горизонтальном положении.

Прижимной конвейер обеспечивает устойчивое положение грузов на крутонаклонном участке за счет массы прижимной ленты 2 и прижимных роликов 6, подвешенных на двух пластинчатых цепях 7. Для повышения устойчивости движения особо массивных грузов могут быть использованы дополнительные пневматические или пружинные прижимные элементы.

При загрузке стеллажей склада вначале производится считывание идентификационного кода, нанесенного на грузы или специальную тару, в которой они могут быть расположены. По сигналам фотодатчиков 9 производится опрос состояния ячеек склада. Грузы транспортируются по горизонтальному конвейеру 4 выбранного уровня, и в момент пересечения первым из них луча фотодатчика 9 самой ближней по ходу движения конвейера 4 свободной ячейки стеллажа происходит срабатывание исполнительного механизма перегружателя, и груз переносится с конвейера в эту ячейку. Одновременно в па-

мять управляющей ЭВМ заносится информация о соответствии идентификационного номера груза номеру ячейки.

После заполнения первого уровня стеллажей происходит переключения подачи грузов на другой наименее загруженный уровень. Одновременно с загрузкой одних уровней стеллажей может происходить выгрузка других. Эту операцию при наличии соответствующей команды-запроса выполняют те же перегружатели и горизонтальный конвейер 4, перемещающий грузы на выход склада. В момент, когда последний в выбранной партии груз сойдет с конвейера 4 на выходную транспортную линию, управляющее устройство (по числу импульсов с фотодатчика 10) дает разрешение на выгрузку следующей группы грузов или, наоборот, на включение режима заполнения освободившихся ячеек.

Рассмотренная автоматизированная вертикальная ТРС обеспечивает загрузку стеллажных складов с высокой производительностью и сохранением заданной ориентации грузов. Схема работы стеллажного склада позволяет при необходимости быстро формировать на его выходе партии грузов или решать задачи их сортировки. Для перемещения партий грузов на выход склада и объединения их в один поток может быть использована аналогичная ТРС.

Некоторые особенности тягового расчета данной вертикальной ТРС рассмотрены в работе [3].

Литература:

1. Лапкин Ю.П., Литвинов В.М., Елизаров А.П. Опыт эксплуатации и совершенствования средств механизации комплектовочных складов. — Л.: ЛДНТП, 1977. — 27 с.
2. Михайлов С.Д. Почтообработывающее оборудование. — М.: Радио и связь, 1989. — 254 с.
3. Злотников Е.Г. Особенности тягового расчета транспортно-распределительных систем на основе конвейеров с прижимной лентой. Машиностроение и автоматизация производства: Межвуз. сб. Вып. 16. — СПб.: СЗПИ, 1999. — С. 50–52.

Расчет вертикальных транспортно-распределительных систем на основе конвейеров с прижимной лентой

Злотников Евгений Глебович, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный горный университет

Транспортно-распределительные системы (ТРС) на основе конвейеров с прижимной лентой являются разновидностью крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой. Нижний контур таких систем состоит из коротких грузовых поворотных ленточных конвейеров, предназначенных для крутонаклонного подъема и последующего распределения штучных грузов путем перевода конвейера заданного уровня в горизонтальное положение. Верхний контур системы является обычным прижимным конвейером, обеспечивающим устойчивое транспортирование на наклонном участке.

Производительность вертикальной ТРС, шт./ч, определяется скоростью транспортирования V и шагом грузов на полотне

$$П = 3600 \cdot V / A. \tag{1}$$

Средний шаг грузов A зависит от способа загрузки ТРС и в общем виде равен $A = a_r + a'$, где a_r — средняя длина штучного груза, a' — интервал (зазор) между следующими друг за другом грузами. Обычно загрузочное устройство обеспечивает постоянный шаг $A = \text{const}$ независимо от длины груза. С учетом особенностей функционирования рассматриваемой вертикальной ТРС необходимо, чтобы в момент после прохождения через грузовой поворотный конвейер последнего штучного груза на данный уровень, при возврате этого конвейера в крутонаклонное положение на него еще не подавался бы следующий груз. Тогда минимально допустимый шаг будет

$$A = a_{r \max} + l_k + V \cdot t_{cp}, \tag{2}$$

где $a_{r \max}$ — максимальная длина груза; l_k — длина поворотного конвейера; t_{cp} — время срабатывания его механизма подъема (опускания). Минимальная длина $l_k = a_{r \max} + d_0$ где d_0 — диаметр барабанов поворотного конвейера.

Повысить производительность ТРС можно за счет более плотного расположения штучных грузов на полотне конвейера. Для этого загрузочное устройство должно обеспечивать минимальный гарантированный зазор a' между посылками одной партии, следующими на заданный уровень стеллажей. Величина интервала $a' = V \cdot t_{пер}$ где $t_{пер}$ — время срабатывания штабелера-перегрузжателя. Вместе с тем, интервал между партиями грузов, идущих на различные уровни, будет $a = l_k + V \cdot t_{cp}$

Расчет устойчивости штучного груза, движущегося по наклонному участку, приведен в работах [2, 3]. Несущая конвейерная лента рассматривается здесь как ортотропная первоначально напряженная цилиндрическая оболочка, дифференциальное уравнение изгиба которой на плоских (сплошных) роликоопорах имеет вид [3]

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = \frac{1}{D} \left(q + \frac{S}{B} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right), \tag{3}$$

где S — максимальное натяжение ленты, Н; B — ширина ленты, м; q — сила давления со стороны прижимной ленты, Н/м²; D — цилиндрическая жесткость ленты, Н×м; $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$, где E — модуль упругости ленты, Н/м², ν — коэффициент Пуассона, h — толщина ленты, м; w — перемещение произвольной точки ленты по направлению оси z , м.

Тяговый расчет вертикальной ТРС выполняется с учетом следующих моментов. Длина прижимного конвейера (его наклонной части) $L = l_k \cdot m$, где m — число уровней стеллажей. Угол наклона ТРС β целесообразно принять в пределах 45...55° — с учетом характера движения груза при переходе с трассы подъема на горизонтальный конвейер. Расчет конвейеров вертикальной ТРС следует производить исходя из максимальной нагрузки в случае транспортирования грузов на последний верхний уровень стеллажей.

Порядок расчета прижимного конвейера ТРС следующий. Сопротивление движению ленты на холостой ветви

$$W_{x2} = \left(q_{n2} \cos \beta + \frac{m_{p0}g}{t_3} \right) Lw_1 - q_{n2}L \sin \beta, \quad (4)$$

где q_{n2} – погонная нагрузка от веса прижимной ленты; m_{p0} – масса вращающихся частей роликкоопор; t_3 – расстояние между роликами на холостой ветви; w_1 – коэффициент сопротивления движению ленты по роликкоопорам.

Сопротивление на прижимной грузовой прямолинейной ветви конвейера

$$W_{r2} = \left((q_{n3} + q_{n4}) \cos \beta + q_{n6} + \frac{m_{p0}g}{t_2} \right) Lw_2 + \frac{m_r g}{2A} L (\sin \beta - f_1 \cos \beta) + q_{n2}L \sin \beta, \quad (5)$$

где q_{n3} – погонная нагрузка от веса прижимных роликов; q_{n4} – погонная нагрузка от веса элементов цепи подвески прижимных роликов; q_{n6} – погонная нагрузка от дополнительного пружинного прижима ленты; m_r – масса транспортируемого груза; f_1 – коэффициент трения груза о прорезиненную ленту; t_2 – расстояние между прижимными роликами.

Натяжение прижимной ленты в точке сбега с приводного барабана

$$S_{c2} = \frac{kW_{x2} + W_{r2}}{e^{\mu_2 \alpha_2} - k^2}, \quad (6)$$

где k – коэффициент увеличения натяжения ленты при огибании барабана; μ_2 – коэффициент сцепления ленты с приводным барабаном; α_2 – угол обхвата лентой приводного барабана.

Натяжение прижимной ленты в точке набегания на приводной барабан определяется по формуле Эйлера [4]

$$S_{n2} = S_{c2} e^{\mu_2 \alpha_2}. \quad (7)$$

Минимальное натяжение на холостой ветви прижимного конвейера

$$S_3 = k \cdot S_{c2} + W_{x2}. \quad (8)$$

Тяговое усилие на приводном барабане прижимного конвейера

$$W_{02} = \xi (S_{n2} - S_{c2}), \quad (9)$$

где ξ – коэффициент сопротивления ленты на приводном барабане.

Мощность двигателя приводного барабана

$$N_2 = \frac{k_3 W_{02}}{1020 \cdot \eta_{np}} \cdot V, \quad (10)$$

где k_3 – коэффициент запаса мощности при запуске загруженного конвейера; η_{np} – к.п.д. механизма привода.

Величина наибольшего прогиба холостой ветви прижимного конвейера

$$f_2 = 4t_3^2 q_{n2} \cos \beta / \left[B \pi^3 \left(\left(\frac{\pi}{t_3} \right)^2 D_2 + \frac{S_3}{B} \right) \right], \quad (11)$$

где B – ширина ленты; D_2 – цилиндрическая жесткость прижимной ленты в продольном направлении, она равна [1]

$$D_2 = \frac{E_1 h_2^3}{12(1 - \nu_1 \nu_2)}, \quad (12)$$

где E_1 – модуль продольной упругости ленты; h – толщина прижимной ленты; ν_1, ν_2 – коэффициенты Пуассона ленты по продольному и поперечному направлениям.

В случае превышения допустимого прогиба прижимной ленты f_2 , или при отрицательном значении минимального натяжения ленты на холостой ветви $S_3 < 0$ (за счет отрицательной составляющей в (4)), необходим перерасчет прижимного конвейера.

Минимальное натяжение с учетом стрелы прогиба ленты на холостой ветви

$$S_3 = \frac{4t_3^2 q_{n2} \cos \beta}{\pi^2 [f_2]} - D_2 B \left(\frac{\pi}{t_3} \right)^2, \quad (13)$$

где $[f_2] = 0,04 \cdot t_3$ – допустимый прогиб ленты.

Тогда натяжение ленты в точках сбегания и набегания на приводной барабан

$$S_{c2} = (S_3 - W_{x2})/k; \quad S_{n2} = k \cdot S_3 + W_{g2}. \quad (14)$$

Тяговое усилие и мощность привода прижимного конвейера находятся по (9), (10).

Затем проверяется прочность прижимной ленты и при необходимости делается перерасчет прижимного конвейера с увеличением числа прокладок и толщины ленты.

Общую мощность привода нижнего грузового конвейера вертикальной ТРС следует определять как сумму мощностей отдельных составляющих коротких конвейеров. Максимальная нагрузка на короткий конвейер будет в момент прохождения через него груза наибольшей массы. В этом случае сопротивление на грузовой ветви с учетом давления прижимных элементов будет

$$W_{r1} = \left(\left(\frac{m_r g}{l_k} + q_{n1} + q_{n2} + q_{n3} + q_{n4} \right) \cos \beta + q_{n6} \right) l_k w_1 + \frac{m_r g}{2l_k} l_k (\sin \beta + f_1 \cos \beta) + q_{n1} l_k \sin \beta, \quad (15)$$

где l_k – длина короткого конвейера; q_{n1} – погонная нагрузка от веса ленты грузовых конвейеров.

Сопротивление на холостой ветви

$$W_{x1} = -q_{n1} l_k \sin \beta. \quad (16)$$

Натяжение грузовой ленты в точке сбегания с приводного барабана

$$S_{c1} = \frac{kW_{r1} + W_{x1}}{e^{\mu_1 \alpha_1} - k^2}, \quad (17)$$

где μ_1 – коэффициент сцепления ленты с приводным барабаном; α_1 – угол обхвата лентой приводного барабана.

Натяжение грузовой ленты в точке набегания

$$S_{n1} = S_{c1} e^{\mu_1 \alpha_1}. \quad (18)$$

Минимальное натяжение на середине грузовой ветви конвейера

$$S_{min} = \frac{S_{c1} + S_{n1}}{2} = \frac{2S_{c1} + W_{r1}}{2}. \quad (19)$$

Тяговое усилие на приводном барабане короткого грузового конвейера

$$W_{01} = \xi(S_{n1} - S_{c1}). \quad (20)$$

Мощность, приходящаяся на один грузовой конвейер при максимальной нагрузке

$$N_1 = \frac{k_3 W_{01}}{1020 \cdot \eta_{np}} \cdot V, \quad (21)$$

Величина наибольшего прогиба на грузовой ветви (в случае прохождения небольших по длине грузов) будет (с учетом положений, рассмотренных в [1, 2, 3])

$$f = 4(l_k - d_6)^2 \left(\left(\frac{m_r g}{l_k - d_6} + q_{n1} + q_{n2} + q_{n3} + q_{n4} \right) \cos \beta + q_{n6} \right) / \left[B \pi^3 \left(D_1 \left(\frac{\pi}{l_k - d_6} \right)^2 + \frac{S_{min}}{B} \right) \right], \quad (22)$$

где $D_1 = E_1 h_1^3 / [12(1 - \nu_1 \nu_2)]$ – цилиндрическая жесткость грузовой ленты в продольном направлении; h_1 – толщина грузовой ленты.

Если стрела прогиба будет больше допустимого значения $f > [f] = 0,025(l_k - d_6)$, необходим перерасчет грузового конвейера.

Минимальное натяжение с учетом допустимой стрелы прогиба определим из (22):

$$S_{min} = \frac{4(l_k - d_6)^2 \left(\left(\frac{m_r g}{l_k - d_6} + q_{n1} + q_{n2} + q_{n3} + q_{n4} \right) \cos \beta + q_{n6} \right)}{\pi^3 [f]} - D_1 B \left(\frac{\pi}{l_k - d_6} \right)^2. \quad (23)$$

Натяжение ленты в точках сбегания и набегания на приводной барабан

$$S_{c1} = \frac{2S_{\min} - W_{r1}}{2}; \quad S_{n1} = kS_{c1} + kW_{r1} + W_{x1}. \quad (24)$$

Тяговое усилие и мощность для одного грузового конвейера находим по (20) и (21).

Если на полотне короткого грузового конвейера в течение некоторого времени нет проходящего через него груза, то он находится в режиме холостого хода. В этом случае, подставляя в (15) значение массы груза $m_r = 0$ получим сопротивление на грузовой ветви в режиме холостого хода

$$W_{r0} = ((q_{n1} + q_{n2} + q_{n3} + q_{n4}) \cos \beta + q_{n6}) l_k w_1 + q_{n1} l_k \sin \beta. \quad (25)$$

Для режима холостого хода натяжение ленты в точках сбегания и набегания на приводной барабан будет

$$S_{c0} = \frac{2S_{\min} - W_{r0}}{2}; \quad S_{n0} = kS_{c0} + kW_{r0} + W_{x1}. \quad (26)$$

Тяговое усилие и мощность в режиме холостого хода

$$W_{00} = \xi(S_{n0} - S_{c0}); \quad N_0 = \frac{k_3 W_{00}}{1020 \cdot \eta_{np}} \cdot V. \quad (27)$$

Найдем общую мощность привода нижнего конвейера, состоящего из m коротких конвейеров. Длина трассы нижнего конвейера $L = m \cdot l_k$. Количество одновременно транспортируемых грузов при среднем шаге A равно отношению L/A . Тогда число коротких конвейеров, имеющих полную нагрузку, будет

$$m_{\Pi} = \frac{L \cdot a_{r\max}}{A \cdot l_k}, \quad (28)$$

а число конвейеров, работающих в режиме холостого хода

$$m_0 = \frac{L \cdot (A - a_{r\max})}{A \cdot l_k} = m - m_{\Pi}. \quad (29)$$

Общая мощность привода нижнего конвейера определяется как

$$N_3 = N_1 \cdot m_{\Pi} + N_0 \cdot m_0. \quad (30)$$

Рассмотренный тяговый расчет вертикальной ТРС на основе конвейеров с прижимной лентой, основанный на математической модели напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты, представляющей ее в виде ортотропной первоначально напряженной цилиндрической оболочки и учитывающей условия устойчивости движущегося штучного груза на рабочем наклонном участке, позволяет определить основные конструктивные параметры таких систем и обеспечить оптимальное энергопотребление при их эксплуатации.

Литература:

1. Черненко В.Д. Теория и расчет крутонаклонных конвейеров / В.Д. Черненко. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. — 292 с.
2. Злотников Е.Г. Определение характеристик движения штучного груза на полотне конвейера с прижимной лентой // Проблемы машиноведения и машиностроения: Межвуз. сб. Вып. 38. — СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008. — С. 36–39.
3. Злотников Е.Г. Определение технических характеристик двухленточных конвейеров для транспортирования штучных грузов // Проблемы машиноведения и машиностроения: Межвуз. сб. Вып. 39. — СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. — С. 182–185.
4. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. — М.: Машиностроение, 1983—487 с.

Ликвидация вторичного окисления стали 20ГЛ с применением на формах восстановительных покрытий

Каторгин Станислав Владимирович, студент;
Воронин Юрий Федорович, доктор технических наук, профессор
Волгоградский государственный технический университет

Котликам вагонов предъявляются повышенные требования по качеству изготовления. Вызвано это серьезными потерями при разрушении отливок в процессе эксплуатации. К наиболее ответственным отливкам относится «Рама боковая», представленная на рис. 1, разрушение которой в процессе эксплуатации приводит к крушению вагонов. При заливке формы сталью 20ГЛ с недостаточной температурой, либо пониженной жидкотекучестью, происходит дальнейшее ухудшение жидкотекучести расплава, его окисление, снижение температуры. В результате поток расплава может остановиться. Если этот, начинающий затвердевать участок отливки, не будет расплавлен за счет теплоты перегрева металла, продолжающего поступать в форму при заливке, то в месте их контакта могут образоваться неспай или недолив. Для повышения жидкотекучести, температуру стали при заполнении ковша в ряде случаев доводят до 1600°C [1]. При использовании стали с такой температурой значительно снижается вторичное окисление металла, но возникает опасность образования горячих трещин. Использование охлаждающе-упрочняющих ребер жесткости не всегда дают положительные результаты. Поэтому проблема увеличения жидкотекучести стали 20ГЛ при её пониженной температуре (1530–1550°C) является актуальной и требует проведения исследовательской работы.

Одним из направлений предупреждения образования окисных плен на отливках из стали 20ГЛ, является нанесение на поверхность формы веществ, способных создавать активную восстановительную атмосферу. Как показывает практика нанесения водных покрытий на горячие формы с последующим использованием таких форм в производстве отливок из стали 20ГЛ, качество поверхности отливок улучшается, недоливы и неспай ликвидируются без повышения температуры заливаемого сплава [2]. Однако, в большинстве случаев, отливки «Рама бо-

ковая» изготавливаются в формах из песчано-глинистой смеси или из жидкостекольной, которые не подвергаются нагреву.

Эффективным способом предупреждения возникновения окисных плен является окрашивание формы покрытиями, выделяющими при сгорании оксид углерода. При наличии в форме восстановительной атмосферы, создаваемой оксидом углерода (CO) и метаном, на поверхности расплава стали будет значительно заторможено образование окисных плен. При этом объем образующихся газов в несколько раз больше объема полости формы, вследствие чего в форме создается положительное давление, что приводит к вытеснению из нее воздуха и препятствует контакту воздуха с открытой поверхностью стали.

Предварительно проводились исследования на производственной базе завода «АзовЭлектроСталь» по влиянию температуры заливаемой в литейную форму стали 20ГЛ на качество поверхности отливок «Рама боковая».

В таблице №1 представлены данные по влиянию температуры заливаемой стали 20ГЛ на образование дефектов, связанных с недоливом металла. В ходе эксперимента температура стали в момент заливки определялась с помощью оптического пирометра. Полученные после извлечения из форм отливки очищались способом дробеструйной очистки и фотографировались.

На основании представленных на рис. 2.а – 2.г. отливок можно сделать вывод о том, что возрастание температуры положительно влияет на процесс снижения дефектов, связанных с вторичным окислением стали 20ГЛ. Вместе с тем, нельзя забывать и о том, что повышенная температура заливаемой стали способствует проявлению таких видов дефектов, как пригар, усадочные раковины и горячие трещины [3].

Далее проводились исследования по нанесению спиртовых красок на поверхность литейной формы. В част-



Рис. 1. Отливка «Рама боковая»

Таблица 1. Зависимость состояния поверхности отливки «Рама боковая» от температуры заливаемой стали 20ГЛ

№	Температура заливаемой стали 20ГЛ, °С	Состояние поверхности отливки
1	1520	Наличие окисных плен и недооформленных поверхностей (рис. 2.а)
2	1540	Наличие окисных плен (рис. 2.б)
3	1560	Частичное окисление поверхности отливки окисными пленами (рис. 2.в)
4	1580	Чистая поверхность, без дефектов связанных с вторичным окислением (рис. 2.г)



Рис. 2а. Фрагмент отливки «Рама боковая» с недоливом ее фрагмента



Рис. 2б. Фрагмент отливки «Рама боковая» с окисными пленами



Рис. 2в. Фрагмент отливки «Рама боковая» с частичными окисными пленами



Рис. 2г. Фрагмент отливки «Рама боковая» без явных дефектов

ности исследовалось влияние спиртовой краски на жидкотекучесть стали 20ГЛ при различных температурах заливаемого металла. По ГОСТ 16438–70 изготавливались стандартные пробы для измерения жидкотекучести металла. Практическую жидкотекучесть, как одно из основных литейных свойств сплава, определяли по методике спиралеобразной пробы, как на формах покрытых спиртовой краской для марганцовистых сталей, так и без нанесения данного покрытия. Жидкотекучесть стали 20ГЛ

определялась для каждой пробы при следующих температурах заливаемого в спиральный измерительный канал металла: 1520°С, 1540°С, 560°С, 580°С. Данные полученные в ходе эксперимента по определению значения жидкотекучести от температуры заливаемой стали 20ГЛ приводятся в таблице 2.

Для визуализации экспериментальных данных был построен график, представленный на рис. 3. На данном графике видно, что использование спиртовой краски, в каче-

Таблица 2. Зависимость значений жидкотекучести стали 20ГЛ от температуры её заливки

№	Температура заливаемой стали 20ГЛ, °С	Значение жидкотекучести, мм	
		Без покрытия	С покрытием спиртовой краской
1	1520	240	440
2	1540	280	500
3	1560	340	570
4	1580	390	610

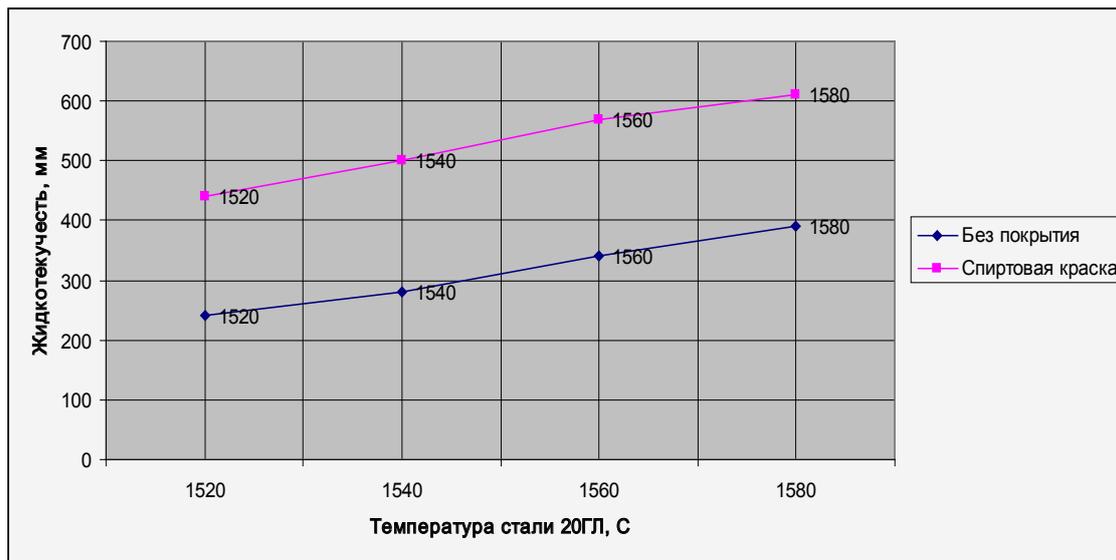


Рис. 3. Зависимость значений жидкотекучести стали 20ГЛ от температуры ее заливки



Рис. 4. Верхняя часть отливки «Рама боковая» с недоливом

стве покрытия, способствует повышению жидкотекучести стали 20ГЛ за счет уменьшения содержания в ней окисных плен.

Проведенные исследования подтвердили закономерность повышения жидкотекучести с ростом температуры заливаемой стали при нанесении на поверхность форм покрытий, способных создавать восстановительную атмосферу. Наиболее высокие значения жидкотекучести показало нанесение на поверхность формы спиртовых

красок. В результате проведенных исследований было решено произвести заливку литейной формы, используемой при производстве отливок «Рама боковая», с нанесением на ее поверхность спиртовой краски и без нанесения таковой. На поверхность литейной формы пульверизатором наносился слой спиртовой краски толщиной 0,5 мм. Для ускорения отверждения краски применялась газовая горелка, с помощью которой происходило поджигание краски. Сталь 20ГЛ заливалась в



Рис. 5. Отливка «Рама боковая»

литейные формы при температуре 1540–1560°C. Отливка, изготовленная без нанесения на поверхность формы краски, имела недолив, который представлен на рис. 4. Отливка, изготовленная с нанесением на поверхность формы спиртовой краски, представлена на рис. 5. Отливка характеризуется отсутствием неспая, недолива и волнистости, которые свидетельствовали бы о низкой жидкотекучести и присутствии окисных плен в заливаемой при этих температурах стали. Таким образом, отпадает необходимость в повышении температуры залива-

емой стали 20ГЛ для повышения её жидкотекучести, что резко уменьшает вероятность возникновения такого дефекта, как горячая трещина.

В ходе проведенной исследовательской работы выявлено, что нанесение покрытий в виде спиртовых красок на поверхность формы, позволяет достигнуть более высокого значения жидкотекучести при пониженной температуре заливаемой стали 20ГЛ, получить чистые отливки без недолива и окисных плен, предупредить возникновение горячих трещин в отливках «Рама боковая».

Литература:

1. Гуляев, Б.Б. Теория литейных процессов: учеб. пособие / Б.Б. Гуляев. — Л.: Машиностроение, 1976. — 216 с.
2. Сварика, А.А. Покрытие литейных форм / А.А. Сварика. — М.: Машиностроение, 1977. — 216 с.
3. Воронин, Ю.Ф. Определение условий возникновения дефектов отливок на примере горячей трещины / Ю.Ф. Воронин, В.А. Камаев, А.В. Матохина // Заготовительные производства в машиностроении. — 2005. — №3. — С. 10–14.

Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften der Bekleidung von der Konstruktion des Reißverschlusses

Tscherunowa Irina W., Doktor der technischen Wissenschaften, Professor
Kutsowa Elvira L., Kandidat der philosophischen Wissenschaften, Dozent
Swetlitschnaja Svetlana W., Studierende der Magistratur
Südrussische Staatliche Universität für Wirtschaft und Service,
Schachty, Gebiet Rostow am Don

Den größten Anteil unter den Kleidungsstücken nimmt die Kleidung ein, zu deren Qualität die hohen Forderungen vorgelegt werden. Die Kleidung ist ein mehrschichtiges komplexes Erzeugnis, dessen Gebrauchseigenschaften durch das Aussehen und die Eigenschaften der verwendeten Materialien bestimmt werden. Darunter sind Grund-, Einlage-, Futter-, Befestigungs-, Besatzstoffe sowie Zubehör zu nennen.

Die letzte Gruppe von Materialien entwickelt sich ständig weiter, jedoch wird sie in der Fachliteratur wenig beleuchtet.

Die Mehrheit der Forscher meint, dass der Reißverschluss schon mindestens 110 Jahre alt ist, oder sogar noch älter. Seine erste Erwähnung stammt aus dem Jahre 1851, als der Erfinder der Nähmaschine Elias Howe das Patent auf «den automatischen, ununterbrochenen Verschluss für die Kleidung» bekam. Doch zu jener Zeit fand seine Erfin-

dung (wie es oft mit den technischen Neuerungen geschieht) keine praktische Anwendung. Erst nach 44 Jahren wurde der Reißverschluss («clasp locker», später weltweit als «Zipper» bekannt) vom Erfinder Whitcomb Judson noch einmal patentiert.

Zu dieser unerwarteten Erfindung hatte ihn das Freundschaftsgefühl angestoßen. So wurde ein Verschluss für Schuhe erfunden, mit dem man mit einer Hand zurechtkommen konnte. Das Urmodell bestand aus zwei mit Haken und Löchern ausgestatteten Ketten. Sie wurden beim Schließen durch einen Schieber ineinander gehakt. Die Technologie der Zipperfertigung war damals zu kompliziert, und deshalb kostete er zweimal teurer als selbst die Schuhe.

Jedoch hatte der schwedische Ingenieur Gideon Sundbäck in Dezember 1913 den grundsätzlich neuen praktischen und bequemen Verschluss angeboten, der ohne Veränderungen bis jetzt noch existiert, und dessen 90-jähriges Jubiläum am 29. April 2003 gefeiert wurde.

Zunächst wurde der Reißverschluss ausschließlich in den Halb- und Überschuhen verwendet. Das Wort «Zipper», mit dem man im Westen diesen Verschluss bis jetzt noch bezeichnet, entstand erst im Jahre 1925. Es wird angenommen, dass es der englische Schriftsteller Gilbert Frankau erdacht hat, denn dieses Wort imitiert den Klang eines verschließenden Mechanismus: «Zipp – und ist geöffnet, zipp – und ist geschlossen!»

Der Reißverschluss ist die populärste Art des Verschlusses in der Kleidung: in Röcken, Hosen, Jacken, Blusen. Er wird auch in Leder- und Pelzerzeugnissen, in der Möbel- und in der Galanteriewarenproduktion verwendet. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die modernen Arten von Reißverschlüssen.

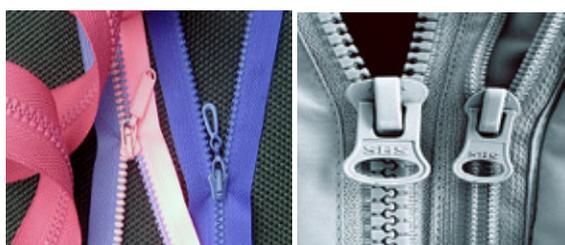


Abbildung 1. Verschiedene Arten von Reißverschlüssen

Ein Reißverschluss soll fest und glatt sein, und der Schieber soll reibungslos laufen. Sehr oft werden Reißverschlüsse der Witterung in solchen Erzeugnissen wie Schuhe, Zelte, Überzüge, Schutz- und Sportkleidung usw. ausgesetzt. Deswegen sollen sie gegen Feuchtigkeit, Sand, Wind, d.h. gegen alle negativen Einwirkungen beständig sein.

Der Reißverschluss ist eine Art des Verschlusses, das für die schnelle Verhakung oder für die Absonderung von zwei Teilen des Stoffes vorbestimmt ist. Er besteht aus zwei textilen Streifen mit den in der Schachordnung gefestigten metallischen oder Plastikrampen (kleine Zähne oder Kunststoffspirale) und einem Schieber, mit dem die Krampen ineinander verhakt und wieder gelöst werden können. Be-

standteile des Reißverschlusses sind in der Abbildung 2 vorgestellt.

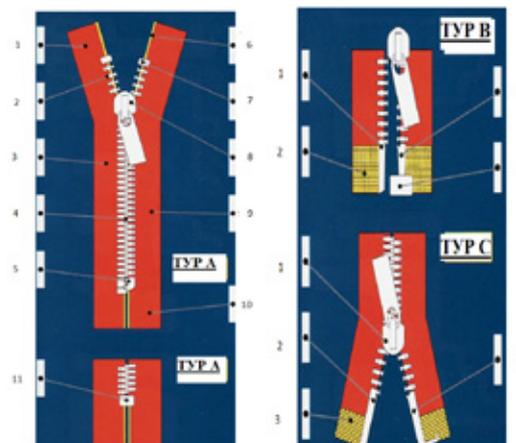


Abbildung 2. Bestandteile des Reißverschlusses

Typ A

- 1 – freies Bandende
- 2 – Metallzahn
- 3 – linkes Band
- 4 – Zahnkette
- 5 – untere unteilbare Plastiklammer
- 6 – Bandkante
- 7 – Anfangsteil
- 8 – Schieber
- 9 – rechtes Band
- 10 – freies Bandende
- 11 – untere unteilbare Metallklammer

Typ B

- 1 – Steckteil
- 2 – Teilbarkeitsverstärkung
- 3 – Endteil
- 4 – Kastenteil

Typ C

- 1 – unterer Schieber
- 2 – Steckteil
- 3 – Teilbarkeitsverstärkung
- 4 – Endteil

Reißverschlüsse sind der ständigen Belastung ausgesetzt, deswegen kann der Schieber leicht abgenutzt werden. Aufbau des Schiebers ist in der Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3. Aufbau des Schiebers

Die Breite der Reißverschlusszähne hängt vom Verwendungszweck des Erzeugnisses, der Dicke des bearbeitenden Materials, sowie von der Design-Idee. Man unterscheidet ein großes Sortiment an Reißverschlüssen je nach der Zahnbreite – von 3 bis 10 mm. Dabei werden sie in 3 Gruppen eingeteilt, abhängig von der Zahnchenform: gerade, Profil- und

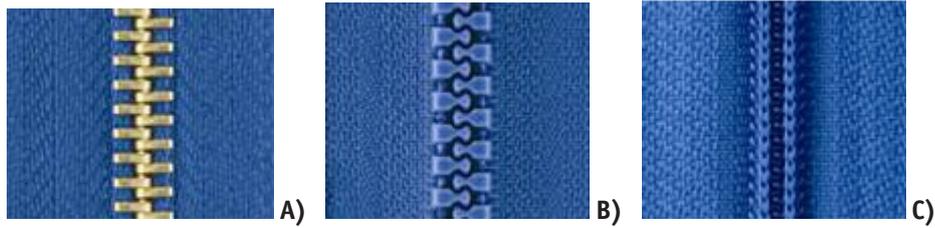


Abbildung 4. Ausführungsformen von Reißverschlüssen
 a) gerade b) profil- c) spiralförmig

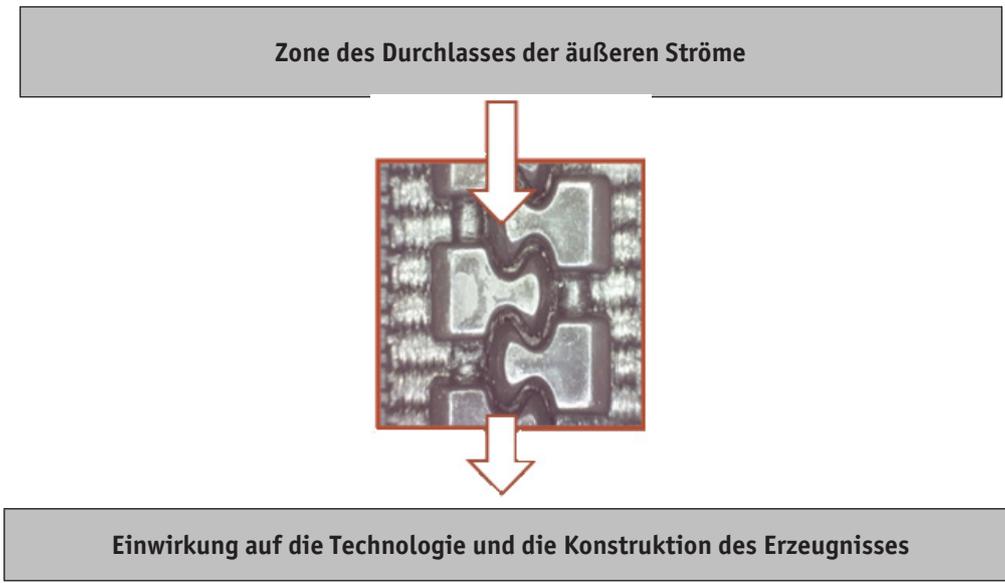


Abbildung 5. Analyse der Einwirkung von Konstruktion des Reißverschlusses auf die Eigenschaften der Kleidung

Spiralreißverschlüsse (Abb. 4). Reißverschlüsse können in Metall- und Plastausführung hergestellt werden. Die häufigsten Farben von Metall bei Jeans-Reißverschlüssen sind Messing, Gold, Nickel. Die Farbe der textilen Streifen kann unterschiedlich sein.

Forschungsziele

Zur Verminderung der überflüssigen Dicke, des Arbeitsaufwandes und des zusätzlichen Materialverbrauchs sind bei der Kleidungsfertigung allerlei winddichte Kleidungsstücke wie Leisten, Windschutzpatten zu vermeiden. Dabei muss man genau wissen, wie die gewählte Konstruktion des Reißverschlusses die Durchdringung der äußeren Umweltströmungen (des Windes, der Feuchtigkeit, des thermischen Stroms) in den inneren Kleidungsraum beeinflusst.

Die Aufgabe der experimentellen Forschung ist die Bestimmung des Anteiles der von außen nach innen durchlässigen Oberfläche beim Einnähen des offenen Reißverschlusses für den Anschluss von abnehmbaren Teilen.

Abbildung 5 zeigt schematisch das Forschungsproblem. In der Forschung muss man feststellen, wie die gewählte Konstruktion des Reißverschlusses die Auswahl der Kon-

struktion und die technologische Bearbeitung des Erzeugnisses beeinflusst.

Es ergibt sich die Notwendigkeit, weiter die Durchlässigkeitszonen des Reißverschlusses zu untersuchen und die Abhängigkeit bestimmter Konstruktionslösungen der Kleidung von diesen Angaben festzustellen.

Die fotomikroskopische Untersuchung der Struktur des Reißverschlusses

Zuerst wurden die mikroskopischen Untersuchungen der Struktur und der Konstruktion verschiedener Varianten von Reißverschlüssen durchgeführt. Mit einem speziellen Mikroskop dank der eingebauten Kamera gelang es uns, Lücken zwischen den Zähnen zu entdecken und sie zu fotografieren. Das Fotomikroskop vergrößert das Bild bei einem Tastendruck, fotografiert und gibt auf den Monitor des Computers die Aufnahmen wieder, die man speichern kann. In der Abbildung 6 ist die Arbeit mit dem Mikroskop vorgestellt.

In der Abbildung 7 sind die Aufnahmen der vergrößerten Reißverschlusstypen vorgestellt.

Die fotomikroskopischen Aufnahmen machen die Abschnitte sichtbar, die die Kleidungsschichten dünner ma-



Abbildung 6. Fotomikroskopische Untersuchungen des Reißverschlusses

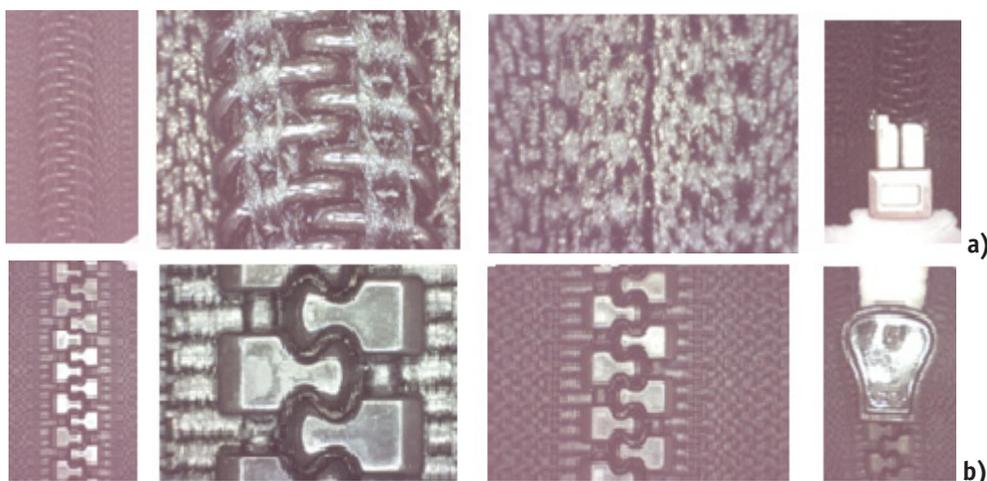


Abbildung 7. Reißverschluss in der Vergrößerung durch Mikroskop
a) spiralförmig b) profilförmig



Abbildung 8. Das Gerät «Photon» für die Bestimmung des Koeffizienten von Oberflächenreflexion.

chen und sogar Öffnungen und Zwischenräume haben. Gerade diese Zwischenräume machen das Eindringen der äußerlichen Kälte-, Regen- und Windströme möglich.

Untersuchung des Reißverschlusses mit dem Gerät «Photon 1-BK»

Für die Bewertung des Anteiles solcher Zwischenräume wurde die Methodik der Bestimmung von Lichtdurchlässig-

keit der Konstruktionen vorgeschlagen. Die experimentalen Untersuchungen wurden mit dem in der Abbildung 8 vorgestellten speziellen Gerät «Photon» durchgeführt.

Das Wirkprinzip besteht in der Sendung der Lichtströme durch die Spalten zwischen den Gliedern des Reißverschlusses und in der Fixierung ihres Durchganges. Dabei trifft der Lichtstrom auf die mattgefärbte Fliesoberfläche und wird davon reflektiert. Nach der speziellen Skala wird die Größe des reflektierten Lichtstromes bestimmt. In der Ab-

Abbildung 9 ist das allgemeine Schema vorgestellt, auf deren Grundlage das Prinzip der experimentellen Forschungen realisiert wird.

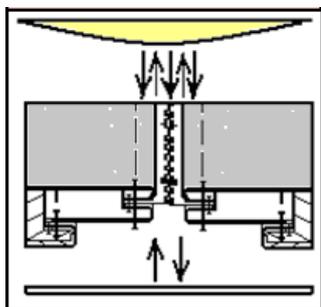


Abbildung 9. Das Schema der Fixierung der Lichtdurchlässigkeit von Erzeugnissteilen mit einem Reißverschluss

Aufgrund der mit dem Gerät «Photon 1-BK» durchgeführten experimentellen Untersuchungen wurde die Gesetzmäßigkeit festgestellt, dass das Durchlaßvermögen durch die Glieder von Art und Ausführung des Reißverschlusses abhängt. Die Auswertung der erhaltenen Ergebnisse erlaubt uns die folgenden Schlußfolgerungen zu ziehen:

– Der verdeckte Spiralreißverschluß ist in der Bekleidung ohne übermäßige Verdickung, sowie ohne zusätzliche Verstärkung mit den Windschutzpatten zu verwenden. Dabei ist der Zustand des Unterkleidungsraumes innerhalb von 10% der Schwingungen. Das betrifft die Wärme- und Luftfeuchteströmungen.

– Für die Kleidung mit den erhöhten Anforderungen zum Windschutz sowie zur Wärmeisolierung ist es empfehlenswert, proförmige Reißverschlüsse mit der maximalen Gliedergröße und mit zusätzlichen Windschutzpatten auszunutzen. Dabei sei erwähnt, je grösser die Reißverschlussglieder sind, desto weniger braucht die Konstruktion zusätzliche Windschutzpatten und überflüssige Materialien.

Literatur:

1. Busow, B.A. Materialowedenie w proizvodstwe isdelij legkoi promyshlennosti (schweinoje proizvodstwo) [Text]: Utschebnik dlja studentow wysschich utschebnyh zawedenij / B.A. Busow, N.D. Alymenkowa / pod pedakziej B.A. Busowa. – M.: Izdatelskij zentr «Akademia», 2004. – 448 s.
2. Zastjozhka-molnia [Elektronnyi resurs] // Informazionnyi portal swobodnoi enziklopedii «Wikipedia» – 2010. – Rezhim dostupa [http://http://ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)
3. Kochanenko W.N. Planirowanie eksperimentow i inzhenernych nablüdenij: Posobie / W.N. Kochanenko, W.Z. Rusakow, B.Ü. Kalmykow. – Schachty: Izdatelstwo ÜRGUES, 2002. – 56s.
4. Ledenjow A.N. Phisika. Kolebanija i wolny. Optika [Text] / A.N. Ledenjow. – M.: Phizmatlit, 2005. – 256 s.
5. Zippers [Elektronnenquelle] // Informazionnyi portal swobodnoi enziklopedii «Wikipedia» – 2011. – Rezhim dostupa [http:// de.wikipedia.org/w/index](http://de.wikipedia.org/w/index)
6. Aufbau [Elektronnenquelle] // Informazionnyi portal swobodnoi enziklopedii «Wikipedia» – 2011. – Rezhim dostupa <http://de.wikipedia.org/w/index.php>

Расширение функциональных возможностей математических моделей асинхронных двигателей в системах электропривода

Шрейнер Рудольф Теодорович, доктор технических наук, профессор;
Емельянов Александр Александрович, старший преподаватель;
Медведев Алексей Владимирович, студент; Кобзев Андрей Валерьевич, студент
Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Широко распространенным инструментом исследования электромеханических систем с асинхронными двигателями является их математическое моделирование. Важными условиями получения достоверных результатов математического моделирования оптимизированных режимов работы двигателей являются учет нелинейности их характеристик намагничивания, эффекта вытеснения тока в роторе, корректный учет нагрузки на валу, а также факторы удобства подготовки, ввода и вариации данных, оперативного управления решением задач, наглядной визуализации процессов и документирования полученных результатов. Важным фактором является удобство сопряжения моделей двигателя с моделью источника его питания, а также с системой автоматического регулирования в соответствии с принципами структурного моделирования.

В настоящее время для расчета режимов работы электрифицированных механизмов используют средства компьютерного моделирования, такие как Vissim, Scilab и Matlab-Simulink. Однако существующие модели характеризуются

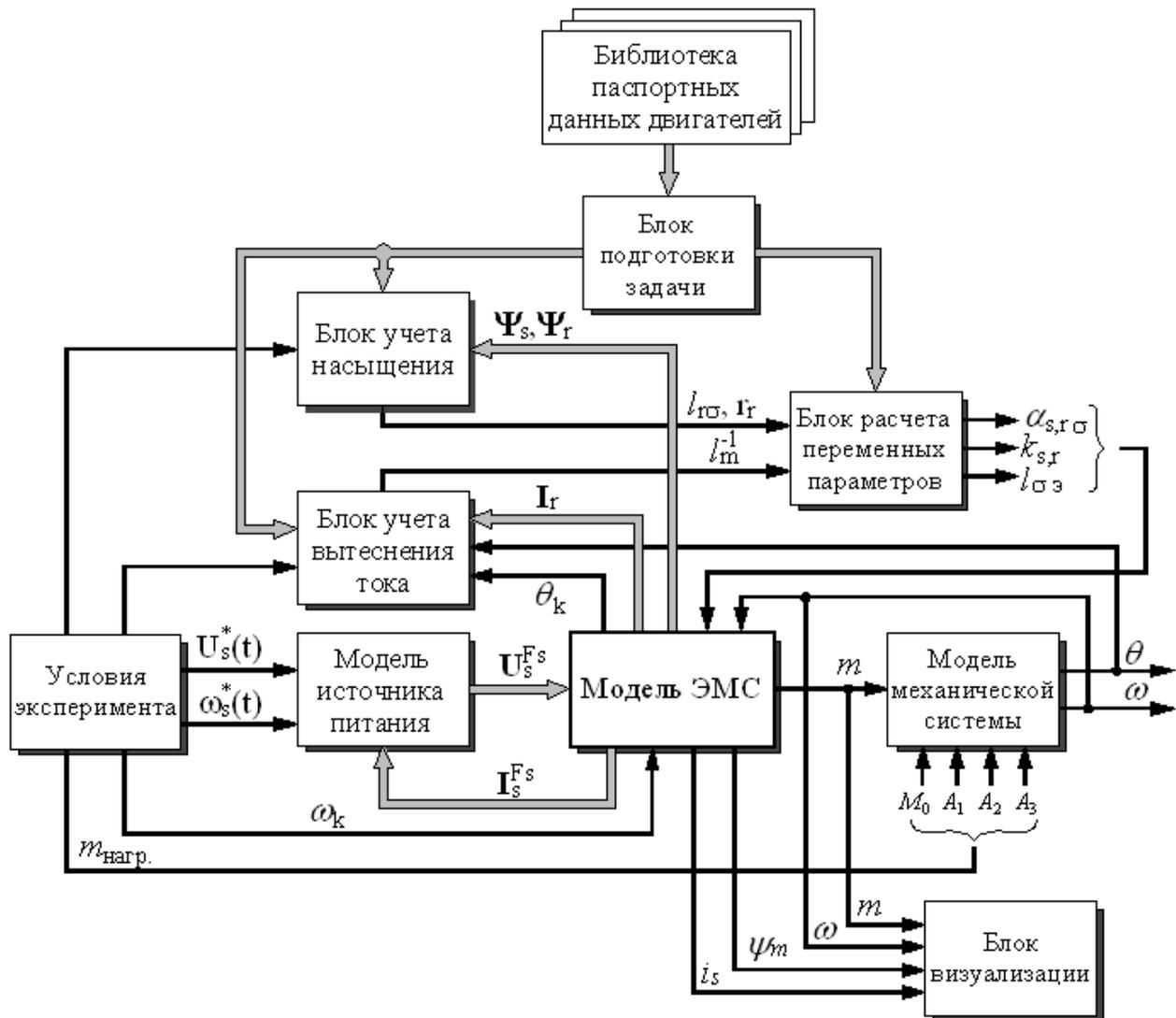


Рис. 1. Структурная схема модели электромеханической системы с асинхронным электродвигателем

ограниченными возможностями учета особенностей кинематических цепей и нелинейности характеристик электромагнитных цепей асинхронных двигателей.

Данная статья посвящена дальнейшему расширению функциональных возможностей математических моделей асинхронных двигателей в системах электропривода с учетом отмеченных выше факторов.

На рисунке 1 изображена структурная схема модели электромеханической системы с асинхронным двигателем, получающем питание от управляемого по частоте и амплитуде источника трехфазного переменного напряжения. Модель представлена совокупностью основных функциональных блоков и связей между ними.

Библиотека паспортных данных двигателей содержит каталожные данные асинхронных двигателей и параметры схемы замещения.

Блок условий эксперимента служит для выполнения следующих операций:

- выбора уровня идеализации математической модели (учет нелинейности характеристики намагничивания, учет вытеснения тока, либо без учета того и другого);
- формирования управляющих и возмущающих воздействий на систему электропривода в соответствии с исследуемой нагрузочной диаграммой механизма;
- ввода начальных (нулевых либо ненулевых) условий, что необходимо для корректного решения задачи интегрирования дифференциальных уравнений модели;
- выбора ориентации системы координат для представления векторных переменных;
- выбора состава величин для визуального представления решения задачи.

Блок подготовки задачи позволяет перевести паспортные данные из абсолютных в относительные величины, что создает значительные удобства расчета и анализа рабочих характеристик двигателя.

Блок визуализации необходим для наглядного представления результатов моделирования.

Модель источника питания формирует вектор фазных напряжений, подводимых к обмотке статора асинхронного двигателя. В простейшем случае используется модель идеализированного источника регулируемого по частоте и амплитуде трехфазного переменного напряжения в соответствии с выражениями:

$$p\theta_s = \omega_s,$$

$$\begin{bmatrix} u_{sa} \\ u_{sb} \\ u_{sc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_s \cos \theta_s \\ U_s \cos \left(\theta_s - \frac{2\pi}{3} \right) \\ U_s \cos \left(\theta_s + \frac{2\pi}{3} \right) \end{bmatrix}.$$

Модель электромагнитной системы (Модель ЭМС) построена с использованием известных уравнений асинхронного двигателя в переменных $\Psi_R - \Psi_S$ [1]:

$$\begin{aligned} p\theta_k &= \omega_k, \\ \mathbf{U}_s &= \mathbf{A}_s(\theta_k) \mathbf{U}_s^{Fs}, \\ \mathbf{U}_s &= p\Psi_s + (\Psi_{s\sigma} + \omega_k \mathbf{B}) \Psi_s - \Psi_{s\sigma} \mathbf{K}_r \Psi_r, \\ 0 &= p\Psi_r + (\Psi_{r\sigma} + \beta_k \mathbf{B}) \Psi_r - \Psi_{r\sigma} \mathbf{K}_s \Psi_s, \\ \beta_k &= \omega_k - \omega, \\ m &= \zeta_N l_{\sigma\sigma}^{-1} (\Psi_s \bullet \mathbf{B} \Psi_r), \\ \mathbf{I}_s &= l_{s\sigma}^{-1} (\Psi_s - \mathbf{K}_r \Psi_r), \\ \mathbf{I}_r &= l_{r\sigma}^{-1} (\Psi_r - \mathbf{K}_s \Psi_s), \\ \mathbf{I}_s^{Fs} &= \mathbf{A}_s^{-1}(\theta_k) \mathbf{I}_s. \end{aligned} \tag{1}$$

В уравнениях (1) приняты следующие обозначения:

$\mathbf{U}_s^{Fs}, \mathbf{I}_s^{Fs}$ – векторы фазных (непреобразованных) напряжений и токов статора;

$\mathbf{U}_s, \mathbf{I}_s, \Psi_s, \mathbf{I}_r, \Psi_r$ – векторы преобразованных напряжений, токов и потокоцеплений обмоток статора и ротора.

$\mathbf{A}_s(\theta_k)$ и $\mathbf{A}_s^{-1}(\theta_k)$ – матрицы прямого и обратного преобразований координат;

θ_k, ω_k – угол поворота и угловая скорость вращения координат относительно статора;

θ, ω – угол поворота и угловая скорость вращения ротора двигателя;

m – электромагнитный момент двигателя;

$\zeta_N, l_{s\sigma}, l_{r\sigma}, l_{\sigma\sigma}$ – параметры Т-образной схемы замещения;

p – символ дифференцирования переменных по времени.

В модели используется двухэтапное преобразование переменных к вращающейся системе координат.

Первый этап преобразования (из базиса $\vec{\mathbf{F}}_S$ в базис $\vec{\mathbf{G}}_S$) описывается формулами [1]:

$$u_{s\alpha} = \frac{1}{3}(u_{sa} - u_{sb} - u_{sc}),$$

$$u_{s\beta} = \frac{1}{\sqrt{3}}(u_{sb} - u_{sc}).$$

Второй этап – это преобразование координат вектора напряжений из базиса $\vec{\mathbf{G}}_S$ в базис $\vec{\mathbf{H}}_S$:

$$u_{sx} = \rho_x u_{s\alpha} + \rho_y u_{s\beta},$$

$$u_{sy} = -\rho_y u_{s\alpha} + \rho_x u_{s\beta},$$

где ρ_x, ρ_y — компоненты вектора координатных функций

$$\Phi_k(\theta_k) = \begin{bmatrix} \rho_x \\ \rho_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_k \\ \sin \theta_k \end{bmatrix}.$$

Двухэтапное преобразование позволяет значительно уменьшить число обращений к процедурам вычисления тригонометрических функций и в результате этого повысить скорость расчета.

Предусмотрено также и обратное преобразование координат, что позволяют строить модель электромеханической системы с корректным сопряжением модели двигателя и источника его питания.

Модель механической системы позволяет моделировать режимы работы электрифицированных механизмов с активными и реактивными моментами статического сопротивления.

Теоретическая основа построения такого блока дана в работе [2], где приводится следующая математическая модель вычисления нагрузки на валу двигателя, как совокупности активной и реактивных составляющих момента статического сопротивления механизма:

$$m_c = \begin{cases} m_a + m_p \operatorname{sign} \omega & \text{при } \omega \neq 0; \\ f(m, m_{mp}) & \text{при } \omega = 0; \end{cases}$$

$$f(m, m_{mp}) = \begin{cases} m & \text{при } |m - m_a| \leq m_{mp}; \\ m_a + m_{mp} \operatorname{sign}(m - m_a) & \text{при } |m - m_a| > m_{mp}, \end{cases}$$

где m_a — активный момент статического сопротивления механизма;

m_p — модуль реактивного момента статического сопротивления при движении механизма;

$m_{тр}$ — модуль реактивного момента статического сопротивления при трогании механизма;

ω — скорость вращения вала двигателя;

m — электромагнитный момент двигателя;

m_c — результирующий момент статического сопротивления механизма, приведенный к валу двигателя.

Результаты моделирования, полученные с использованием Matlab — Simulink и представленные в работе [3], подтвердили возможность моделирования режимов работы электрифицированных механизмов с различными двигателями и механизмами с активными и реактивными моментами статического сопротивления.

Блок учета эффекта вытеснения тока расширяет функциональные возможности математической модели для получения адекватных результатов математического моделирования режимов работы асинхронных двигателей в области повышенных скольжений, где проявляется эффект вытеснения тока в стержнях ротора.

В рабочих режимах с небольшими скольжениями ток протекает по всему сечению стержня. При пуске, в результате вытеснения, ток протекает в основном по верхней части стержня, что ведет к значительному увеличению активного сопротивления и как следствие, пускового момента [4]. Этот эффект используется машиностроителями при создании специальных машин с глубоким пазом, с двойной беличьей клеткой. Для моделирования работы таких двигателей необходимы адекватные математические модели, учитывающие эффект вытеснения тока.

При построении блока учтено, что уравнения электромагнитной системы записаны в системе координат вращающихся со скоростью ω_k относительно статора. Поэтому координаты вектора тока ротора в этой системе координат не дают информацию о реальной частоте тока в роторе, от которого зависит эффект вытеснения тока. Для получения такой информации в блоке учета вытеснения предусмотрено дополнительное преобразование вектора тока ротора в систему координат ротора:

$$\begin{aligned} i_{rd} &= i_{rx} \cos(\theta_k - \theta) + i_{ry} \sin(\theta_k - \theta), \\ i_{rq} &= -i_{rx} \sin(\theta_k - \theta) + i_{ry} \cos(\theta_k - \theta). \end{aligned} \tag{2}$$

Это позволяет по известному математическому выражению вычислять мгновенные значения угловой частоты тока в роторе:

$$\beta_{IR} = \frac{i_{rd} p i_{rq} - p i_{rd} i_{rq}}{i_{rd}^2 + i_{rq}^2}. \tag{3}$$

В уравнениях (2) и (3) приняты следующие обозначения:

i_{rx} и i_{ry} – компоненты вектора тока ротора в системе координат, неподвижных относительно статора;

i_{rd} и i_{rq} – компоненты вектора тока ротора в системе координат, вращающейся со скоростью ω_k относительно ротора;

β_{IR} – мгновенная частота тока ротора. В установившихся режимах эта величина равна абсолютному скольжению.

В качестве иллюстрации на рис. 2 представлен полученный на модели график изменения мгновенной частоты тока ротора во времени в процессе прямого пуска двигателя мощностью 320 кВт.

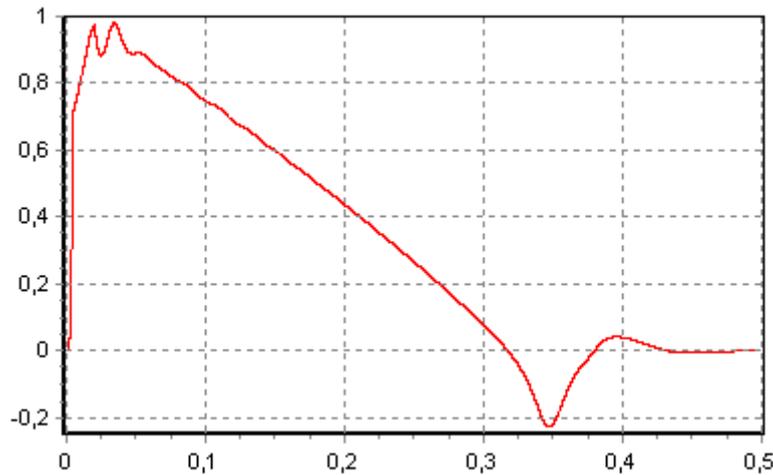


Рис. 2. Мгновенная частота тока в роторе в процессе прямого пуска АД

Использование мгновенной частоты тока в роторе в качестве аргумента функции, так называемой «приведенной высоты» стержня, позволяет вычислить переменные $f_i(\xi)$ и $f_r(\xi)$ по формулам Ф. Эмде (5):

$$\xi = h \sqrt{|\beta_{IR}|}, \tag{4}$$

$$f_r(\xi) = \xi \frac{\text{sh} 2\xi + \sin 2\xi}{\text{ch} 2\xi - \cos 2\xi}, \tag{5}$$

$$f_i(\xi) = \frac{3(\text{sh} 2\xi - \sin 2\xi)}{2\xi(\text{ch} 2\xi - \cos 2\xi)}.$$

Учитывая, что эффекту вытеснения тока подвержена в основном пазовая часть обмотки ротора, вычисление активного сопротивления и индуктивности рассеяния обмотки ротора производится по формулам:

$$\begin{aligned} r_r &= f_r(\xi) r_{r\bar{i}} + r_{r\bar{e}}, \\ l_{r\sigma} &= f_l(\xi) l_{r\sigma\bar{i}} + l_{r\sigma\bar{e}}. \end{aligned} \tag{6}$$

В уравнениях (4)–(6) приняты следующие обозначения:

h – относительная высота стержня обмотки ротора;

$f_r(\xi)$ и $f_l(\xi)$ – функции, учитывающие изменение параметров пазовой части обмотки вследствие вытеснения тока;

$r_{r\bar{i}}$ и $l_{r\sigma\bar{i}}$ – активное сопротивление и индуктивность рассеяния пазовой части обмотки ротора при равномерном распределении тока по сечению стержней;

$r_{r\bar{e}}$ и $l_{r\sigma\bar{e}}$ – параметры лобовой части обмотки, которые полагаются неизменными.

Дополняющие график рис. 2 временные диаграммы изменения активного и индуктивного сопротивления рассеяния в процессе прямого пуска при учете вытеснения тока представлены на рис. 3 и рис. 4 соответственно.

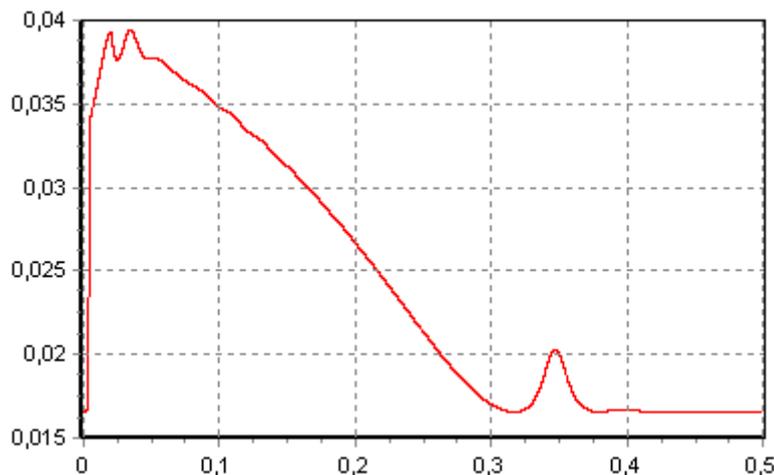


Рис. 3. Временная диаграмма изменения активного сопротивления обмотки ротора двигателя

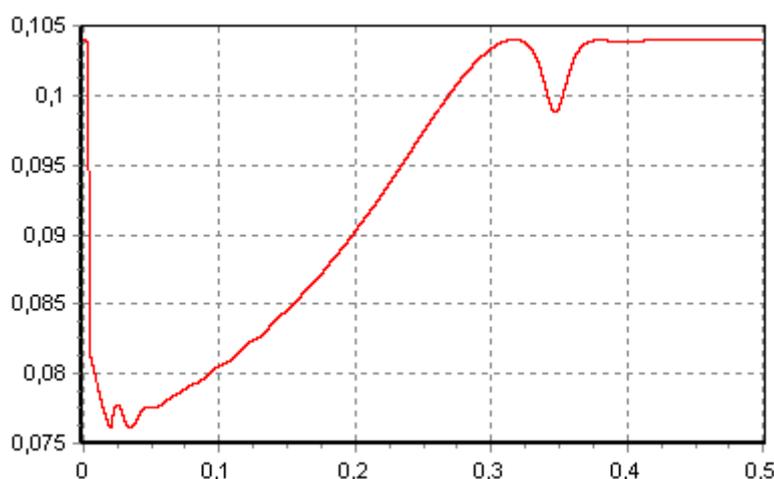


Рис. 4. Временная диаграмма изменения индуктивного сопротивления рассеяния

При моделировании использован цифровой алгоритм расчета переменных параметров ротора (рис. 5).

Блок учета эффекта насыщения главной магнитной цепи расширяет функциональные возможности получения адекватных результатов математического моделирования режимов работы машины при повышенных значениях главного магнитного потока. Практически это явление следует учитывать при расчетах режимов динамического торможения, а также при решении оптимизационных задач, в которых для оптимизации увеличения момента, развиваемого двигателем, целесообразно увеличивать магнитный поток. Режимы работы асинхронного двигателя формируются с учетом нелинейности его характеристики намагничивания по главному пути.

Для вычисления главного потокосцепления ψ_m используется нелинейное уравнение связи [1]:

$$\psi_m + l_{\sigma} i_m (\psi_m) = \sqrt{(c_1 \psi_{rx} + c_2 \psi_{sx})^2 + (c_1 \psi_{ry} + c_2 \psi_{sy})^2}, \tag{7}$$

где $l_{\sigma} = (l_{s\sigma} + l_{r\sigma})^{-1} l_{s\sigma} l_{r\sigma}$; $c_1 = l_{r\sigma}^{-1} l_{\sigma}$; $c_2 = l_{s\sigma}^{-1} l_{\sigma}$ – коэффициенты, не зависящие от насыщения главной магнитной цепи.

Численное решение уравнения связи осуществляется следующим образом. Вначале по текущим значениям переменных состояния $\psi_{sx}, \psi_{sy}, \psi_{rx}$ и ψ_{ry} рассчитывается правая часть уравнения связи:

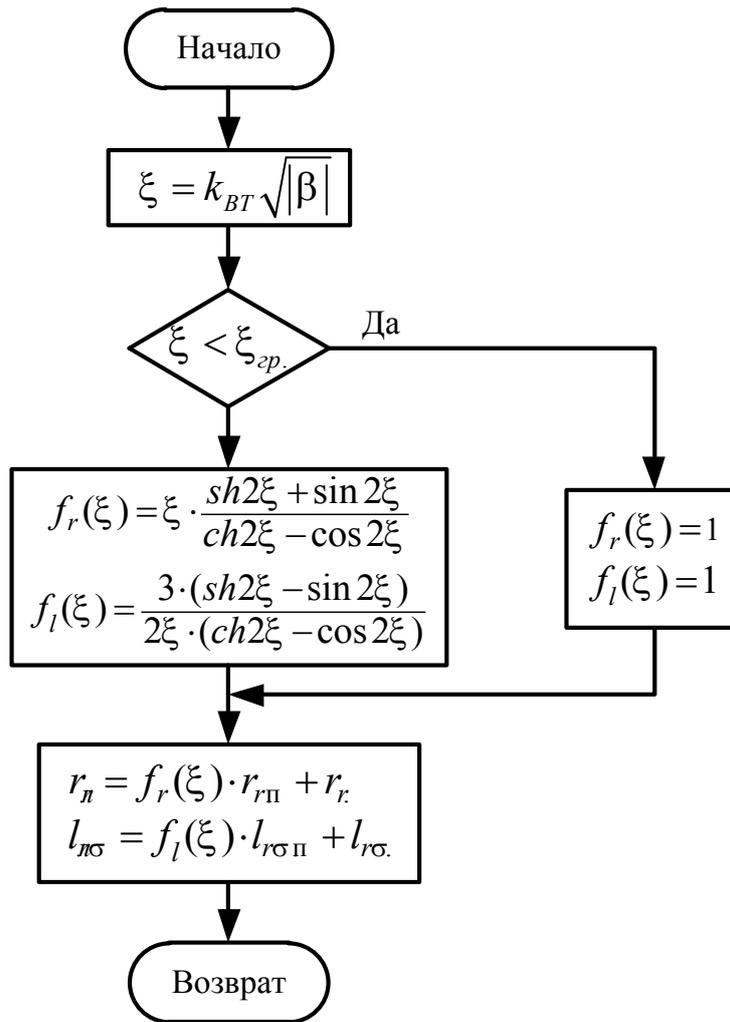


Рис. 5. Алгоритм расчета переменных параметров ротора в блоке учета вытеснения тока

$$\psi = \sqrt{(c_1\psi_{rx} + c_2\psi_{sx})^2 + (c_1\psi_{ry} + c_2\psi_{sy})^2}.$$

Чаще всего исходная информация о характеристике намагничивания двигателя представляется в графической либо табличной форме, представляющей совокупность точек $(\psi_{m,n}, i_{m,n})$, $n = 1, \dots, N$. В этом случае для аппроксимации характеристики намагничивания удобно использовать следующую гладкую аналитическую функцию:

$$i_m(\psi_m) = \sum_{i=1}^k g_i \psi_m^{2i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, k. \tag{8}$$

Выбор нечетных степеней полинома (8) обеспечивает симметрию характеристики относительно начала координат. В связи с возможным разбросом точек исходного массива данных коэффициенты полиномиальной аппроксимации g_i находятся методом наименьших квадратов. Для удовлетворительной аппроксимации характеристик намагничивания машин нормального исполнения (в диапазоне изменения $\psi_m = 0 \dots 1,3$, включающем зону существенного насыщения) практически достаточно в формуле (8) ограничиться $k = 4$, т.е.

$$i_m(\psi_m) = g_1 \cdot \psi_m + g_2 \cdot \psi_m^3 + g_3 \cdot \psi_m^5 + g_4 \cdot \psi_m^7$$

где, $g_1 = 0,14845$; $g_2 = 0,27737$; $g_3 = -0,5464$; $g_4 = 0,41725$.

Аппроксимированная характеристика намагничивания имеет следующий вид:

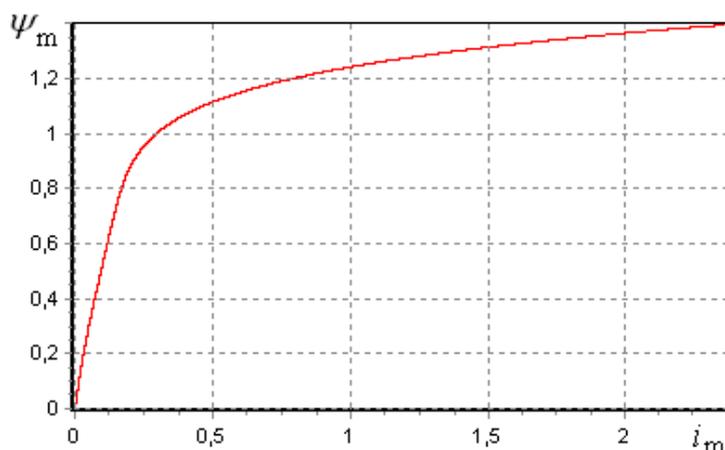


Рис. 6. Характеристика намагничивания

Левую часть уравнения (7) можно представить в виде полинома:

$$\psi_m + l_{\sigma} i_m (\psi_m) = \sum_{i=1}^k h_i \psi_m^{2i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

где

$$h_i = \begin{cases} 1 + l_{\sigma} g_i, & \text{при } i = 1 \\ l_{\sigma} g_i, & \text{при } i > 1 \end{cases}$$

Тогда уравнение (7) приобретает вид:

$$\sum_{i=1}^k h_i \psi_m^{2i-1} - \psi = 0, \quad i = 1, 2, \dots, k. \tag{9}$$

Решение этого уравнения производится методом Ньютона по итерационной формуле:

$$\psi_{m,n+1} = \psi_{m,n} - \lambda \frac{\sum_{i=1}^k h_i \psi_m^{2i-1} - \psi}{\sum_{i=1}^k (2i-1) h_i \psi_m^{2(i-1)}},$$

где $\lambda < 1$ – коэффициент укорочения шага приближения, способствующий улучшению условий сходимости решения. Далее определяется переменная

$$l_m^{-1} = \sum_{i=1}^k g_i \psi_m^{2(i-1)} \tag{10}$$

При моделировании использован цифровой алгоритм расчета главного потокосцепления и переменных параметров (рис. 7).

Блок расчета переменных параметров вычисляет фигурирующие в уравнениях модели электромагнитной системы (1) параметрические коэффициенты $k_s, k_r, l_{s\sigma}, l_{r\sigma}, \alpha_{s\sigma}, \alpha_{r\sigma}$, как переменные величины, зависящие от переменных параметров $l_{r\sigma}, r_r$ и l_m^{-1} формируемых блоками учета вытеснения тока и учета насыщения главной магнитной цепи.

$$k_s = (1 + l_m^{-1} l_{s\sigma})^{-1}; \quad k_r = (1 + l_m^{-1} l_{r\sigma})^{-1};$$

$$l_{s\sigma} = l_{s\sigma} + k_r l_{r\sigma}; \quad l_{r\sigma} = l_{r\sigma} + k_s l_{s\sigma};$$

$$\alpha_{s\sigma} = l_{s\sigma}^{-1} r_s; \quad \alpha_{r\sigma} = l_{r\sigma}^{-1} r_r.$$

Реализация модели

Описанная модель реализована в виде компьютерной программы на языке программирования Delphi в среде Turbo Delphi 2006. Модель предусматривает возможность исследования процессов управления асинхронным электродвигателем.

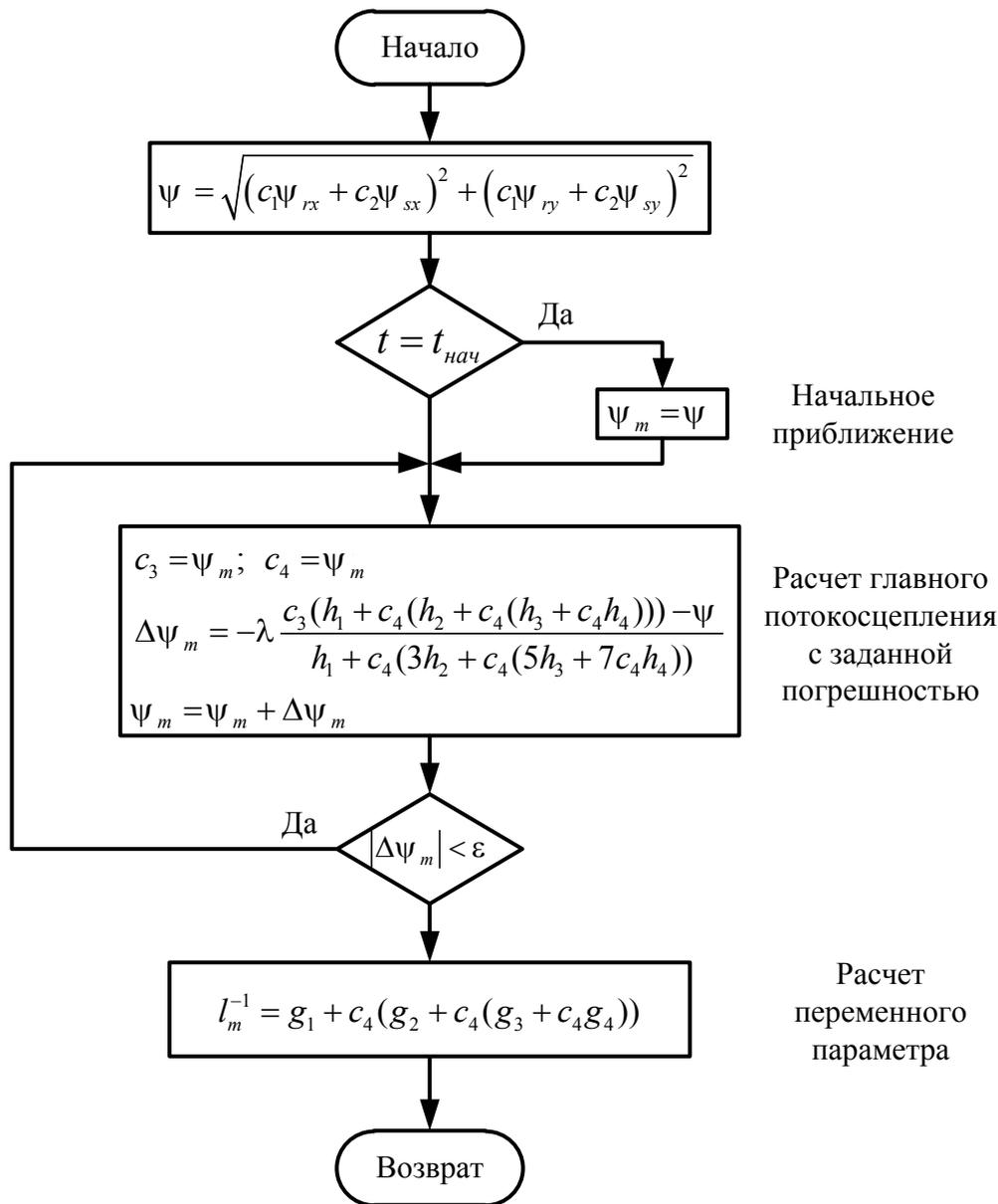


Рис. 7. Алгоритм расчета главного потокосцепления и переменных параметров

телем при использовании различных источников питания, включая преобразователи частоты. Предусмотрен также ряд сервисных функций, включая доступ к библиотеке паспортных данных различных двигателей, автоматический расчет параметров модели по паспортным данным и возможность оперативного управления решением задачи, визуализации процессов и документированием полученных результатов.

Объект моделирования

Для моделирования выбран асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 320 кВт со следующими паспортными данными:

Номинальное фазное напряжение – 380 В;

Номинальный фазный ток – 324 А;

Номинальная частота – 50 Гц;

Номинальный КПД – 0,944;

Номинальный коэффициент мощности – 0,92;

Число пар полюсов – 3.

Параметры Т-образной схемы замещения:

Активное сопротивление обмотки статора – 0,0178 Ом;

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора – 0,118 Ом;

Активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к статору – 0,0194 Ом;
 Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора, приведенное к статору – 0,123 Ом;
 Главное индуктивное сопротивление – 4,552 Ом.
 Суммарный момент инерции двигателя и механизма, приведенный к валу двигателя 28 кгм².

Результаты моделирования

На рис. 8 представлен результат моделирования процессов при прямом пуске без учета (прерывистая линия) и с учетом вытеснения тока в роторе (сплошная линия).

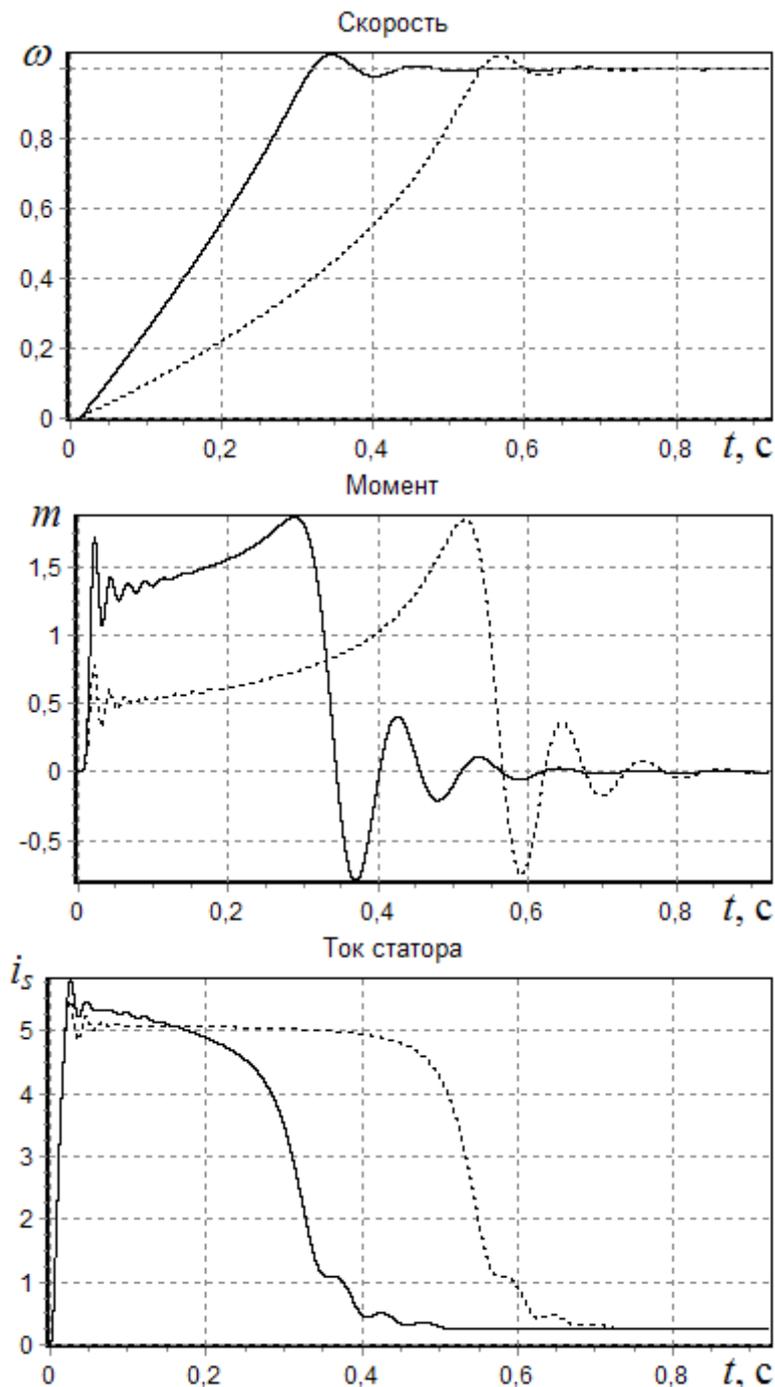


Рис. 8. Результаты моделирования процесса прямого пуска

Как видно из рис. 8, вытеснение тока дает увеличение пускового момента и уменьшение времени разгона двигателя. В данном примере использовано подавление колебаний электромагнитного момента и скорости путем плавного нарастания амплитуды напряжения при включении двигателя, что используется в устройствах плавного пуска.

На рис. 9 представлен результат моделирования процессов динамического торможения без учета (прерывистая линия) и с учетом насыщения главной магнитной цепи (сплошная линия).

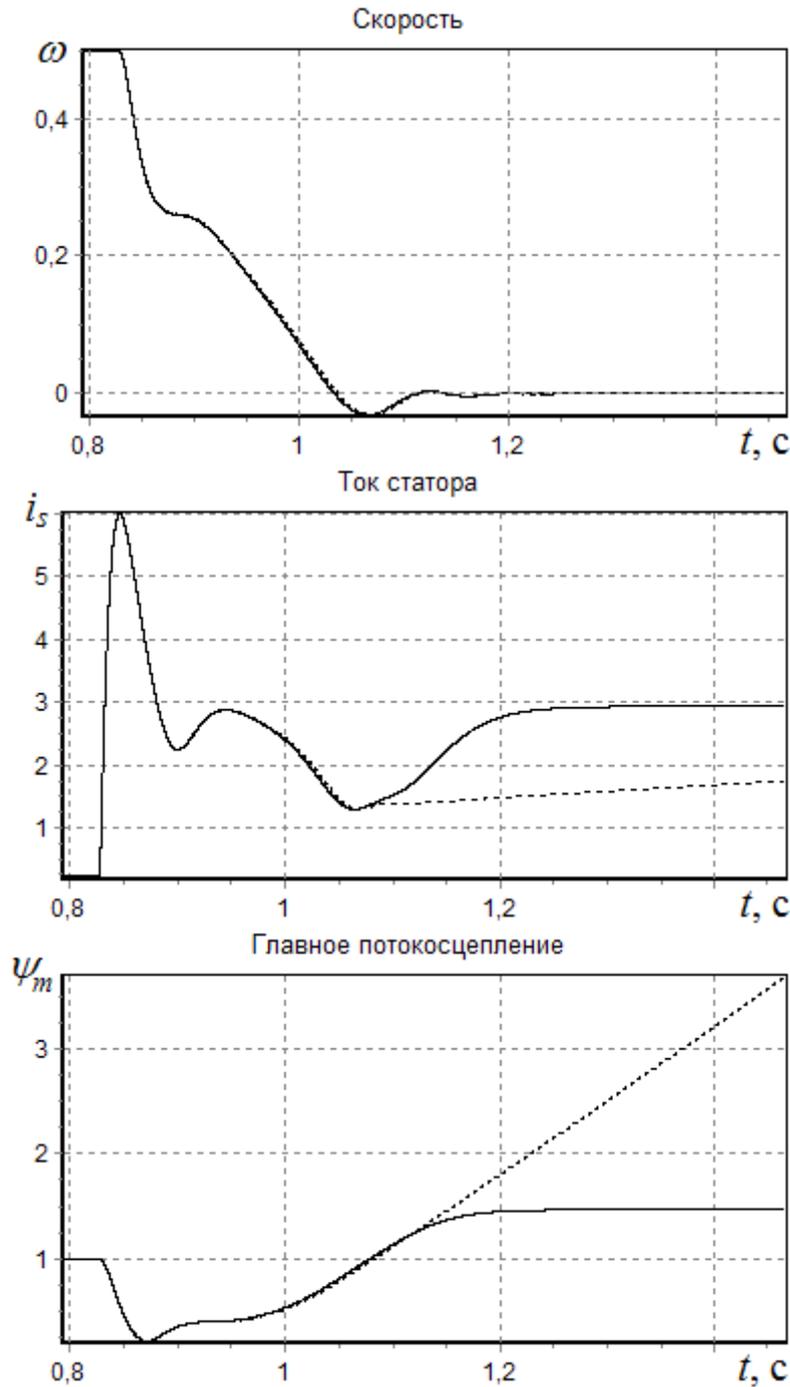


Рис. 9. Результаты моделирования процесса динамического торможения

Рисунки иллюстрируют процесс динамического торможения двигателя при ненулевых начальных условиях. Процесс характеризуется значительным насыщением главной магнитной цепи на его заключительной стадии.

Заключение

Представленные выше алгоритмы учитывают факторы насыщения и вытеснения тока. Поэтому они могут быть использованы для расчета характеристик и режимов работы асинхронных двигателей в широком диапазоне частот и напряжений, охватывающем различные законы частотного управления, в том числе законы оптимального управления.

Модель может быть использована в учебном процессе и профессиональной деятельности специалистов для уточненного исследования различных режимов работы электрифицированных механизмов с асинхронными двигателями.

Литература:

1. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. [Текст] / Шрейнер Р.Т. Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654 с. ISBN 5–7691–1111–9.
2. Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов. [Текст] / Р.Т. Шрейнер. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 279 с.
3. Шрейнер Р.Т. Моделирование моментов нагрузки электродвигателей в MATLAB. [Текст] / Шрейнер Р.Т., Емельянов А.А., Клишин А.В., Медведев А.В. Молодой учёный. 2010. № 8 (19). – с. 6–12. ISSN 2072–0297.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. [Текст] / Вольдек А.И. Ленинград: Энергия, 1974. 839 с.

К вопросу применения водорода на двигателях внутреннего сгорания

Жарков Вячеслав Васильевич, кандидат технических наук, доцент;

Назаров Сердар Кочакович, соискатель, преподаватель

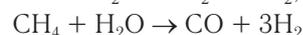
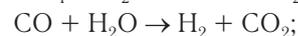
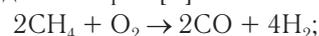
Туркменский политехнический институт (г. Ашгабад)

Энергоснабжение мира будет в ближайшие 30–50 лет базироваться в основном на органических топливах (углях, природном газе, нефти) за счет которых в настоящее время обеспечивается около 90% мирового потребления энергии. Оценка мировых запасов органических топлив весьма затруднена из-за недостаточной разведанности недр нашей планеты, а также несовершенствования методов бурения и изучение дна океана приведет к существенному изменению наших представлений о запасах энергетических ресурсов.

В таблице 1 представлены прогнозные и разведанные запасы ископаемых топлив по наиболее оптимистическим и пессимистическим оценкам. Количество разведанных ресурсов отражает современные технические возможности и безусловно будет изменяться с развитием науки и техники. Если исходить из оптимистических прогнозов ресурсов в размере 13550 млрд.т.у.т., то как видно из таблицы 1, на долю угля приходится 88,5, нефти и природного газа 6,0, нефтеносных песков и сланцев 5,5. Их этого количества разведанные запасы составляют 1200 млрд.т.у.т., из которых на долю угля приходится 69, нефти и природного газа 22, нефтяных песков и сланцев 9.0% [5].

Водород (H₂) является одним из наиболее перспективных видов топлив как для использования в современных типах ДВС (при некоторых их модификаций), так и для энергетики будущего. Это топливо эффективно удовлетворяет комплексу требований по энергетическим показателям двигателя и экономическим требованиям обеспечения безотходной технологии.

Первое практическое использование водорода в качестве добавки к топливу для авиационных ДВС относится к 1927 г. В Советском Союзе работы по применению H₂ в качестве топлива для ДВС проводятся в секторе неоднородных средств АН СССР под руководством академика В.В. Струминского, в институте проблем машиноведения АН УССР и ряде других организаций. Наиболее распространенный современный промышленный способ получения H₂ основан на частичном окислении метана и его конверсии с водяным паром [7].



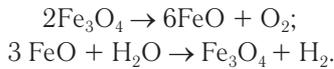
Метан является ценным химическим сырьем, поэтому рассматриваются перспективные способы получения H₂ из воды. К таким способам относятся термодиссоци-

Таблица 1. Потенциальные запасы ископаемых минеральных топлив в мире, млрд. т.у.т. [5]

Вид топлива	Разведанные запасы		Прогнозные запасы	
	минимальные	максимальные	минимальные	максимальные
Твердые	450	830	5000	12000
Нефть и газовый конденсат	95	150	220	450
Углеводороды и битуминозных песка и сланца	90	120	370	730
Природный газ	65	100	240	370
Итого:	700	1200	5830	13550

Примечания: Запасы ядерного топлива соответствует запасам угля.

ация воды, протекающая при температурах 4000–5000К, и разработанный в Институте атомной энергии им. И.В.Курчатова двухступенчатый цикл с использованием теплоты атомного реактора [1].



Подсчитано, что термоядерный реактор тепловой мощностью 10 млн. кВт при работе по такому циклу позволит получить 1 млн. т. H_2 в год.

Основные физические показатели H_2 приведены ниже.

Температура кипения, К	20,24
Температура застывания, К	13,8
Критическая температура, К	32,9
Критическое давление, МПа	1,27
Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	0,08987
Плотность при температуре кипения, кг/м ³	$0,07097 \cdot 10^3$
Плотность при температуре застывания, кг/м ³	$0,0896 \cdot 10^3$
Теплота плавления, кДж/моль	0,0965
Теплота испарения, кДж/моль	0,903
Концентрационный диапазон воспламеняемости с воздухом, % по объему	4–75

Жидкий водород (ЖН_2) представляет собой бесцветную жидкость без запаха. Газообразный водород (ГН_2) бесцветный газ без запаха. Твердый водород (ТН_2) обладает кристаллической структурой. При охлаждении ЖН_2 ниже температуры кипения в нем появляются конгломераты кристаллов ТН_2 , количество которых увеличивается до полного исчезновения ЖН_2 . Смесь ЖН_2 и ТН_2 называется шугообразным водородом (ШН_2).

Температура, К	14	15	16	17	18	19	20	20,38
Коэффициент термического расширения, $\delta \cdot 10^3$	9,72	10,62	11,51	12,41	13,30	14,20	15,04	15,43

При диффузии водорода в углеродистую сталь происходит наводороживание металла ($\text{FeC} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CH}_4$), вследствие которого в массе металла появляются газовые пузыри и трещины. Диффузия водорода в металлы возрастает с повышением температуры. Например, при 1750К в одном объеме железа растворяется до двух объемов водорода. Диффузия водорода в металлы ухудшает их твердость, термическую стойкость, текучесть и ряд других свойств.

При нормальной и низких температурах водород химически малоактивен. Реакционная способность его значительно возрастает при нагреве, под действием электрического разряда и в присутствии катализаторов. Повышение активности водорода обусловлено образованием атомарного водорода, обладающего высокой реакционной способностью.

Высокая диффузионная способность ГН_2 с одной стороны, обеспечивает хорошие условия смесеобразования в ДВС, а с другой стороны – снижает пожаро- и взрыво-

Высшая теплота сгорания H_2 равна 120МДж/kg, что превышает массовую теплоту сгорания всех топлив для ДВС. Однако вследствие малой плотности H_2 его объемные энергетические характеристики хуже, чем у нефтяных топлив. Объемная теплопроизводительность водородно-воздушной смеси меньше теплопроизводительности смесей на основе бензина (на 15%) и спирта (на 10%)[3].

Температура воспламенения водородно-воздушной смеси выше, чем смесей на базе углеводородных топлив, однако благодаря более низкой энергии активации H_2 для его воспламенения требуется меньше количество энергии.

Водородно-воздушные смеси сгорают со скоростью превышающими скорости сгорания смесей на основе углеводородных топлив и в значительной степени зависящими от температуры [6]:

Температура, К	293	373	473	573	673
Скорость распространения пламени при 0,1 МПа, м/с	2,50	4,00	6,00	9,00	12,00

В условиях камеры сгорания скорость распространения пламени значительно возрастает вследствие влияния турбулизации и повышенных давлений. Большие скорости сгорания обуславливают высокую жесткость процесса сгорания. Например, при $\alpha = 1$ скорость нарастания давления в цилиндре примерно в три раза больше, чем при работе бензо-воздушных смесях. При увеличении α скорость нарастания давления уменьшается [5].

При анализе условий хранения ЖН_2 большое значение имеет его коэффициент термического расширения δ , который изменяется по температуре следующим образом:

опасность водорода – воздушных смесей, случайно образовавшихся из-за утечек H_2 (благодаря быстрому его рассеиванию).

Устойчивое воспламенение H_2 можно обеспечить с помощью принудительного зажигания от электрической искры или дозы запального топлива, возможно также воспламенение с помощью катализатора H_2 может подаваться в цилиндр как вместе с воздухом, так и путем впрыска в камеру сгорания.

Благодаря широкому концентрационному диапазону воспламеняемости водорода – воздушных смесей открывается возможность качественного регулирования мощности ДВС, при этом индикаторный КПД двигателя возрастает.

Предел обеднения водородно-воздушной смеси определяется ухудшением динамики тепловыделения и как следствие этого неустойчивой работой двигателя. Вследствие высокой химической активности и больших скоростей сгорания смеси работа двигателя на составах смеси,

Таблица 2. Сравнительные данные по системам хранения топлива

Показатели	Бензин	Сжатый H_2	ЖH_2	Гидрат MgH_2
Масса топлива, кг	53,5	13,4	13,4	13,4
Объем топлива, м^3	0,07	1,0	0,19	-
Масса бака, кг	13,6	13,61	181	213,6
Полная масса топливной системы, кг	67	1374	195	227

достаточно близких к стехиометрическому, вызывает явления аналогичные детонации.

Использование H_2 по сравнению с бензином вызывает снижение мощности двигателя. Это объясняется уменьшением коэффициента наполнения из-за низкой плотности H_2 и вызываемого этим увеличением относительной доли объема цилиндра, занимаемой топливом. Например, при $\alpha = 1$ H_2 занимает почти 30% объема цилиндра (а пары нефтяного топлива только 2–4% объема).

Вследствие высоких скоростей и температур сгорания водорода – воздушных смесей в отработанных газах ДВС может содержаться значительное количества окислов азота NO . С обеднением смеси концентрации NO уменьшается. Для снижения количества NO в отработавших газах можно применять добавку воды к водородному топливу. Однако, что при работе на H_2 в отработавших газах не должно содержаться CO и CN , однако эксперименты обнаруживают их незначительное количество. Это объясняется выгоранием углеводородных смазочных материалов, попадающих в камеру сгорания.

Наиболее сложной задачей при использовании водорода и бензо-водородных смесей в качестве топлива для ДВС является хранение расходного запаса H_2 на борту автомобиля. Принципиально возможны три способа хранения H_2 : в сжатом виде в баллонах высокого давления, в сжиженном виде и в химически связанном виде в составе соединений, легко разрушающихся с выделением H_2 (энергоносителей).

Получение, транспортировка и хранение жидкого водорода достаточно хорошо освоены в смежных областях техники в начале 50-х годов. Например, в США в 1960 году выпуск ЖH_2 составлял 14 т/сут. и увеличился к 1970 году до 160 т/сут. Главной задачей при этом является обеспечение минимального испарения ЖH_2 , хранящегося в топливных баках. Современное (взаимственное из опыта ракетной техники) решение этой задачи заключается в использовании криогенных емкостей, имеющих двойные стенки, пространственно между которыми вакуумировано и заполнено чередующимися слоями экранирующих и изолирующих материалов – экрано-вакуумной изоляцией. Потери на испарение ЖH_2 в стационарных резервуарах такого типа не превышает 10% в год, в расходных автомобильных баках 1% в сутки. Баки снабжают

системой сброса избыточного давления испарившегося H_2 с дальнейшим дожиганием или адсорбцией его паров. Для снижения испаряемости и повышение плотности H_2 при хранении в перспективе возможно применение SH_2 , содержащего 30–50% TH_2 . Сжижение водорода требует значительных энергетических затрат (до 45%), что повышает стоимость топлива.

Перспективной системой хранения водорода при работе автомобиля на ДВС является использование энергоносителей на основе гидридов некоторых металлов (например, Li , K , Mg , Fe , Ti и пр.) [4]. При пропускании водорода через порошки этих металлов образуются их гидриды по типу $\text{Li} + \text{H} \rightarrow \text{LiH}$ и выделяется теплота, которая должна быть отведена. При подогреве гидридного порошка (что может осуществляться на борту автомобиля, например, за счет теплоты отработавших газов или жидкости из системы охлаждения двигателя) H_2 выделяется из гидридов и направляется в систему топливоподачи двигателя. Такие циклы могут повторяться многократно. При прекращении теплоподвода (по команде или вследствие аварии) выделение H_2 прекращается. Эта особенность обеспечивает достаточно высокую пожаро – взрывобезопасность эксплуатации автомобиля с гидридным аккумулятором H_2 .

В таблице 2 приведены сравнительные данные по системам хранения топлива, обеспечивающим пробег автомобиля равный 418 км [4].

Необходимо отметить также способ получения H_2 непосредственно на транспортном средстве, который основан на способности ряда веществ (Al , Li , Mg и др) восстанавливать воду до водорода с образованием окислов соответствующих элементов. В дальнейшем окислы могут быть восстановлены в стационарных условиях. Испытание опытных реакторов такого типа дало хорошие результаты.

Отметим возможность использования H_2 в электрохимических газовых аккумуляторах. В этих аккумуляторах H_2 реагирует с кислородом и происходит выделение электрической энергии. Газовые аккумуляторы рассматривают в качестве источников энергии для перспективных транспортных средств. С этой точки зрения накопление конструктивных и технологических решений в областях производства и транспортировки H_2 приобретает еще большее значение.

Литература:

1. Аксенов А.Ф. Трение и изнашивание металлов в углеводородных жидкостях. — М.: Машиностроение. 1977 г.
2. Афрошмова В.Н., Поляцкий М.А. Экспериментальное исследование эффективности горения газового топлива. — ТрЦКТИ 1967 г. № 76 с. 25–42.
3. Варшавский И.Л. Малотоксичный автомобиль: Снижение токсичности отработавших газов двигателя применением добавок водорода. — В сб.: Защита воздушного бассейна от загрязнения токсичными выбросами транспортных средств. — АНУСС. ИПМаш АН УССР. 1977 г.
4. Иссерлин А.С., Певзнер М.И., Ежова Е.И. Горелочные устройства для сжигания газа в металлургии тяжелых цветных металлов. М.: ВНИИЭ газпром 1972 г.с.,75
5. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива. Ленинград «Недра» Ленинградское отделение. 1987 г. с. 336.
6. Обельницкий А.М. Расчет термодинамических свойств двухкомпонентных топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания. — Межвузовский сборник научных трудов// Автомобиль и окружающая среда. 1976 г.
7. Обельницкий А.М. Топливо и смазочные материалы. М.: «Высшая школа» 1982 г.

Сезонное аккумулирование возобновляемых источников энергии

Назаров Сердар Кочакович, соискатель, преподаватель
Туркменский политехнический институт (г. Ашгабад)

Истощение запасов традиционных источников энергии и увеличение мощности использующих этих видов энергии каждым годом, показывает важность использования нетрадиционных источников энергии. К основным видам нетрадиционных источников энергии относятся: энергия солнца и ветра, геотермальная энергия, энергия биогаза, энергия волн океанов и морей и т.д.

Количество солнечной энергии приходящей на землю во много раз превосходят мировые запасы нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов, Использование 0.0125% энергии солнца могло бы обеспечить сегодняшнюю потребность мировой энергетики, а использование 0.5% — могло бы полностью обеспечить потребность энергии в будущем население планеты.

Во многих странах мира уделяется большое внимание использованию солнечной энергии в государственном масштабе. Это объясняется тем, что в большинстве стран мира количество солнечной энергии, попадающей на крыши и стены зданий, намного превышает годовое потребление энергии жителями этих домов. Использование солнечного света и тепла — чистый, простой, и естественный способ получения всех форм необходимой жителем планеты энергии. При помощи солнечных коллекторов можно обогреть жилые дома и коммерческие здания и обеспечивать их горячей водой. Солнечный свет, сконцентрированный параболическими зеркалами (рефлекторами), применяют для получения тепла (с температурой до нескольких тысяч градусов Цельсия). Его можно использовать для обогрева или для производства электроэнергии. Кроме этого, существует другой способ производства энергии с помощью Солнца — фотоэлектрические технологии. Фотоэлектрические элементы — это устрой-

ства, которые преобразовывают солнечную радиацию непосредственно в электричество [4].

Но солнечная энергия тоже имеет некоторые недостатки, так как его энергия зависит от состояния атмосферы, времени, суток и сезонности года. Облака — основное атмосферное явление, определяющее количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли. В любой точке Земли солнечная радиация, достигающая поверхности Земли, уменьшается с увеличением облачности. Следовательно, страны с преобладающей облачной погодой получают меньше солнечной радиации, чем пустыни, где погода в основном безоблачная.

Уменьшение интенсивности солнечной энергии в зимний период года снижает сезонное использование солнечной установки. Научно-исследовательские работы, посвященные сезонному аккумулированию солнечной энергии, имеют большую значимость.

До настоящего времени научно-исследовательские работы, посвященные изучению по аккумулированию солнечной энергии, в основном в качестве аккумулирующего элемента предлагают устройство с использованием теплоемкости материала в процессе таяния и твердения вещества и, в результате, выделяемой энергии.

Основные преимущества аккумулирующего устройства солнечной энергии, основанного на теплоемкости веществ, это его низкая стоимость, простота его конструкции с технической стороны и оптимальность его использования.

Основные недостатки аккумулирующего устройства солнечной энергии теплоемкостью веществ, это его непостоянность температуры передаваемого тепла, то есть последовательное уменьшение температуры в течении



Рис. 1. Виды получения и применения водорода

работы. Также сезонное применение основанного на теплоемкости веществ аккумулятора, то есть создание устройства аккумулирующий солнечной энергии, работающее в течении года с технической стороны, очень сложная проблема. Этим и объясняется малое использование аккумуляторов устройств солнечной энергии, с применением теплоемкости веществ работающих до настоящего времени.

Преимущества устройств, использующих выделяющую энергию веществ в процессе таяния и твердения (фазовом переходе): они дают возможность для получения теплоносителя с постоянной температурой. Но эти устройства тоже имеют некоторые недостатки:

- тепло-аккумулирующее вещество при многократном использовании теряет свои физико-химические свойства;
- устройство, аккумулирующее солнечную энергию, в котором используется вещество при фазовом переходе выделяющее огромное количество энергии, по сравнению с другими устройствами очень дорогое;

- эти устройства по сравнению с устройствами, аккумулирующих солнечную энергию, основанными на теплоемкости веществ, очень сложны;

Как видно из выше перечисленной информации, проблема сезонного аккумулирования солнечной энергии остается одной из нерешенной важной технической проблемы до настоящего времени.

В настоящее время в развитых странах ведутся научные работы, направленные на разделение воды на водород и кислород с помощью энергии солнца и ветра.

Основное преимущество водорода:

- огромное количество первичных энергетических ресурсов для производства водородного топлива;

- высокий потенциал повышения энергетической безопасности за счет снижения зависимости от наружных поставщиков энергоресурсов;

- возможность использования в всех отраслях, централизованных и децентрализованных электроэнергетических установках, в виде топлива на транспортных средствах и т.д.;

- экологическая чистота, потому что продукт сгорания водорода является водяной пар;

- высокая эффективность преобразования на электрическую энергию с использованием топливных элементов;

- высокая технологическая возможность использования, так как водород с помощью систем труб может транспортироваться, аккумулироваться, храниться и при необходимости можно отправить в любую точку;

- теплота сгорания 1 кг водорода составляет (по низшему пределу) 129 МДж/кг, а теплота сгорания бензина или хорошего авиационного топлива 46–50 МДж/кг;

- водород – одно из самых энергоёмких энергоносителей.

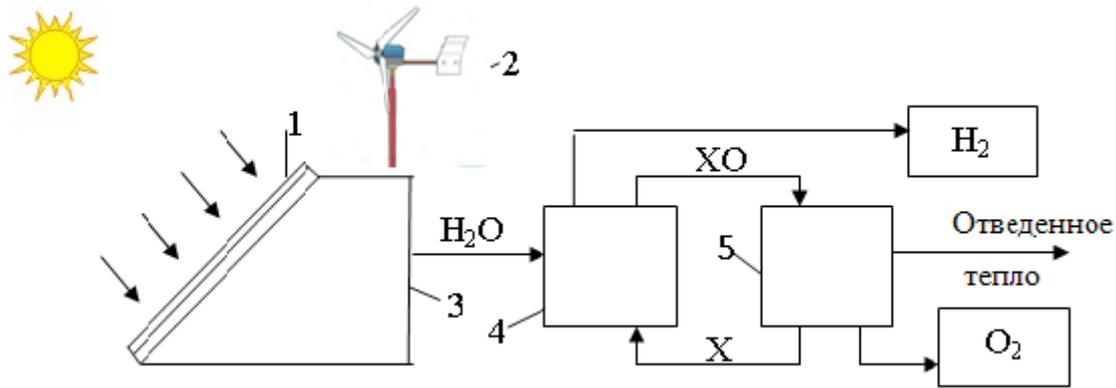


Рис. 2. Схема установки для разделения воды на водород и кислород за счет термохимической реакции:

1 – солнечный коллектор; 2 – ветротеплогенератор; 3 – емкость для воды;
4 – химический реактор ($H_2O + X = XO + H_2$); 5 – химический реактор ($XO = X + \frac{1}{2}O_2$)

Основные направления получения водорода и его использования показаны на рисунке 1.

В данное время ведется научно-исследовательская работа по теме «Разработка научно-технических основ сезонного аккумулирования солнечной энергии и создание на основе этого опытного образца работающей солнечной установки». Цель темы найти самый дешевый и оптимальный способ разложения воды на водород и кислород. Задача – создание образца установки, которая дает возможность получить водород из воды с помощью энергии солнца и ветра.

В отличие от классического способа долгосрочного аккумулирования и хранения тепловой энергии, предлагается способ сезонного аккумулирования энергии солнца, ветра и других низкопотенциальных источников энергии. Предлагаемая установка, разработанная по этому способу, основана на выделении или поглощении определенного объема энергии при химических реакциях. В результате химической реакции, проведенной за счет тепла, полученного от применения солнечной энергии совместно с другими источниками энергии, выделяется водород. Образовавшийся водород с помощью определенных устройств собирается в специальном сосуде. Аккумулирование природной энергии (энергии солнца, ветра) осуществляется с помощью солнечного коллектора, ветро-

вого и теплового генератора, регулятора дополнительного источника энергии, сосуда для хранения выделяемого газа и необходимого оборудования.

Схема предлагаемой установки показана на рисунке 2.

Установка работает следующим образом: за счет солнечной и ветровой энергии вода хранящиеся в емкости 3 подогревается до нужной температуры. Нагретая вода подается в реактор 4, где происходит термохимическая реакция между водой и X химическим элементом. За счет химической реакции получаем XO и H_2 . После XO подается в реактор 5 и за счет химической реакции восстанавливается вещество X. Выделяемый кислород и водород отправляется к потребителю или хранятся в специальном сосуде.

Разделение воды на водород и кислород с использованием энергии солнца и ветра, и на основе этого решение проблемы сезонного аккумулирования солнечной и ветровой энергии имеет важное практическое и научно-исследовательское значение. При необходимости хранящийся водород можно использовать для получения энергии.

Решение поставленной задачи даст возможность снабжать общественные и производственные помещения электричеством, теплом, холодом и теплой водой, а промышленность теплом для технологических нужд.

Литература:

1. Даффи Дж., Бэкман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии – М.: 1977.
2. Байрамов Р.Б., Ушакова А.Д. Системы солнечного теплоснабжения в энергетическом балансе южных районов страны. – А.: Наука, 1987.
3. Байрамов Р., Сейиткурбанов С., Теплонасосные установки для индивидуальных потребителей. – А., 1984.
4. www.econuseum.kz

Аспекты проектирования установок контактного типа для сушки и тепловой обработки зерна

Нестерова Дарья Владимировна, студент;
Журавлев Алексей Валериевич, студент;
Сутягин Сергей Алексеевич, аспирант;

Павлушин Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина

Выбор рационального метода сушки зерна, типа зерносушильной установки, а также теплового режима её работы представляет собой сложную задачу, решение которой требует достаточных знаний в области теории, технологии и техники зерносушения.

Основные требования к проектированию зерносушильной техники можно представить в виде концептуальной схемы создания зерносушилок (рис. 1).

В каждом из указанных блоков данной схемы представлены технико-экономические, энерго-, ресурсосберегающие, экологические аспекты, а также требования технологической адаптации. Реализация данных условий при проектировании зерносушильной техники позволит разработать новые, эффективные средства механизации, причём необходимо учитывать влияние как каждого из блоков по отдельности, так и взаимосвязи.

Исследование процесса тепловой обработки зерна проводят с целью научного обоснования выбора раци-

ональных методов и оптимальных режимов процесса, а также получения необходимых формул для проектирования и расчета установок. Как и для других технологических процессов, методы исследования процессов тепловой обработки можно разбить на три основные группы: аналитические, экспериментальные и синтетические.

Аналитическое исследование протекает в три этапа: а) математическое описание задачи; б) формулировка краевых условий; в) решение задачи. Необходимость формулировки краевых условий вызвана тем, что уравнения кинетики тепло-массопереноса в частных производных второго порядка описывают целый класс явлений и имеют бесчисленное множество решений. Для однозначного решения уравнений необходимо сформулировать начальное и граничное условия, отражающие конкретную обстановку протекания процесса [1, 2].

Однако аналитические методы исследования и расчета по своей сущности являются дедуктивными. Они учиты-

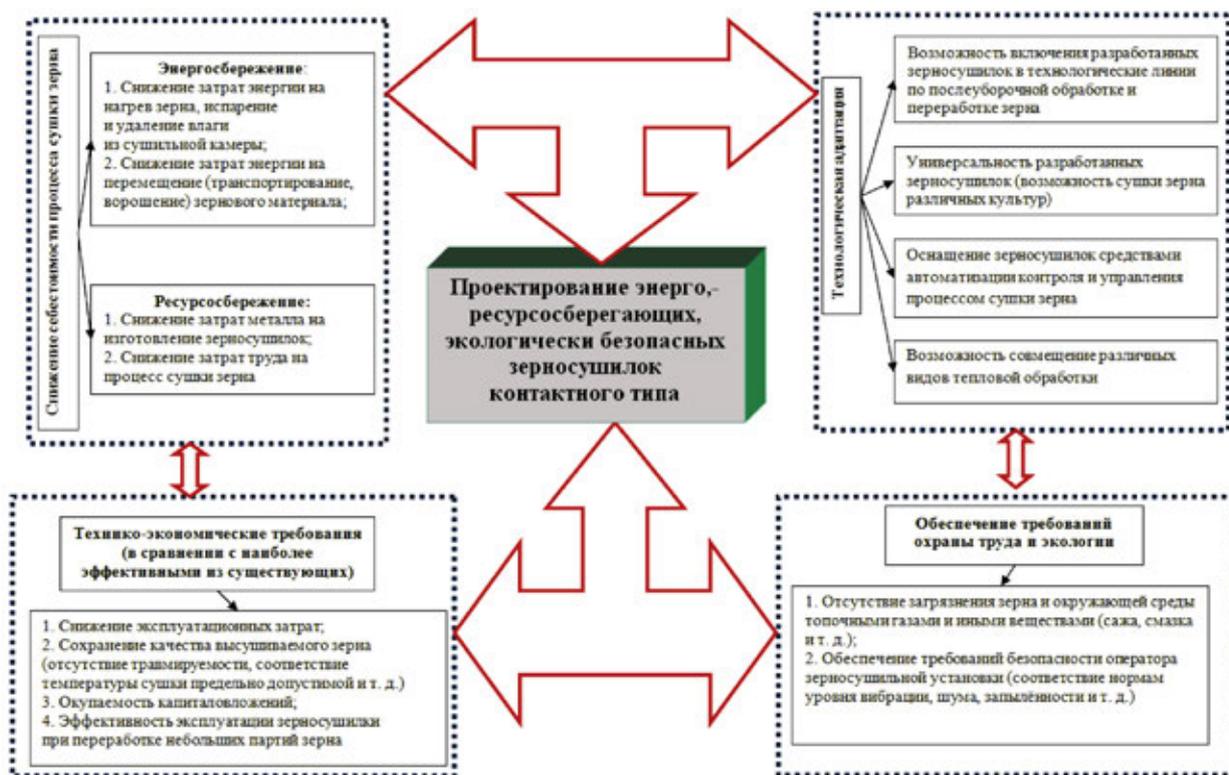


Рис. 1. Схема концептуального проектирования зерносушилок контактного типа

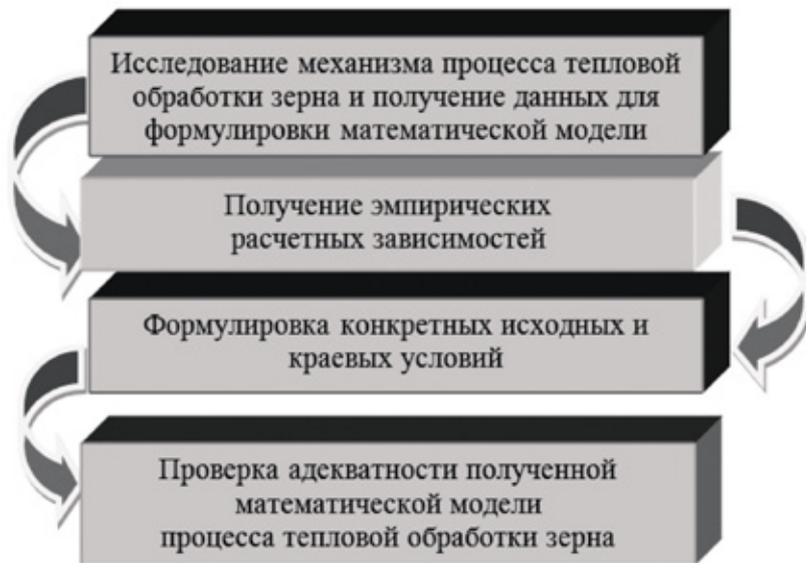


Рис. 2. Цели экспериментального метода исследования

вают основные закономерности процессов, протекающих в моделируемом объекте, качественно более правильно характеризуют его даже при наличии недостаточно точных в количественном отношении параметров модели. Поэтому с их помощью можно разрабатывать общие методы расчета. При возможности их полной реализации, по существу, отпадает необходимость в эксперименте, который в этом случае применяют для определения кинетических констант модели и для проверки адекватности полученных математических решений.

В ряде случаев целесообразно использовать принцип суперпозиции, когда задача со сложными краевыми условиями и переменными физическими характеристиками раскладывается на алгебраическую сумму простых задач, решения которых известны (например, в виде расчетных графиков, номограмм и т.п.).

Хорошие практические результаты дает зональный расчет с применением метода кусочно-ступенчатой аппроксимации.

Также применение аналитических методов расчета не всегда возможно. В частности, когда отсутствует или весьма ограничен объем теоретических сведений об изучаемом процессе, вследствие чего неизвестен ориентировочный вид соотношений, описывающих этот процесс. Даже если аналитические зависимости получены, из-за их громоздкости и сложности их часто трудно применять в практических инженерных расчетах.

В связи с этим важное практическое значение имеет экспериментальный метод исследования (рис. 2).

При проведении экспериментального исследования важно:

а) определить минимально необходимое число опытов и правильно поставить эксперимент; при решении этой задачи широко применяют методы планирования многофакторных экспериментов;

б) оценить погрешность проведения опытов и точность получаемых данных с использованием методов математической статистики;

в) создать экспериментальные установки, которые должны быть физическими моделями будущих производственных установок;

г) обобщить экспериментальные данные с целью получения эмпирических расчетных формул.

Решение двух последних задач реализуется в третьем — синтетическом методе исследования, который базируется на теории подобия и анализе размерностей, а также на статистических методах математического планирования экспериментов.

Рассмотрим примерную схему проведения экспериментального исследования процесса тепловой обработки зерна, в которой сочетаются этапы исследования и вопросы проектирования установки (рис. 3).

Приведенную схему, применяют при разработке и создании новых оригинальных конструкций зерносушильных установок. Если речь идет о модернизации действующих установок или разработке новых конструкций установок, реализующих известный способ сушки, количество этапов экспериментальных работ может быть соответственно сокращено.

Получаемые при экспериментальном исследовании расчетные зависимости имеют вид корреляционных или регрессионных соотношений между входными и выходными величинами, которые носят частный характер и справедливы для сравнительно узкой области изменения параметров модели.

Синтетический метод исследования объединяет аналитический и экспериментальный методы исследования. Как было сказано, он базируется на методах обобщенного анализа (теории подобия и методе анализа размерностей) и на математических методах планирования экспериментов.



Рис. 3. Этапы экспериментального исследования

Первый метод позволяет сократить число переменных в рассматриваемых задачах за счет перехода к удобным и легко интерпретируемым безразмерным комплексам (критериям или числам подобия) и, кроме того, определяет условия и искомые параметры при проведении экспериментальных исследований (первая теорема подобия). При исследовании выбирают функциональную форму эмпирического уравнения в критериальном виде, стремясь ввести необходимое количество параметров и коэффициентов, чтобы в дальнейшем, определив их численные значения из экспериментальных данных, обеспечить необходимую точность расчетов по формуле (вторая теорема подобия).

Теория подобия позволяет результаты (закономерности), полученные экспериментальным путем на пилотной установке, перенести на промышленную, если соблюдены определенные условия однозначности, определяемые третьей теоремой подобия. Этот метод нашел широкое применение в инженерной практике [3].

Теория подобия относится к явлениям, характеризующимся постоянством свойств изучаемого объекта во времени, так как кинетические коэффициенты, учитывающие

эти свойства (теплофизические, массообменные, термодинамические, структурно-механические, физико-химические и пр.), рассматриваются в критериях подобия как константы. В реальных процессах эти коэффициенты обычно изменяются.

Таким образом, непрерывное совершенствование конструкций зерносушильной техники, интенсификация режимов её работы с одновременным улучшением качества процесса сушки и готового продукта в конечном итоге, разработка и внедрение средств автоматического управления существенно усложняют методы расчёта структуры и параметров зерносушильных установок при их проектировании. При этом применение методов моделирования даёт возможность существенно снизить сроки создания установок для сушки зерна, а также повысить эффективность их функционирования.

Установленные требования и критерии, предъявляемые к созданию новой техники, а также основные зависимости по моделированию процесса сушки и тепловой обработки зерна позволят обеспечить создание новых установок, эффективных с точки зрения получения качественного готового продукта при минимальных затратах энергии.

Литература:

1. Гинзбург А.С. Автоматизация процессов сушки зерна / А.С. Гинзбург, А.П. Гержой, А.Т. Птушкин. — Заготиздат, 1962. — 267 с.
2. Громов А.П. Совершенствование зерносушильных устройств // Механизация и экономика сельскохозяйственного производства. — 1974. — с. 121–134.
3. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена. — М.: Высшая школа, 1967. — 264 с.

Анализ методов управления затратами в технологии продуктов питания

Поликарпова Надежда Эдуардовна, магистр
Астраханский государственный технический университет

Эффективность хозяйственной деятельности коммерческого торгового предприятия в общем виде может быть охарактеризована «абсолютным» финансовым результатом — *прибылью (убытком) предприятия* (рис. 1). Предприятия по оказанию услуг общественного питания относятся к отрасли торговли, их основной особенностью является использование значительного количества технологического оборудования (в отличие от розничной торговли), сырьевых ресурсов, денежных и других средств (рис. 2), использование в штате квалифицированных и профессионально подготовленных кадров и разделение по специализированному признаку, где определяющими являются производственные функции. В процессе их выполнения завершается создание потребительской стоимости и стоимости готовых пищевых продуктов.

Развитие системы общественного питания осуществляется на основе выполнения предприятиями взаимосвязанных комплексных групп функций: производственных, торговых и предоставлении потребителям услуг, связанных с приемом пищи непосредственно на предприятиях.

Питание, представляющее одну из форм потребления, наряду с производством, распределением и обращением является неотъемлемой частью общественного воспроизводства.

Удовлетворение личных потребностей населения в пище предусматривает ее производство и организацию потребления, которые возникают и развиваются в тесной взаимосвязи с материальными условиями жизни общества и выступают в индивидуально-организованной или общественно-организованной форме. Во втором случае пища производится и потребляется в массовых размерах на специальных предприятиях: в столовых, кафе, ресторанах и т.п.

Таким образом, социальное и экономическое предназначение системы общественного питания, как подотрасли торговли, состоит в том, чтобы наилучшим образом и

наиболее полно на научной основе удовлетворить потребности людей в продуктах питания, имеющих завершённую кулинарную стадию, и исключить неэффективное домашнее приготовление пищи, заменить его общественным. Смена производственной продукции с товарной в денежную форму, создает необходимое условие взаимосвязи между технологией, обменом и потреблением и выражается конечным «абсолютным» финансовым результатом.

Пропускная способность функционирующих столовых, кафе и ресторанов, качество пищи, во многом зависит от проведения тех или иных технологических схем, в соответствии с которыми предприятия можно, с определенной условностью, подразделить на группы, отличающихся степенью вовлечения в технологический процесс и потребления пищи. Для достижения поставленных целей предприятие должно организовывать свою деятельность так, чтобы держать под контролем все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество продукции, её безопасность.

Выделив, что основная задача анализа затрат предприятий общественного питания — выявление путей, возможностей и резервов сокращения расходов и разработка мер по их использованию, а разница между фактической и плановой суммой издержек (или в динамике) есть абсолютное отклонение (экономия или перерасход), то величина суммы издержек будет прямо пропорциональна объёму товарооборота предприятия. Анализ издержек взаимосвязан с изучением товарооборота, таким образом, оценку по расходам можно приводить не по сумме, а по его уровню в процентах к товарообороту, тогда отклонение по уровню издержек производства и обращения (от плана или от данных прошлых периодов) и будет отражать величину снижения или повышения от базисного уровня.

Таким образом, можно выделить следующие направления сокращения расходов предприятия общественного питания:

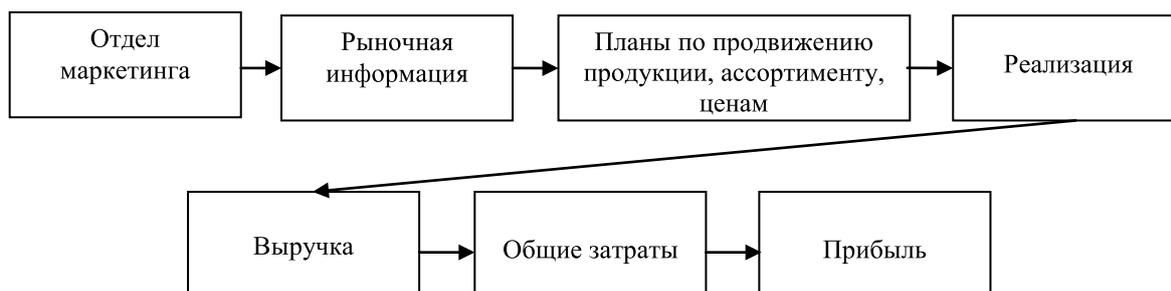


Рис. 1. Схема формирования прибыли предприятия

- техническое совершенствование основных фондов;
- увеличение продажной цены блюд;
- модернизация технологических карт выпускаемых блюд.

Техническое совершенствование основных фондов предполагает использование дополнительных средств и организация обучающих курсов для работающего персонала, что не позволит малобюджетным предприятиям мобильно перестроить свой бизнес по направлению минимизации издержек производства и обращения.

Рассматривая увеличение продажной цены блюд, как один из способов увеличения дохода, следует понимать, что при сохранении потока клиентов или текущего уровня затрат, связанных с улучшением качества блюд, расширением их ассортимента и ростом других статей переменных

и постоянных издержек, также не обеспечит сокращение общих издержек.

Таким образом, кроме обновления парка основного технологического оборудования, предприятиям общественного питания следует обратить внимание на внутренние активы, а именно технологические карты, где пересмотр технологии направлен в сторону рациональных методов подбора входных параметров, обеспечивающих минимизацию издержек производства и обращения.

Направление сокращения общих издержек фирма выбирает самостоятельно и после анализа своей производственно-хозяйственной деятельности, где значительное влияние на финансовое состояние предприятия питания оказывает альтернативно-корректное управление затратами производства.

Литература:

1. Ефимова О.П. Экономика общественного питания, учеб. пособие. — 2-е изд., испр. Минск: Новое знание, 2000. — 304 с.
2. Экономика и организация деятельности торгового предприятия: учеб. пособие / Под общ. ред. А.Н. Соломатина.

Управляемый синтез газочувствительных пленок диоксида олова, полученных методом золь-гель-технологии

Пронин Игорь Александрович, студент
Пензенский государственный университет

Актуальной задачей сегодня является разработка сенсоров нового поколения самого широкого профиля действия, отличающихся высокой чувствительностью, низким энергопотреблением и селективностью. Перспективными материалами для них могут служить полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^V$, $A^{II}B^{VI}$, $A^{IV}B^{VI}$ [1]. На сегодняшний день при помощи золь-гель-технологии возможен синтез тонких плёнок с управляемой морфоструктурой различных материалов и составов [2]. На основе данных плёнок уже получают чувствительные элементы газовых сенсоров [3], отличающихся высокой чувствительностью, малыми размерами и низкой себестоимостью изготовления [4]. Их принцип основан на адсорбции газа-реагента на поверхности перколяционных ветвей полупроводника с последующим изменением эффективной проводящей площади горловины цепочек. Наиболее перспективным материалом для газовых сенсоров является диоксид олова — SnO_2 [5]. Основной метод диагностики получаемых плёнок — это атомно-силовая микроскопия.

Однако она обладает существенным недостатком — все поры плёнки размерами менее 10 нм лежат вне её чувствительности [6]. Обнаружено, что значения площади поверхности композитов по результатам обработки атомно-силовых изображений в 100–1000 раз меньше величины площади, вычисленной по данным метода тепловой десорбции. Но именно эти поры вносят основной вклад в явление газочувствительности [7]. Именно здесь становится актуальным использование теоретических моделей как для оценки пористости газочувствительных плёнок, так и для определения размеров объектов, являющихся продуктами золь-гель-синтеза.

Цель работы — разработка моделей сборки агрегатов при коагуляции коллоидных растворов полимеров.

Для достижения цели предложено использовать уравнение быстрой коагуляции Смолуховского:

$$-\frac{dc}{dt} = kc_0,$$

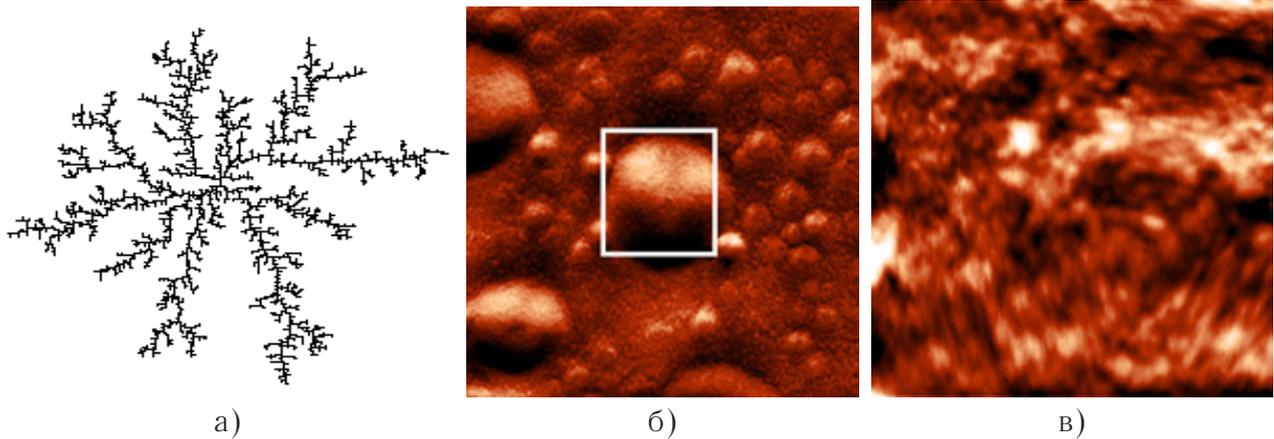


Рис. 1. Фрактальные продукты коагуляции

а) – фрактальный агрегат Виттена-Сендера; б) – морфология плёнки SiO₂-SnO₂; в) – увеличенный участок кластера

где $-\frac{dc}{d\tau}$ – скорость уменьшения концентрации в растворе; $k = \frac{4k_B T}{3\eta} \xi$, где k_B – постоянная Больцмана; T – температура коагуляции; η – вязкость раствора; ξ – эффективная вероятность соударения; c_0 – начальная концентрация полимера в золе.

Решением данного уравнения в предположении, что $n = \frac{c_0}{c}$ – среднее число мономеров в составе полимера, является линейная функция времени:

$$n(\tau) = 1 + kc_0\tau \tag{1}$$

Получаемый полимер образуется в результате хаотического соударения частиц-мономеров, обусловленного броуновским движением. Известно, что траектория броуновской частицы – фрактал с размерность $D = 2$. Разумно предположить, что собираемый полимер также представляет собой фрактально организованный агрегат. Один из примеров таких образований – кластер Виттена-Сендера. Ввиду сложности математического описания таких объектов предположим, что продукт коагуляции системы представляет собой фрактал Жюльена – рисунок 1, довольно хорошо аппроксимирующий истинные продукты сборки [8].

Диаметр фрактала Жюльена в зависимости от числа звеньев n в нём определяется [9]:

$$d = \alpha 3^{\frac{\ln n}{\ln 13}}, \tag{2}$$

где α – диаметр одного звена.

Объёмная плотность данного фрактала определится как [9]:

$$\rho = \frac{3\alpha^{-D}}{4\pi} \left(\frac{d}{2}\right)^{D-3}. \tag{3}$$

Тогда с учётом (1) выражение для диаметра агрегата, полученного при нуклеофильном росте, будет иметь вид:

$$d(\tau, T) = \alpha \gamma 3^{\frac{\ln(1+kc_0\tau)}{\ln 13}}, \tag{4}$$

где γ – коэффициент, учитывающий переход из массового 3D фрактала в поверхностный 2D, в первом приближении равный 1 (нет «схлопывания» агрегатов). Используя данное соотношения, можно найти как объёмную плотность агрегата (3), так и его пористость.

Для подтверждения полученных моделей был проведён эксперимент, на основе которого были исследованы размеры кластеров, полученных при различных условиях. Данные представлены на рисунке 2.

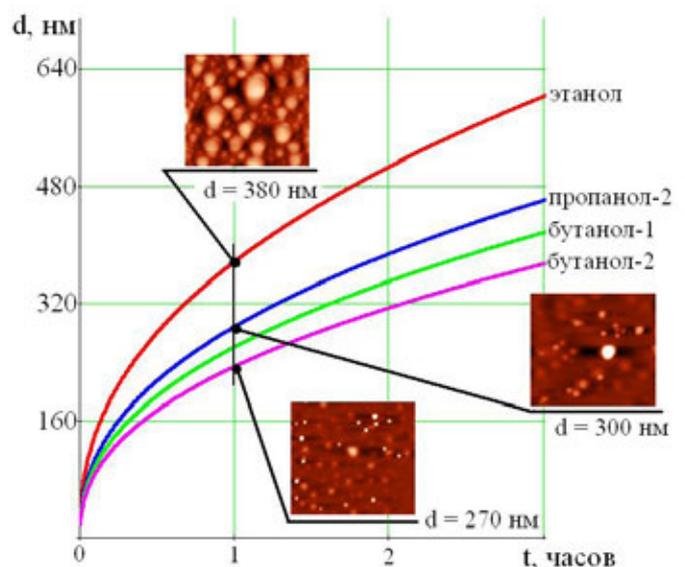


Рис. 2. Зависимость диаметра агрегата от вязкости спирта

Как видно из рисунка, при эмпирическом определении общего для растворов параметра эффективной вероят-

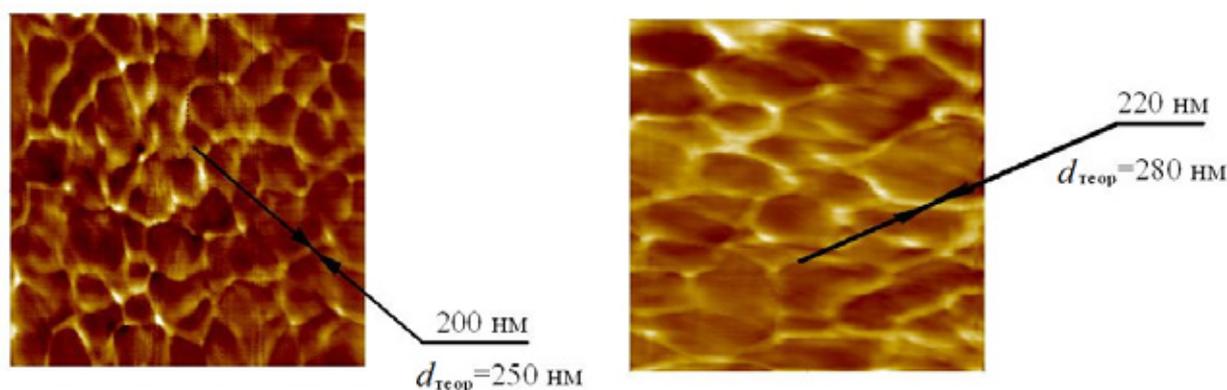


Рис. 3. Перколяционные ветви полимера

ности соударения, равной $\xi \sim 2 \cdot 10^{-9}$, погрешность определения размеров составляет не более 20%.

Полученные результаты хорошо согласуются при нуклеофильном росте кластеров, когда система находится на фазовой диаграмме в области метастабильных фаз — между линиями спинодали и бинодали [10]. Но для применения золь-гель-технологии для создания газочувствительных элементов широко используется область лабильных фаз, результатом распада в которой является перколяционная сетка полимера. Применение АСМ-методики показывает, что ветви не являются сплошными, а иерархически организованы. Эксперимент показал, что средний диаметр ветви довольно точно можно определить, используя (4) — рисунок 3.

Полученные зависимости позволяют спрогнозировать электрофизические свойства диоксида олова, полученного с помощью золь-гель-технологии [11]. Разработанная методика синтеза является более простой и дешёвой по сравнению с другими методами синтеза, например, магнетронным распылением [12, 13].

Таким образом, полученные теоретические модели позволяют спрогнозировать основные параметры тонких плёнок, полученных с помощью золь-гель-технологии: пористость, диаметр нуклеофильных кластеров, размеры перколяционных ветвей. Данные модели могут быть использованы в диапазоне менее 10 нм, где стандартные методы АСМ-диагностики неприменимы.

Литература:

1. Гамарц А.Е., Лебедев В.М., Мошников В.А., Чеснокова Д.Б. Определение профиля диффузии кислорода в поликристаллических слоях селенида свинца методами ядерного микроанализа // Физика и техника полупроводников. — 2004. — Т. 38. — № 10. — С. 1195.
2. Смирнова И.В., Шилова О.А., Мошников В.А., Панов М.Ф., Шевченко В.В., Клименко Н.С. Исследование физико-химических свойств, структуры и состава наноразмерных боросиликатных плёнок, полученных золь-гель-методом // Физика и химия стекла. — 2006. — Т. 32. — № 4. — С. 632–646.
3. 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.
4. Аверин И.А., Никулин А.С., Печерская Р.М., Пронин И.А. Чувствительные элементы газовых сенсоров на основе пористых нанопленок // Труды Международного симпозиума: Надежность и качество, Пенза, 22–31 мая 2010. — Т.2. — С. 101–103.
5. Томаев V.V., Moshnikov V.A., Miroshkin V.P., Gar'kin L.N., Zhivago A.Yu. Impedance spectroscopy of metal-oxide nanocomposites // Физика и химия стекла. — 2004. — Т. 30. — № 5. — С. 624.
6. 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.
7. Томаев В.В., Гарькин Л.Н., Мирошкин В.П., Мошников В.А. Исследование газочувствительности в наноструктурированных плёнках на основе диоксида олова методом импедансной спектроскопии // Физика и химия стекла. — 2005. — Т. 31. — № 2. С. — 331–339.
8. Аверин И.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности низкотемпературной самоорганизации золь на основе двухкомпонентных систем на основе SiO₂ – SnO₂ // Журнал «Нано- и микросистемная техника», № 11, 2011 год, 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., Печерская Р.М., Пронин И.А. Изучение газочувствительных систем, полученных с помощью золь-гель-технологии, методом спектроскопии импеданса // Труды Международного симпозиума: Надежность и качество, Пенза, 23–31 мая 2011. — Т.2. — С. 84–85.
11. Аверин И.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Мультисенсорные газовые системы на основе нанотехнологий и перспективы выхода на инновационный рынок // Труды Международного симпозиума: Надежность и качество, Пенза, 23–31 мая 2011. — Т.2. — С. 82–84.
12. Вошилова Р.М., Димитров Д.П., Долотов Н.И., Кузьмин А.Р., Махин А.В., Мошников В.А., Таиров Ю.М. Формирование структуры газочувствительных слоёв диоксида олова, полученных реактивным магнетронным распылением // Физика и техника полупроводников. — 1995. — Т. 29. — № 11. — С. 1987.
13. Bakin A.S., Bestaev M.V., Dimitrov D.Tz., Moshnikov V.A., Tairov Yu.M. SnO₂ based gas sensitive sensor // Thin Solid Films. 1997. — Т. 296. — № 1–2. — С. 168–171.

Применение LabView при реализации виртуальных измерительных устройств для обучения студентов дисциплине «Основы метрологии»

Розкиданий Михаил Семенович, магистрант
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Ключевые слова: LabView, виртуальные измерительные устройства

Using of LabView in the implementation of virtual measurement devices for training students discipline «Fundamentals of Metrology»

Rozkydanyi M.S.
NTUU «KPI»

Key words: LabView, virtual measurement devices

Введение

Основное требование современного образования — подготовка специалистов, максимально адаптированных для самостоятельной работы и дальнейшего самообучения в выбранной сфере. Студенты-выпускники имеют хорошую теоретическую подготовку, но малые практические навыки к работе в реальных условиях. Частично эта проблема обусловлена социально-экономическими реалиями высших учебных заведений, но существуют и другие причины. По тому, в наше время, использование технологии виртуальных устройств является выгодным и оправданным шагом.

Обзор ситуации

Очевидно, что для специалистов по автоматизации и проектировщиков систем автоматизированного управления критично важно осознавать физику происходящих процессов и иметь представление о точности и скорости работы измерительных приборов в разрабатываемых системах. По тому компьютерное моделирование физических явлений и средств измерений физических величин

стало неотъемлемой частью современного технического образования. Создаваемые компьютерные модели могут иметь самое широкое конечное предназначение. А именно, могут использоваться для создания компьютерных лабораторных практикумов. Для реализации которых необходимо надлежащее понимание сути процесса, умение определить начальные и граничные условия, четко изучить требования предмета к получаемым студентами знаниям и навыкам, выбрать соответствующий метод расчетов и способ представления результатов.

При подготовке будущих специалистов, большинство учебных заведений сталкиваются с проблемой морально устарелого оборудования в лабораториях и хронической нехваткой средств на обновление парка устройств.

Использование среды LabView позволяет найти удачный компромисс для реализации всех видов деятельности при обучении будущих инженеров. Программная среда LabView характеризуется наличием мощного комплекса для симуляции объектов различных типов и с разным назначением.

Концепция виртуальных устройств LabView строится на графическом программировании. Создание программы происходит одновременно в двух окнах, одно из которых

называется «лицевая панель» и содержит элементы управления (переключатели, регуляторы, кнопки) и вывода данных (индикаторы, диаграммы). Другое окно называется «блок-диаграмма» и содержит графический код, а именно, процедуры программирования (циклы, операторы условий), математические операторы и т.д. Гибкость и удобство программирования в среде LabView позволяет постоянно модернизировать и обновлять программы виртуальных устройств, адаптируя их под выполнение определенных заданий.

Стоит отметить, что графические пакеты поддаются легкому освоению не только программистами-профессионалами, но и пользователями, которые не имеют значительного опыта в программировании.

Анализ требований

Рассмотрим требования, которые предъявляются к виртуальным измерительным устройствам, используемым в лабораторных практикумах для дисциплины «Основы метрологии».

За время обучения дисциплине студенты должны:

- освоить основные понятия метрологии и стандартизации, изучить азы теории погрешностей, ознакомиться со структурами аналоговых и цифровых средств измерения;
- уметь вычислять погрешности и оценивать метрологические характеристики измерительных приборов.

Ознакомится со следующими темами:

- исследование погрешностей, измерение токов и напряжений;
- исследование аналогово-цифровых преобразователей, поверка средств измерений [2].

Для обеспечения достоверности выполнения поставленной задачи, в каждой работе необходимо обеспечить достаточное количество вариантов выполнения задачи.

Требования к виртуальным устройствам: *наглядность* – лабораторные макеты должны соответствовать реальным устройствам, которые описаны в методических указаниях; *достоверность* – соответствие исходных величин с результатами, на реальных устройствах; *универсальность* – возможность легкого комбинирования виртуальных приборов в стенды для проведения полноценного практикума по заданной теме; *наглядность управления* – интуитивно понятный интерфейс для ввода и считывания данных; *эргономичность* – оборудование не должно быть функционально избыточным, ничто не должно отвлекать от основной задачи [4, с. 1].

Реализация

Рассмотрев вышеописанные требования к практику, в виртуальном стенде, посвященном лабораторной работе «подтверждение класса точности», было реализовано достаточное количество вариантов заданий, понятный интерфейс, достоверность работы измерительных

устройств. Так же были точно смоделированы задержки во время работы и погрешности, которые отвечают заданным классам точности.

Внешний вид рабочей области при выполнении задания можно увидеть на рис. 1.

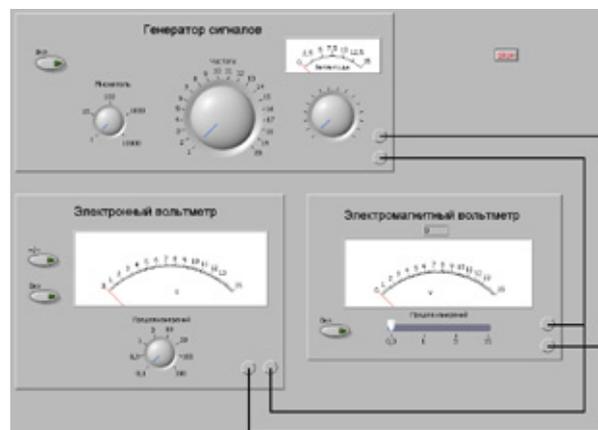


Рис. 1. «Лицевая панель»

Логика работы стенда была запрограммирована в графической среде LabView и представлена на рис. 2.

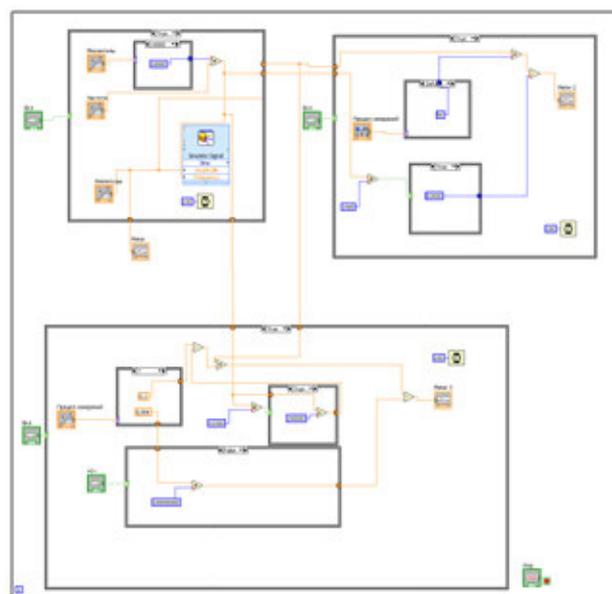


Рис. 2. «Блок-диаграмма»

Заключение

Проведенный анализ позволил сформулировать необходимые эксплуатационные свойства и характеристики виртуальных тренажеров: функциональные требования, требования к полноте модели, требования к смысловому наполнению.

Разработанные виртуальные стенды могут быть использованы не только для обучения студентов метрологии, но, и при не большой доработке, послужить средством для изучения физических процессов, электротехники, и не только.

Литература:

1. Батоврин В.К. LabView: практикум по основам измерительных технологий: учебное пособие для вузов / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов — М.: ДМК Пресс, 2005. — 208 с. : ил.
2. Коваленко І.О Метрологія та вимірювальна техніка: навчальний посібник /І.О.Коваль, А.М.Коваль. — Житомир: ЖІТІ, 2001. — 652 с.
3. Тревис Дж. LabView для всех / Джеффри Тревис: пер. с англ. Клушин Н.А. — М. : ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. — 544 с. : ил.
4. Батоврин В.К. Опыт разработки открытых образовательных ресурсов на основе технологии виртуальных приборов / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин // Открытое образование. — 2009. — № 5. — с. 117–124.
5. ПикаД: Промышленные измерения, контроль, автоматизация, диагностика [Электронный ресурс]: [сайт]. — Режим доступа: <http://www.picad.com.ua/lesson.htm>. — Название с экрана.

Программная реализация сети Хопфилда для распознавания и классификации электрических сигналов

Рыжков Александр Александрович, аспирант
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (г. Владикавказ)

В настоящее время нейронные сети широко используются для решения трудно формализуемых задач, то есть таких, которые не имеют явного алгоритма. Одной из них является задача распознавания и классификации образов. Для ее решения часто используют классическую полносвязную нейронную сеть прямого распространения (многослойный перцептрон), для обучения которого используется алгоритм обратного распространения ошибки. Этот алгоритм заключается в распространении сигналов ошибки от выходов сети к ее входам в направлении, обратном прямому распространению сигнала в обычном режиме работы. Таким образом, осуществляется корректировка весов сети. Однако эти сети обладают такими недостатками, как:

- длительность обучения;
- подбор правильной размерности сети.

Длительность обучения перцептрона прямо пропорциональна числу синапсов. Если сеть полносвязная, значит выход нейрона предыдущего слоя связан с входом каждого нейрона последующего слоя. Таким образом, если имеется входной образ размерностью 1000×1 , то первый слой должен содержать 1000 нейронов. Также в настоящее время не существует универсальных алгоритмов для того чтобы вычислить минимальное необходимое число нейронов в каждом слое. При достаточно большой размерности входного образа не следует использовать перцептрон, так как в нашем случае потребуются использовать скрытый слой нейронов, размерность которого будет еще выше, что уменьшит скорость обучения сети. Кроме того, слишком простые сети могут не запомнить достаточное число образов, а погрешность сложных сетей будет велика за счет эффекта «насыщения», то есть при решении сеть не сможет достигнуть глобального мини-

мума. В связи с этим логичнее будет использовать нейронную сеть Хопфилда.

Аналогия физической памяти с искусственной сетью

Нейронная сеть Хопфилда является разновидностью упрощенной модели человеческого мозга. Механизм ассоциативной памяти достигается за счет обратных связей. Задача, решаемая этой сетью в качестве ассоциативной памяти, заключается в следующем: на вход сети поступает кортеж, состоящий из последовательности мгновенных значений напряжения, снятых при помощи мультиметра Agilent 3440A через равные промежутки времени. Число этих значений, к примеру, равно 1000. В зависимости от входного сигнала сеть должна вспомнить по частичной искаженной информации ближайший образ.

Описание и обучение сети

Рассмотрим параметры реализации сети Хопфилда (рис. 1), используемой для нахождения схожих образов между собой.

Сеть состоит из следующих элементов:

Набора исходных шаблонов $s^{(q)}$ где $q = 1, \dots, Q$ — число этих шаблонов. В нашем случае $|Q| = 40$.

Данная сеть является полносвязной, то есть выход каждого нейрона связан с входом всех остальных нейронов, кроме самого себя. Также сеть является однослойной, где в качестве входов и выходов используются одновременно одни и те же нейроны. Выходные импульсы нейронов можно обозначить, как Y_i , $i = 1, \dots, N$. N — число нейронов, которое соответствует размерности обучающих векторов.

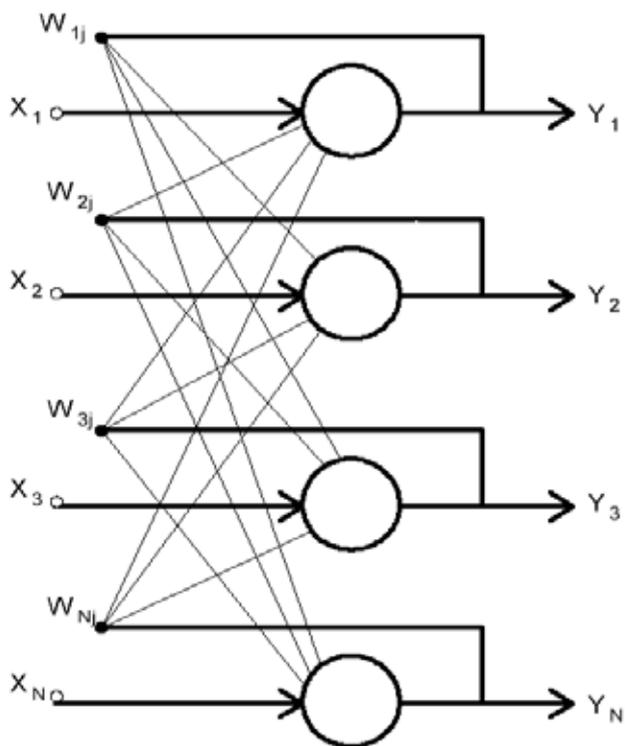


Рис. 1. Структура сети Хопфилда

В работе использован вектор длиной 1000 элементов. Обучающие векторы хранятся в обычных текстовых файлах. Они содержат последовательность идеальных мгновенных значений периодических синусоидальных, прямоугольных, треугольных, трапециевидальных сигналов в диапазоне частот от 1 до 100 Гц с шагом 10 Гц. Значения выровнены относительно амплитуды сигнала для того, чтобы она не влияла на процесс принятия решения. Так как для сигналов с разной частотой вектор

имеет одинаковую длину, а скорость снятия данных вольтметром постоянна, то чем большую частоту имеет сигнал, тем больше периодов помещается в векторе. Для ясности на Рис 2 приведен график, на котором изображены идеальные сигналы частотой 1 Гц, 10 Гц. Сигнал с частотой 1 Гц промодулирован другим синусоидальным сигналом с частотой 50 Гц (к примеру, наводка от сети). Амплитуда этой наводки – 30 % от амплитуды самого сигнала.

Распознавание неизвестного образа заключается в сведении его к одному из известных. Для того, чтобы это было возможно, сеть необходимо обучить. Обычно сеть Хопфилда обучается при помощи правила Хебба: то есть создается матрица весов W_{ij} , представляющая из себя кортеж (вектор), в нашем случае размерностью 1000×1000 . Особенностью данной матрицы является то, что она симметрична относительно главной диагонали. Это является одним из необходимых, но не достаточных условий для достижения стабильной работы сети. Также все элементы главной диагонали равны нулю ($W_{ii} = 0$). Это связано с тем, что выход i -го нейрона не поступает на его вход. Перед началом работы сети необходимо задать значения всем элементам вектора W . Для этого можно использовать правило Хебба для двуполярных векторов:

$$W_{ij} = \begin{cases} \sum_{q=1}^Q s_i^{(q)} \cdot s_j^{(q)}, & \text{если } i \neq j \\ 0, & \text{если } i = j \end{cases}$$

Здесь i, j – элементы из обучающей выборки. Таким образом, W_{ij} формируют соответствующие элементы, последовательно поступающие из матриц известных шаблонов.

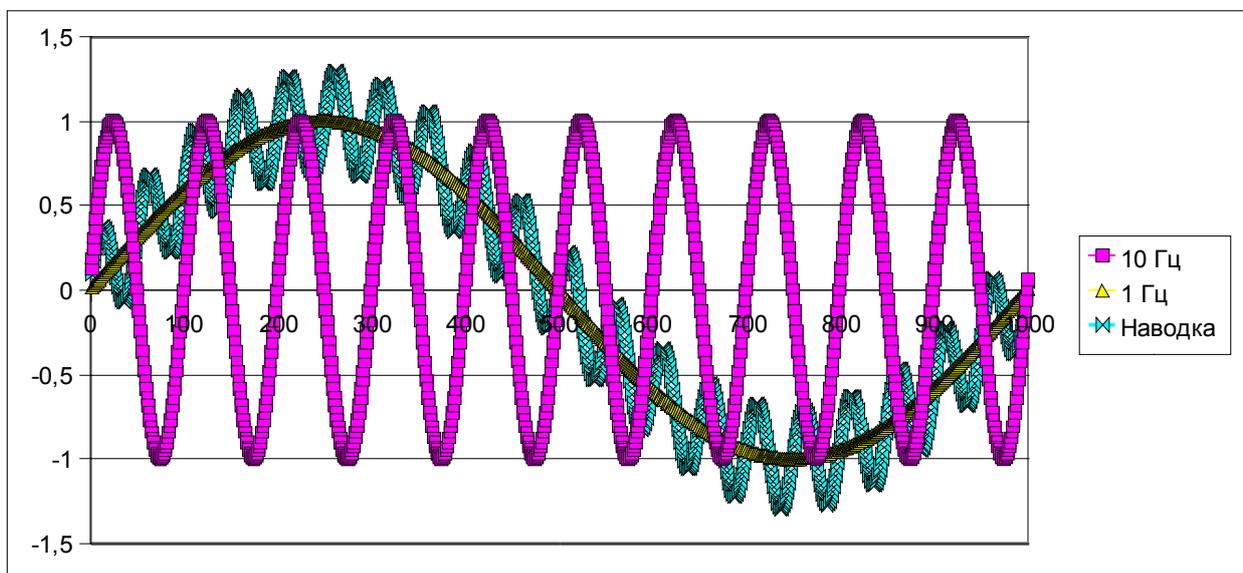


Рис. 2. Пример образцовых и зашумленного образов

Работа сети

После того как матрица W сформирована можно подавать на вход сети искаженный образ. Размерность этого вектора должна соответствовать векторам из обучающей выборки. Вектор X одновременно попадает на выходы всех нейронов. Тут стоит упомянуть о том, что сеть может работать в двух режимах: синхронном и асинхронном. Различие заключается в том, что при синхронном режиме работы сети активационная функция каждого нейрона рассчитывается без учета выходных значений других нейронов (активационные функции всех нейронов рассчитываются в один момент времени). Следовательно, их выходные значения формируются одновременно. Недостатком этого подхода является то, что существует вероятность появления бесконечного чередования двух состояний (то есть динамического аттрактора).

Более продуктивным является асинхронный режим работы сети. Во время его работы произвольно выбирается нейрон и для него рассчитывается активационная (передаточная) функция:

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{если } Y_i > \Theta_i \\ const, & \text{если } Y_i = \Theta_i \\ -1, & \text{если } Y_i < \Theta_i \end{cases}$$

В качестве функции активации используется обычная пороговая функция с порогом $\Theta = 0$. В качестве передаточной можно использовать более сложные функции, такие как сигмоидальные и тангенциальные, но изменения будут несущественны.

После расчета активационной функции выходное значение нейрона может измениться. С учетом этого изменения рассчитывается активационная функция для следу-

ющего нейрона. Это продолжается до тех пор, пока сеть не достигнет устойчивого состояния — то есть пока выходные значения нейронов не будут изменяться. Если же состояние равновесия не будет достигнуто за заданное число итераций (в нашем случае 2500), то образ считается нераспознанным.

Вывод

В результате была разработана программная реализация сети Хопфилда на языке программирования Python 3.2, успешно распознающая искаженные/зашумленные входные сигналы и сводящая их к одному из известных заранее. Отношение сигнал/шум, при котором программа не испытывает трудностей в распознавании составляет 3:1. Это отношение прямо пропорционально размерности обучающих векторов (и соответственно искаженного вектора).

К достоинствам сети Хопфилда можно отнести:

- относительно простую реализацию;
- быструю скорость обучения;
- большую масштабируемость.

Недостатком сети является малый объем памяти. Максимальное число шаблонов, можно рассчитать по следующей формуле:

$$M = \frac{N}{2 \cdot \log_2 N}, \text{ где } N - \text{число нейронов в сети.}$$

Если не придерживаться этого соотношения, сеть выдаст некий собирательный образ, в состав которого будут входить несколько исходных.

В статье преднамеренно опущено подробное описание кода программы, чтобы не нарушать целостность описания алгоритма работы сети. Соответствующие комментарии приведены непосредственно в самом коде.

Литература:

1. С. Короткий Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.
2. Саймон Хайкин Нейронные сети. Полный курс. 2-е издание.
3. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. Учебное пособие.
4. Mark Pilgrim. Dive into Python 3.

Исходный код программы:

```
Основной модуль h_main.py
import sys
from parser_and_co import parse, parse_image, print_image, DIMENSION
from h_net import h_net

learnt_images = «learnt_images»
unfamiliar_image = «unfamiliar/unfamiliar.txt»

def main(argv):
    images_ll = parse(learnt_images)
    image_l = parse_image(unfamiliar_image)
```

```

print («Known images»)
for i in images_ll:
    print_image (i, DIMENSION)

print («Remembering images»)
network = h_net (DIMENSION)
for i in images_ll:
    network.remember (i)
print ()

print («Changed image «)
print_image (image_l, DIMENSION)
print ()

print («Detecting image:»)
(recognized, recimage, counter) = network.recognize (image_l)
print ()

if recognized:
    print («Recognized in %g» %counter)
else:
    print («Not recognized in %g» %counter)
print_image (recimage, DIMENSION)

if __name__ == '__main__':
    main (sys.argv [1:])

```

Дополнительный модуль, реализующий чтение из файлов и ввод/вывод информации parser_and_co.py:

```

from __future__ import with_statement
import os

```

```

MAX = 1024
DIMENSION = 16
d_parse = {'.': -1, '#': 1}
d_print = {-1: '.', 1: '#'}

#
# parse returns a list of symbols from the file
#

def parse (dir):
    filenames_l = []
    for filename in os.listdir (dir):
        filepath = os.path.join (dir, filename)
        if os.path.isfile (filepath):
            filenames_l.append (filepath)
    images_l = []
    for filepath in filenames_l:
        image = parse_image (filepath)
        images_l.append (image)
    return images_l

#
# parse_image returns file in a list
#

```

```

def parse_image (filepath):
    with open (filepath) as f:
        temporary = f.read (MAX)
        temporary = temporary.replace («\n», «»)
        temporary = temporary.replace («\r», «»)

        image_l = []
        for i in temporary:
            image_l.append (d_parse [i])
        if len (image_l) != pow (DIMENSION, 2):
            raise Exception («The dimension of images must be %gx%g» % (DIMENSION, DIMENSION))
        return image_l

```

```

#
# print_image prints an image
#

```

```

def print_image (list, size):
    c = 0
    for i in list:
        print (d_print [i], end = ' ')
        c += 1
    if (c % size == 0):
        print ()

```

Дополнительный модуль, описывающий класс нейронной сети, ее методы h_net.py:

```

import math
import random
from parser_and_co import print_image, DIMENSION
#
# Class of Hopfield net
#
class h_net:
    #
    # Constructor
    #
    def __init__ (self, dimension):
        self.neurons = int (math.pow (dimension, 2)-1)
        self.images = []
        self.y = [] # keeps the exit variable
        self.W = [] # initialization of
        r = range (0, self.neurons) # weighted matrix  $W_{ij}$ 
        for i in r: #
            self.W.append ([0 for j in r]) #
        self.queue = list (range (self.neurons))
        random.shuffle (self.queue)
    #
    # Remember according to Hebb's rule
    #
    def remember (self, image):
        self.images.append (image)
        r = range (0, self.neurons)
        for i in r:
            for j in r:
                if (i==j):
                    self.W [i][j] = 0

```

```

else:
    self.W[i][j] += image[i] * image[j]
#
# Recognize unknown image
#
def recognize (self, image):
    counter = 0
    self.y = image
    j = 0
    while (self.images.count (self.y) == 0):
        counter += 1
        s = 0
        for i in range (0, self.neurons):
            s += self.W[i][self.queue [j]]*self.y [i] #sum
        s += image [self.queue [i]]
        s = ((s>10)-(s<10)) # s= (-1) if (s<0); s=1 if (s>0) else s=0
        if (s != self.y [self.queue [j]]): # change
            self.y [self.queue [j]] = s
            print («Image,while count is », counter)
            print ()
            print_image (self.y, DIMENSION)
            print ()
        j += 1
        if (j == (self.neurons)):
            j = 0
        if (counter>2500):
            return (False, self.y, counter)
    return (True, self.y, counter)

```

Разработка подсистемы формирования и графического построения скелетной схемы форсажной камеры ВРД

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;

Харитонов Валерий Федорович, кандидат технических наук, доцент;

Ялчибаева Лилия Наильевна, студент, лаборант; Копиртех Антон Владимирович, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет

Основной задачей этапа формирования облика форсажной камеры является определение основных геометрических параметров камеры, выбор базовых конструктивных решений для основных элементов и предварительная оценка параметров технического совершенства.

Компьютерная среда САМСТО (Синтез и Анализ Моделей Сложных Технических Объектов), используемая для системы формирования облика и детального расчета форсажной камеры [1, 2], разработанной авторами, позволяет, создавать системы моделирования любого технического объекта, если известна совокупность уравнений, описывающих его поведение. Создаваемые системы обладают достаточно высоким уровнем пользовательского ин-

терфейса, обеспечивая высокую производительность труда проектировщика. Интерфейс, создаваемый средой, поддерживает все необходимые инструменты создания документирования расчетов (графики, отчеты, таблицы).

Для создания систем моделирования в среде САМСТО используется модульный принцип построения математических моделей сложных технических объектов, когда модель объекта в целом формируется как совокупность моделей составляющих его элементов, связанных определенным образом. Каждый элемент модели (модуль) представляет собой единое неделимое информационное образование и может описывать процессы (характеристики) для отдельного элемента технического объекта или ре-

ализовывать отдельные процедуры процесса моделирования технического объекта.

Взаимодействие между системами разного уровня может быть организовано в зависимости от вида используемых библиотек. Рассмотрим, например, передачу данных из системы «Формирование облика» в систему «Детальный расчет». Результатом работы системы формирования облика является геометрия проточной части проектируемой форсажной камеры.

Предполагается несколько путей передачи геометрии:

- создание собственного формата графического файла, например базы данных ключевых точек с помощью BDE или использования обычного текстового файла и языка, аналогичного HTML или XML¹;
- организация взаимодействия с существующей CAD-системой с помощью API-интерфейса, например, КОМПАС, AutoCad или Unigraphics, что дополнительно обеспечивает возможность предварительной конструктивной проработки перед детальным расчетом;
- возможно совмещение двух методов — созданный файл базы данных считывается в CAD систему с помощью макроса, работающего в самой системе, при этом в имеющуюся параметрическую модель вводятся значения рассчитанных параметров;
- ручной ввод оператором в подсистему детального расчета модели по результатам работы подсистемы формирования облика.

В случае использования единой библиотеки, в процессе расчета в системе «Формирование облика» возможно определение и хранение геометрических параметров внутри модулей (общих для обеих систем) и их последующее использование в детальном расчете.

После формирования облика ФК и её предварительной конструктивной компоновки совместно с турбиной и реактивным соплом выполняется детальный расчет форсажной камеры.

Подсистема графического построения скелетной схемы форсажной камеры является логическим продолжением подсистемы формирования облика.

Существуют несколько основных пути реализации данной задачи:

- а) использование процедур создания графических примитивов, предусмотренных в Мета САПР САМСТО;
- б) создание внутри подсистемы формирования облика текстового скрипта на языке AutoLisp, что позволит CAD системе из семейства AutoCad, исполнив его построить требуемую скелетную схему;
- в) построение отдельной системы на базе высокоуровневого языка программирования с соответствующей интегрированной средой разработки, позволяющего обеспечить графический интерфейс пользователя, например Delphi;

г) построение отдельной системы, на базе высокоуровневого языка программирования с соответствующей интегрированной средой разработки, взаимодействующей с внешними CAD системами посредством API интерфейса.

Язык программирования AutoLISP — это вариант языка LISP, в который добавлены функции доступа к объектам, таблицам и словарям системы AutoCAD. Основой языка LISP является работа со списками, которые могут иметь произвольную длину и включать элементы разной природы (числа, текстовые строки, указатели файлов и т.д.). В то же время в языке доступны обычные арифметические вычисления, логические операции, работа с файлами и т.д. С помощью языка AutoLISP можно писать программы или вводить в командной строке выражения, которые затем вычисляет система AutoCAD. Для чтения и разбора выражений в систему AutoCAD встроен интерпретатор AutoLISP.

Для разработки и отладки программ на AutoLISP удобно пользоваться входящей в систему AutoCAD 2000 интегрированной средой Visual LISP. Там же будут рассмотрены дополнительные функции, доступные только после загрузки Visual LISP и повышающие эффективность работы системы AutoCAD.

При выборе варианта реализации задачи можно рассуждать следующим образом. Современный рынок программного обеспечения производства насыщен самыми разнообразными универсальными САПР, способными существенно облегчить работу конструктора. Вместе с тем, как известно, несмотря на огромное число такого рода инструментальных средств автоматизации инженерной деятельности, универсальные системы часто недостаточно эффективны для решения конкретной задачи пользователя. С другой стороны, разработчики узкоспециализированных САПР сталкиваются с необходимостью реализации в рамках своих систем большого числа функций универсальных систем, например, CAD-систем, поскольку в функциях геометрического моделирования и визуализации геометрических объектов нуждаются практически все современные специализированные САПР. Наличие в CAD-системах соответствующего инструмента API (Application Program Interface), ориентированного на создание пользовательских программных модулей, интегрированных с базовым программным продуктом, может существенно сократить время разработки специализированной САПР. Известная дилемма для разработчиков специализированных САПР: создавать полностью собственный программный продукт с собственным графическим редактором или взять за основу какую-либо популярную CAD-систему — все чаще сегодня решается в пользу второго подхода. Этому способствуют, в частности, отказ от применения в современных API традиционных

¹ eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки; рекомендованный Консорциумом Всемирной паутины язык разметки, фактически представляющий собой свод общих синтаксических правил. XML — текстовый формат, предназначенный для хранения структурированных данных (взамен существующих файлов баз данных), для обмена информацией между программами, а также для создания на его основе более специализированных языков разметки (например, XHTML).

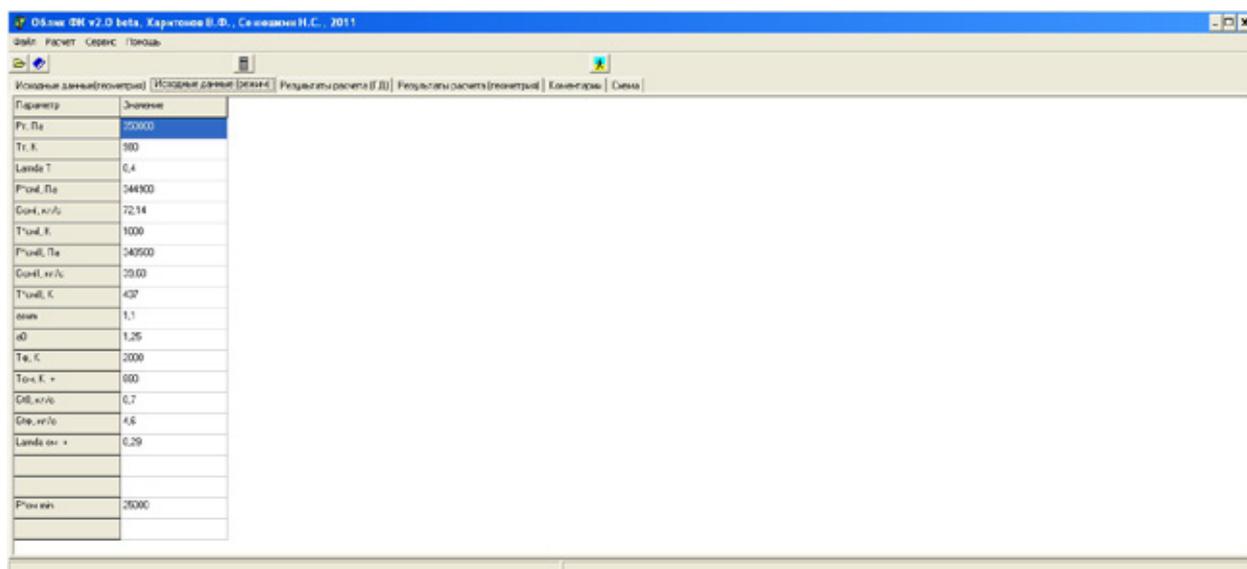


Рис. 1. Окно ввода исходных данных по режиму работы

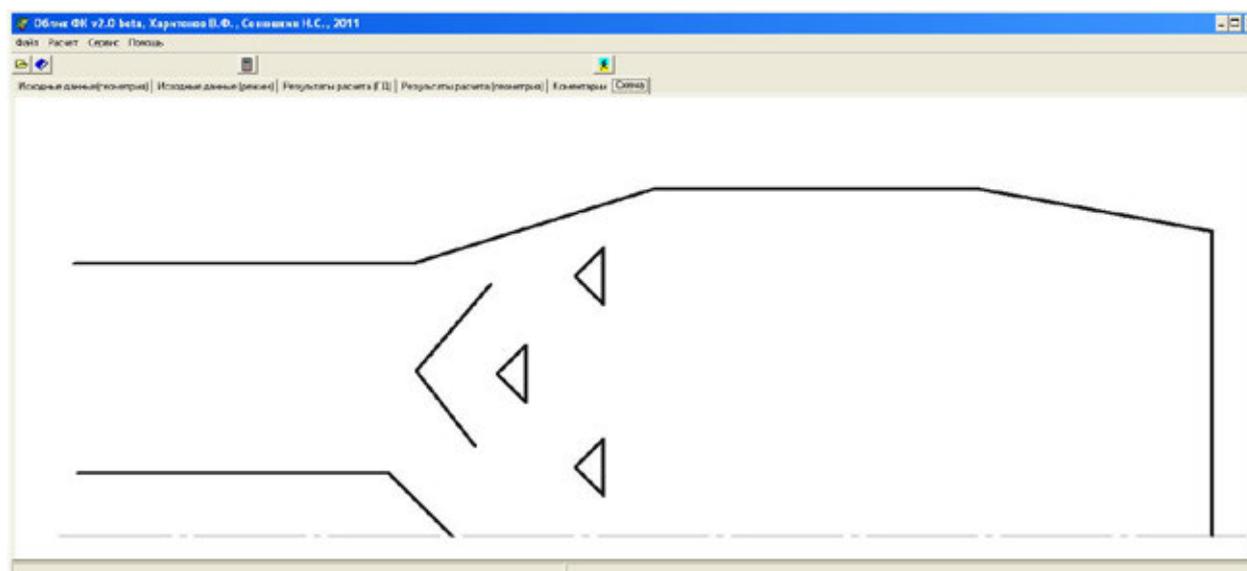


Рис. 2. Окно вывода скелетной схемы форсажной камеры

устаревающих методов функционального расширения базовой системы за счет встроенного макроязыка (или ограниченной библиотеки функций). Ориентация API, прежде всего, на обеспечение для пользователей богатых возможностей удобного подключения внешних модулей, написанных на языках высокого уровня, а также на работу в сети, существенно повышает потенциальные возможности применения универсальных систем в специфических предметных областях, несмотря на известные достоинства специализированных графических редакторов: простоту и отсутствие функциональной избыточности.

Еще одно преимущество использования второго подхода для разработчика приложений заключается в уменьшении эффекта «старения» созданного прикладного програм-

много обеспечения, т.к. часть решения проблемы «старения» берет на себя разработчик универсальной САПР, который в условиях жесткой конкуренции вынужден постоянно обновлять версии своего программного продукта.

Пожалуй, наиболее популярной, в настоящее время, технологией создания API становится NET технология, разработанная компанией Microsoft. Стоит отметить, что данная технология не является единственной, позволяющей интегрировать внешние модули в систему. Большинство универсальных CAD-систем также поддерживают COM (Component Object Model) технологию, позволяющую внедрять внешние объекты в приложение, но из-за сложности разработки COM-компонентов данная технология не получила широкого распространения.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что самым оптимальным является интеграция с САД системой с помощью АРІ интерфейса. Однако САМСТО не поддерживает подобную интеграцию, и не все САД системы имеют открытый АРІ интерфейс. С целью возможности дальнейшего развития системы, возможности сохранения функционала при переходе на САМСТО следующего поколения и отработки соответствующих технологий, был выбран путь создания системы на объектно-ориентиро-

ванном языке высокого уровня с использованием интегрированной среды разработки (рис. 1 и 2).

Исходные данные и алгоритм расчета соответствует подсистеме формирования облика разработанной в САМСТО.

Разработанная система позволяет визуально увидеть сформированный образ форсажной камеры, позволяющий упростить выявление некорректных результатов расчета и принятие компоновочных решений.

Литература:

1. Сеньюшкин Н.С., Харитонов В.Ф. Применение модульного метода при моделировании и проектировании камер сгорания воздушно-реактивных двигателей // Вестник УГАТУ Т.11, №2 (29). с. 39–47, Уфа, 2008.
2. Сеньюшкин Н.С., Харитонов В.Ф. Двухуровневая система моделирования форсажных камер ВРД / Авиационная техника: Известия вузов. — 2010, № 4, с. 76–78.

Строительство с использованием несъёмной опалубки нового поколения из пенополистирола

Фетисова Мария Александровна, кандидат технических наук, ст. преподаватель;
Захаренко Алексей Игоревич, магистрант
Орловский государственный аграрный университет

Прогресс не стоит на месте: материалы, созданные на основе новейших технологий, внедряются в нашу жизнь. Постоянно совершенствуются и строительные технологии, поднимая на новую высоту качество и эффективность строительных работ.

В потоке новых изобретений и усовершенствований, разработок в строительстве — особое место занимает технология быстрого строительства монолитных домов с применением несъёмной опалубки. Одной из таких опалубок является, несъёмная опалубка из пенополистирола, предназначена для быстрого возведения монолитных зданий различной этажности, как непосредственно несущих конструкций так и для заполнения проемов наружных стен в рамно-связевых зданиях. Эта теплосберегающая технология по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, скорости и стоимости строительства, прочности и долговечности строений относится к высоким технологиям в области строительства.

Несъёмная опалубка из пенополистирола используется в строительстве:

- коттеджей, сельских домов и дач;
- многоэтажных жилых домов;
- таунхаусов, каскадных двух и трехэтажные многоквартирных домов;
- теплых индивидуальных бассейнов;
- административных общественных зданий и спорткомплексов;
- холодильников, сервисных объектов, овощехранилищ и складов.

В основу этой технологии положено использование стеновых блоков из специального пенополистирола в качестве неснимаемой опалубки. Смонтированная из этих блоков полая стена заполняется арматурой и бетонной смесью. Таким образом, в ходе одной технологической операции сооружается монолитная трехслойная стена, включающая с внутренней и наружной стороны тепло- и звукоизоляционные прослойки из пенополистирола. Таким образом, заказчик получает теплый дом за короткий срок строительства.

Пенополистирол как теплоизоляционный материал используется в строительстве уже не один десяток лет. Многолетнюю проверку в Европе прошла и неснимаемая опалубка из пенополистирола.

Сырьем для производства пенополистирола служит полистирол в виде маленьких гранул, заполненных газом пентаном в качестве вспенивателя. В результате процесса вспенивания и последующей выдержки пентан улетучивается, а оставшийся вспененный полистирол используется для формирования стеновых блоков. Материал самозатухающий. В случае пожара огонь не распространяется, материал не токсичен.

Плотность пенополистирольных блоков, используемых в строительстве, колеблется от 25 до 30 кг/куб. м, т.е. в два раза выше плотности обычных пенополистирольных плит, используемых в качестве утеплителя. Пенополистирол практически водонепроницаем. Количество впитываемой воды по отношению к весовому объему пенополистирола за год колеблется в пределах 1,5–3,5 %.

Таблица 1. Технико-экономическое сравнение ограждающей конструкции стены (1м²)

Наименование применяемой технологии	Срок службы, лет	Затраты труда, чел-ч.	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности Вт/м ² °С	Предел огнестойкости при 1 степени, ч	Стоимость, руб	Акустическая изоляция, дБ
Ж/б стена возведенная с помощью крупнощитовой опалубки	100	2,11	1990	2,04	11	1656	80
Кирпичная стена	80	3,2	1440	0,81	5,5	1772	62
Деревянная стена	50	2	600	0,14	0,5	5500	14
Ж/б стена возведенная с использованием несъемной опалубки из пенополистир.	120	1,95	250	0,036	2,5	1170	49

С другой стороны, воздухопроницаемость пенополистирола в значительной степени превышает его водонепроницаемость. То есть, стена, построенная по этой технологии, дышит. Температура окружающей среды не оказывает отрицательного воздействия на физические и химические свойства пенополистирола. Низкая плотность, а также специальная конструкция соединительных замков блоков исключает нарушение теплопроводности и усадку пенополистирольных блоков, как на стадии монтажа, так и в процессе эксплуатации здания. Пенополистирол не является питательной средой для микроорганизмов и грибов и не подвержен гниению.

Элементы неснимаемой опалубки, выполненные из твердого самозатухающего пенополистирола в форме пустотелых блоков, армированные и заполненные бетонной смесью, представляют собой универсальную систему для возведения стен объектов любого типа.

Большой ассортимент строительных модулей, подобных элементам детского конструктора «Лего», легко и прочно скрепляющихся между собой, позволяет возводить стены с любым углом поворота или плавным закруглением также просто и быстро, как и возведение прямой стены.

В России, где традиционно строили дома из дерева и кирпича, всё большей популярностью начинает пользоваться возведение домов с применением несъемной опалубки из пенополистирола. Внедрение данной технологии

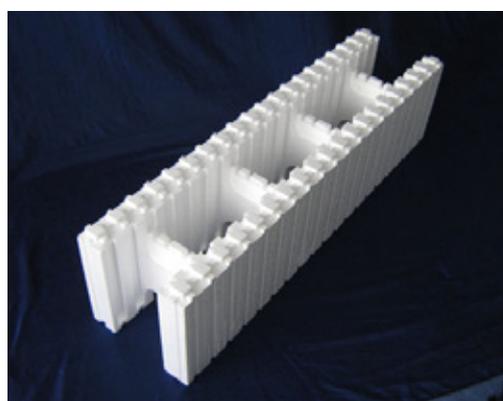


Рис. 1. Общий вид блока несъемной опалубки из пенополистирола

при возведении зданий, с экономической точки зрения более выгодно, чем традиционные методы сооружения зданий с применением монолитного железобетона.

На основании технико-экономического сравнения можно сделать следующие выводы технология возведения зданий с использованием несъемной опалубки из пенополистирола является энерго- и материалосберегающей, не требующей грузоподъемных средств и монтажных кранов, не требует высококвалифицированных рабочих, что в свою очередь не требует высоких денежных затрат.

Литература:

1. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы: Учебное издание. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005 г. — 336 с.
2. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М., Соколовский В.В. Технология возведения зданий и сооружений. — М.: Выс. шк.; 2002. — 320 с.

Разработка дренажной модели профиля с механизацией для автоматизированного эксперимента в аэродинамической трубе

Хоробрых Михаил Александрович, студент

Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

Целью исследований является автоматизация эксперимента, экспериментальное и расчетное определение величины подъемной силы, силы лобового сопротивления и отрывной зоны при обтекании профиля с вращающимся цилиндром и выдувом воздуха.

Выполнен расчет обтекания профиля при помощи пакета газодинамического анализа Flow Simulation, являющегося составной частью пакета SolidWorks [1], который основывается на методе конечных элементов. Применение этого пакета позволяет достаточно точно получать основные характеристики профиля: C_x , C_y и др. А также визуализировать картину обтекания профиля.

Для достижения поставленной цели было выполнено:

- проектирование дренажной модели профиля GA (W)-1 [2] со съёмным вращающимся цилиндром в программном пакете Solid Works (рис. 1);
- изготовление модели с помощью 3D принтера;
- математическое моделирование обтекания аэродинамического профиля GA (W)-1 в вычислительном пакете Solid Works Flow Simulation (рис. 2);
- экспериментальное исследование обтекания модели профиля в аэродинамической трубе.

Экспериментальная модель профиля с отклоненным закрылком и вращающимся цилиндром с выдувом струи через щель цилиндра, спроектирована таким образом, что позволяет провести автоматизированный эксперимент. Под автоматизированным экспериментом предпо-

лагается автоматическое изменение углов атаки модели и закрылка, снятие показаний с дифференциального электронного манометра в автоматическом режиме.

В работе рассмотрены основные особенности применения расчётного метода и результаты расчёта для профиля GA (W)-1.

Так на рис. 3 показано сравнение результатов математического моделирования расчёта аэродинамических характеристик профиля GA (W)-1 в вычислительном пакете Solid Works Flow Simulation с экспериментальными результатами [2]. Расчёты велись на персональном компьютере с процессором Intel Core i5, 2.3 ГГц, ОЗУ 4 Гб с общим количеством расчетных ячеек 941364. Время расчета одного угла атаки составило примерно 45 минут.

На рис. 3 показано хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных [2] для аэродинамических характеристик профиля GA (W)-1 без закрылка. Незначительное расхождение между экспериментальными и расчётными данными наблюдается на углах атаки близких к критическим. Можно отметить, что оценка среднего квадратического отклонения в диапазоне углов атаки от -7 до $+10$ градусов составляет 2 %, а во всем диапазоне углов атаки, показанном на рис. 3, эта же величина равна 4 %. Таким образом, математическое моделирование в вычислительном пакете Solid Works Flow Simulation при использовании модели турбулентности k- ϵ дает хорошо согласованный результат с экспериментом.



Рис. 1

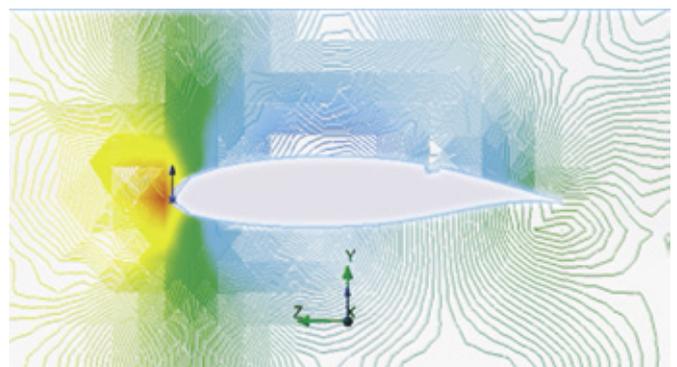


Рис. 2

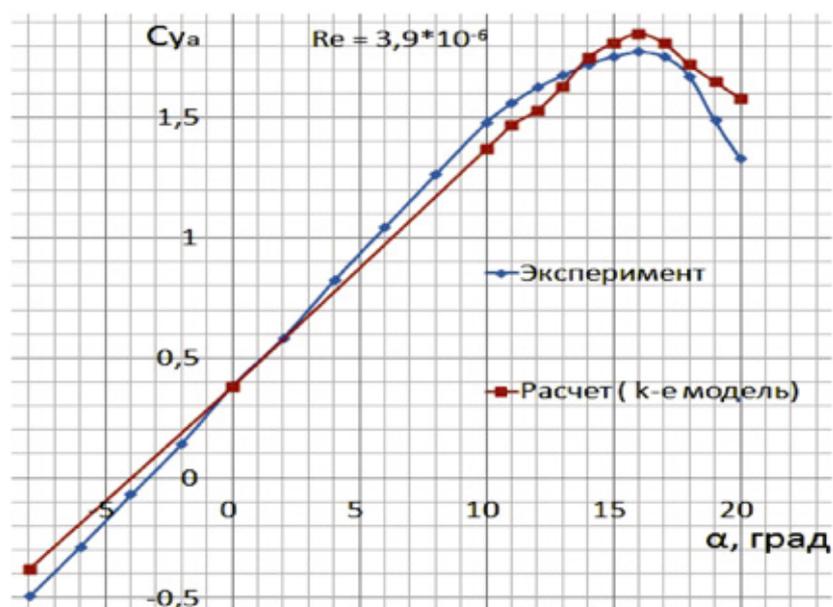


Рис. 3

Литература:

1. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. — М.: Бинوم, 2004. — 289 с.
2. Кашафутдинов С.Т., Лушин В.Н. Атлас аэродинамических характеристик крыловых профилей. — М.: Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина, 1994. — 74 с.

Геомеханическое обеспечение подземной отработки перекрывающихся пологих и наклонных залежей камерно-столбовой системой

Чеканова Елена Николаевна, магистрант

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Даулета Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

В статье рассматривается проблема рационального управления геомеханическими процессами при первичной и повторной разработке многоярусных пологих и наклонных перекрывающихся залежей высокопроизводительными вариантами камерно-столбовой системы в условиях прочных руд и вмещающих пород, что позволяет исключить катастрофические проявления горного давления, повысить безопасность отработки месторождений и полноту извлечения полезных ископаемых из недр.

Район Жезказганского меднорудного месторождения расположен в пределах Центрального Казахстана и приурочен к осадочному комплексу пород. Отличительными особенностями месторождения являются концентрация большого количества металла на довольно ограниченной площади, разобщенность рудных тел, ярко выраженная многоярусность оруденения, наличие прочных руд и вмещающих пород, что обусловило применение камерно-столбовой системы разработки.

Управление кровлей и налегающей толщей при камерно-столбовой системе разработки осуществляется последовательностью междукамерных целиков в сочетании с панельными или барьерными.

В связи с истощением запасов наиболее продуктивной центральной части рудного поля, подземные работы переместились на более глубокие горизонты и его фланги, а также в выработанное пространство для выемки целиков. За весь период отработки месторождения, на подземных рудниках накопилось более 150 млн. м³ выработанного пространства и 98 млн. м³ погашенных пустот, оформлено более 46 тысяч междукамерных целиков, в которых оставлено более 70 млн. т руды, и более 520 ленточных, барьерных и панельных целиков.

Возрастание напряженности массива, переоценка эффекта разгрузки МКЦ, частичная и полная выемка междукамерных, панельных и барьерных целиков и привели

к появлению ослабленных участков и катастрофическим проявлениям горного давления в виде массовых обрушений. Основными причинами осложнения геомеханической ситуации при отработке Анненского района являются необоснованный перенос классического варианта камерно-столбовой системы разработки на наклонные залежи и замена барьерных целиков нерегулярно расположенными массивными целиками, что привело к массовым обрушениям (в потери списано более 20 млн. тонн руды).

Массовые обрушения приводят к увеличению потерь подготовленных запасов, при этом в зону обрушения попадают здания и сооружения на поверхности, росту травматизма.

В результате сложившейся геомеханической ситуации осложнились условия отработки наклонных залежей, накопленных запасов в целиках, размещенных в открытом очистном пространстве, у очагов массовых обрушений, как с выходом, так и с образованием «зависающих» сводов.

За более чем семидесятилетний период отработки Жезказганского месторождения камерно-столбовой системой в классическом ее варианте установлены сопутствующие проявления горного давления, которые реализуются в виде отслоений и «стреляний» пород кровли в очистных камерах, локальных проявлений горных ударов, частичного и полного разрушения МКЦ и массовых обрушений пород кровли и налегающей толщи.

Установлено, что массовые обрушения чаще возникают на перекрывающихся залежах, а очаги сосредоточены на нижней залежи в свите перекрытий.

По характеру проявлений массовые обрушения на Жезказганском месторождении можно разделить на 3 типа:

- отслоения пород кровли в очистных камерах;
- обрушение кровли и налегающей толщи с выходом на поверхность без разрушения целиков;
- обрушение пород кровли и подработанной толщи с массовым разрушением целиков с выходом и без выхода на поверхность.

Развитие процесса массового обрушения в шахтных условиях на перекрывающихся залежах можно представить в виде следующей схемы: локальные отслоения пород кровли и частичное или полное разрушение МКЦ в одной из панелей, дальнейшее развитие этого процесса в пределах панели, сопровождающееся обрушением междупластия и МКЦ на верхних залежах, обрушение пород кровли верхней залежи, развитие обрушения по площади, приводящее к образованию свода, развитие свода и полное обрушение налегающей толщи с выходом на поверхность.

Систематизация массовых обрушений пород кровли и налегающей толщи и характер их формирования позволили выявить сосредоточение массовых обрушений на перекрывающихся залежах, где сосредоточено 82% запасов и размещение очагов на нижней залежи в свите перекрытий (70% от общего их числа), что позволяет оценить

динамику их развития и прогнозировать места возможного их проявления при проектировании отработки оставленных запасов.

Первоосновой для последующей оценки возникающих осложнений в виде очагов является нагруженность совокупности междукамерных и барьерных целиков при выемке камерных запасов, определяемая многофакторной нелинейной зависимостью от степени подработки налегающей толщи, мощности междупластия, изрезанности массива пород в пределах свиты перекрытий.

Возникновение и формирование очагов массовых обрушений с выходом и без выхода на земную поверхность нарушает первоначально установившееся равновесие пород в смежных с очагом панелях после выемки камерных запасов и приводит к формированию нового силового поля вокруг очистных выработок. Установлено, что в результате формирования опорного давления наиболее неблагоприятным и опасным с точки зрения устойчивости целиков в сопряженных панелях является момент разрушения междукамерных целиков в очаге и обрушения междупластий над ним.

Величина нагрузок на целики при формировании очага массового обрушения изменяется от высоты свода обрушения по нелинейной монотонной зависимости вида:

$$K_{н/бц} = 1 / (0,24 + 0,1h_{св}/H),$$

$$K_{н/МКЦ} = 1 / (1,2 + 0,6h_{св}/H),$$

где $h_{св}$ – высота свода обрушения;

H – глубина отработки.

Формула справедлива для условий изменения

$$0 \leq h_{св}/H \leq 1.$$

Закономерности развития разрушающих процессов в очагах массовых обрушений при отработке запасов центрального рудного поля использованы при выемке запасов МКЦ из открытого выработанного пространства (ОВП), при котором образуются две области: область выемки МКЦ, где формируется выработанное пространство с неподдерживаемой кровлей и область возникновения опорного давления, в пределах которой происходит пригружение приграничных целиков.

В результате теоретических исследований и экспериментальных работ, была получена закономерность формирования опорного давления в зависимости от пролета неподдерживаемой кровли. Пролет играет роль регулятора формирования опорного давления и величин пригружения на МКЦ и установлено, что изменение величины опорного давления в зависимости от пролета неподдерживаемого выработанного пространства, где произведена выемка МКЦ (L) описывается уравнением вида: $R = 7,4\sqrt{L} - 6,5$. Формула действительна в диапазоне изменения $L = 40 - 150$ м.

Установлено, что при выемке МКЦ из открытого выработанного пространства догружение приграничных целиков, особенно 1-го ряда происходит весьма интенсивно, и устойчивость последних будет находиться в зависимости от первоначального значения коэффициента запаса прочности. С увеличением пролета запас прочности снижа-

ется до 1,0–1,5 и вызывает появление разрушающих процессов в приграничных целиках.

После обрушения потолочины и образования свода в налегающей толще опорное давление снижается, соответственно уменьшаются нагрузки на приграничные целики, если они не разрушены и увеличивается коэффициент их запаса прочности.

Для предотвращения негативных последствий шаг обрушения пород неподдерживаемой кровли из серых песчаников не должен превышать 50÷60 м (выемка 2-х рядов МКЦ), при красных песчаниках — 20÷30 м (один ряд МКЦ), не допуская увеличения пролета «зависающей» потолочины свыше указанных значений для чего следует ее принудительно обрушать.

Отсюда следует, что эффективная и безопасная отработка запасов руды в целиках из открытого выработанного пространства с последующим обрушением пород кровли и налегающей толщи регулируется установленной нелинейной зависимостью уровня нагруженности целиков и снижения коэффициента запаса прочности от величины шага обрушения и допустимого пролета неподдерживаемой кровли на участке выемки целиков, что исключает возможность возникновения цепной реакции разрушения междукамерных целиков в приграничном пространстве.

В настоящее время основным рудодобывающим участком является Анненский район. Стремление сохранить высокопроизводительную камерно-столбовую систему разработки с применением самоходного оборудования на флангах месторождения, вызвало серьезные осложнения при производстве очистных работ. Замена БЦ на МЦ с целью уменьшения потерь в целиках при сетке их размещения свыше 120 метров оказалась не равноценной. Практика отработки наклонных залежей с МЦ доказали необходимость отказа от них и возвращению к

способу поддержания очистного пространства МКЦ и БЦ. Все это привело к увеличению нагрузок на МКЦ за счет снижения эффекта разгрузки. Целики, первоначально рассчитанные на разгрузку их барьерными, при замене последних на массивные, не выдержав давления, стали разрушаться. Угол наклона залежей также оказал негативное влияние. Осложнение геомеханической ситуации обусловило необходимость видоизменения конструкции системы и корректировки ее параметров.

Полнота отработки наклонных залежей средней мощности комбинированными вариантами с последующим обрушением пород кровли и налегающей толщи обеспечивается 3-х этапной отработкой запасов: первоначально камерных с оставлением ленточных целиков, последующей их прорезкой и формированием на их месте ряда столбчатых целиков, и на заключительном этапе при выемке междукамерных целиков — порядной отработкой оставленной совокупности столбчатых целиков из открытого выработанного пространства с шагом обрушения и предельно-допустимым пролетом неподдерживаемой кровли аналогичным выемке междукамерных целиков. Полнота и безопасность отработки мощных рудных наклонных залежей обеспечивается формированием двухъярусного очистного пространства, поддержанием выработанного пространства взаимоупрочняемой совокупностью междукамерных столбчатых целиков и горизонтально-ступенчатых потолочин-«мостов», мощность которых определяется степенной зависимостью от состава пород и высоты столба обрушенных пород, опережением фронта очистных работ на верхнем слое, первичной отработкой междукамерных целиков на верхнем слое и совместной отработкой рудного «моста» и междукамерных целиков нижнего слоя с погашением выработанного пространства обрушением налегающей толщи пород.

Моделирование критериев эффективности доставки грузов автомобильным транспортом

Ширяев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
 Кашеев Сергей Александрович, кандидат технических наук;
 Гудков Владислав Александрович, доктор технических наук, профессор;
 Чухланцева Светлана Викторовна, магистрант
 Волгоградский государственный технический университет

Моделируемым критерием оценки эффективности доставки грузов автомобильным транспортом на произвольном маршруте, являются удельные логистические затраты SS_M , соответствующие отношению логистических затрат на доставку грузов по маршруту S_M^Σ , к стоимости грузов $\sum C_M^{tp}$, планируемых для доставки по данному маршруту. Выражение для моделирования данного критерия имеет вид:

$$SS_M = \frac{S_M^\Sigma}{\sum C_M^{tp}}; \quad (1)$$

Очевидно, что при уменьшении значения критерия SS_M , доставка грузов на данном маршруте является более эффективной. Таким образом, условие эффективности доставки грузов по некоторому маршруту имеет вид: $SS_M \rightarrow \min [1, \text{с. } 100]$.

Моделируемый критерий эффективности работы всей системы доставки грузов (СДГ) за произвольный период времени, отражает основные логистические требования, предъявляемые к процессу доставки со стороны конечного потребителя: «доставка в нужном количестве», «доставка точно в срок» и «доставка с минимальными затратами» [2, с. 203]. Степень выполнения требования «доставка в нужном количестве» в модели оценивается при помощи коэффициента $K_1^{\text{эф}}$, требования «доставка точно в срок» – при помощи коэффициента $K_2^{\text{эф}}$, а требования «доставка с минимальными затратами» – при помощи коэффициента $K_3^{\text{эф}}$. Выражения для моделирования данных коэффициентов имеют вид:

$$K_1^{\text{эф}} = \frac{\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}}{\sum C_{\text{план}}^{\text{гр}}}; \tag{2}$$

$$K_2^{\text{эф}} = \frac{\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}}{\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}}; \tag{3}$$

$$K_3^{\text{эф}} = \frac{S_{\Sigma}^{\text{СД}}}{\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}}, \tag{4}$$

где: $\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}$ – стоимость фактически доставленных партий грузов; $\sum C_{\text{план}}^{\text{гр}}$ – стоимость партий грузов, доставленных «точно в срок»; $S_{\Sigma}^{\text{СД}}$ – общая стоимость доставки грузов. Различие в величинах плановой и фактической стоимостей партий грузов, а также стоимости партий грузов, доставленных «точно в срок», обусловлено возможным отказом автомобиля на маршруте доставки, а также невозможностью организации доставки всех партий грузов при превышении потребностей в доставке над возможностями СДГ (складскими, транспортными, экспедиционными). Очевидно, что при увеличении значений критериев $K_1^{\text{эф}}$ и $K_2^{\text{эф}}$, а также при уменьшении значения критерия $K_3^{\text{эф}}$, работа СДГ является более эффективной. Таким образом, условие эффективности работы СДГ имеет вид:

$$\begin{cases} K_1^{\text{эф}} \rightarrow \max \\ K_2^{\text{эф}} \rightarrow \max \\ K_3^{\text{эф}} \rightarrow \min \end{cases}$$

Общая стоимость доставки $S_{\Sigma}^{\text{СД}}$ моделируется на основании выражения:

$$S_{\Sigma}^{\text{СД}} = S_{\text{накл}} + \sum_{M \in \mathcal{M}} S_M^{\Sigma}, \tag{5}$$

где: $M \in \mathcal{M}$ – количество маршрутов доставки; $S_{\text{накл}}$ – стоимость накладных затрат СДГ.

Накладные затраты СДГ учитывают стоимость работы ЛС $S_{\text{ЛС}}$, стоимости простоя автомобилей $S_{\text{пр}}^{\text{авт}}$, ПРМ $S_{\text{пр}}^{\text{прм}}$ и грузчиков-экспедиторов $S_{\text{пр}}^{\text{г-э}}$ в ожидании работы, а также затраты на устранение возможных отказов автомобилей на маршрутах доставки $\Delta S_M^{\text{отк}}$:

$$S_{\text{накл}} = S_{\text{ЛС}} + S_{\text{пр}}^{\text{авт}} + S_{\text{пр}}^{\text{прм}} + S_{\text{пр}}^{\text{г-э}} + \sum_{M \in \mathcal{M}} \Delta S_M^{\text{отк}}. \tag{6}$$

Стоимость работы ЛС моделируется в виде постоянной величины, значение которой зависит от численности и размера заработной платы персонала ЛС. Стоимость простоя возможностей моделируются на основе выражения:

$$S_{\text{пр}}^{\text{авт, прм, г-э}} = \sum_{A', P', G'} S_{\text{ч}}^{\text{авт, прм, г-э}} T_{\text{пр}}^{\text{авт, прм, г-э}}, \tag{7}$$

где: A', P', G' – соответственно количество простаивающих автомобилей, ПРМ и грузчиков-экспедиторов; $S_{\text{ч}}'$ – себестоимость простоя; $T_{\text{пр}}$ – продолжительность простоя.

Отказ автомобиля на маршруте доставки приводит к увеличению стоимости доставки, т.к. при невозможности устранения отказа усилиями водителя, для доставки используется резервный автомобиль, а для буксировки неисправного автомобиля – один из автомобилей, освободившихся после процесса доставки. Груз перегружается из неисправного автомобиля в резервный автомобиль, и доставка продолжается по ранее запланированному маршруту движения, но с опозданием. Таким образом, при отказе автомобиля необходимо выполнение дополнительных рейсов резервным автомобилем и автомобилем-буксиром. Кроме этого, после устранения последствий отказа, доставка производится с опозданием, что связано с риском несоблюдения требования «доставка точно в срок», а также с риском невыполнения доставки в случае прибытия автомобиля в пункт доставки после его закрытия. Вероятность отказа автомобиля на маршруте $P_M^{\text{отк}}$, зависит от пробега L_j и моделируется в виде выражения:

$$P_M^{\text{отк}} = p^{\text{отк}} L_M = p^{\text{отк}} \left(\sum_{K \in \mathcal{K}} L_{\text{мод}}^K + \sum_{K \in \mathcal{K}} L_{\text{мод}}^K \right). \tag{8}$$

Стоимость устранения отказа i -го автомобиля, последующей его замены на j -й автомобиль и использованием k -го автомобиля-буксира, моделируется в соответствии с выражением:

$$\Delta S_M^{\text{отк}} = P_M^{\text{отк}} (S_M^{\Sigma j} + S_M^{\Sigma k} - \Delta S_M^{\Sigma i}), \tag{9}$$

где: $\Delta S_M^{\Sigma i}$ – уменьшение стоимости работы i -го автомобиля на маршруте при его отказе; $S_M^{\Sigma j, k}$ – стоимости работы j -го и k -го автомобилей при устранении отказа i -го автомобиля.

Для комплексной оценки эффективности работы СДГ, в модели используется общий коэффициент $K_{\Sigma}^{\text{эф}}$, соответствующий выражению:

$$K_{\Sigma}^{\text{эф}} = \frac{K_1^{\text{эф}} K_2^{\text{эф}}}{K_3^{\text{эф}}} = \frac{\sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}} \sum C_{\text{факт}}^{\text{гр}}}{S_{\Sigma}^{\text{СД}} \sum C_{\text{план}}^{\text{гр}}}. \tag{10}$$

Разработанные критерии оценки эффективности доставки грузов потребителям позволяют уже на стадии проектирования системы доставки грузов в торговую сеть определять наиболее рациональные способы организации процесса доставки грузов, оценивать эффективность си-

стемы доставки для различных транспортных сетей, распределительных складов и пропускных возможностей пунктов доставки, а также рекомендовать оптимальную структуру и состав транспортных, складских и экспедиционных возможностей системы.

Литература:

1. Транспортная логистика: учебник для вузов / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев, В.А. Гудков, С.А. Ширяев и др.; под ред. Миротина Л.Б. — М.: Экзамен, 2002. — 512 с.
2. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах: монография / Л.Б. Миротин, В.А. Гудков, В.В. Зырянов, А.Г. Некрасов, А.С. Балалаев, О.Н. Ларин, А.К. Покровский, В.М. Беляев, А.В. Вельможин, Н.Ю. Машевец, Д.П. Гронин, С.А. Ширяев, П.Г. Кериди, Е.В. Меланич, С.Ю.; под ред. Л.Б. Миротина. — М.: Горячая линия — Телеком, 2010. — 702 с.

ИНФОРМАТИКА

Использования системы планирования и управления учебным процессом для поддержки обучения

Коваленко Дмитрий Николаевич, студент;
Новацкий Анатолий Олександрович, кандидат технических наук, доцент;
Павловский Анатолий Анатолиевич, кандидат технических наук, доцент
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Активный информационный обмен стал стандартом в Реалиях третьего тысячелетия, когда практически совершен переход от индустриального общества к информационному. Информатика является ядром нового комплекса научных дисциплин, которые станут базой для построения нового общества. В информационном обществе интеллектуальные процессы становятся массовыми и больше половины работников в развитых странах заняты в сфере интеллектуальной деятельности. В связи с тем, что знания ныне быстро стареют, современному человеку необходимо непрерывно повышать свою квалификацию. При этом повышение квалификации и переподготовка кадров в большинстве случаев должны проводиться без отрыва от производственной деятельности, которая становится возможным с использованием технологий дистанционного образования. Такой его вид есть общепризнанным как образование XXI столетия, образование для постиндустриального общества, так как ее особенностью является академическая мобильность, основанная на внедрении современных технологий, и организация обучения на протяжении всего жизнь.

Актуальность создания системы управления учебным процессом обусловлена разными архитектурами программного обеспечения поддержки обучения в современном университете, практическим применением информационных технологий, которые используются для веб-доступа к защищенным образовательным ресурсам. Для большинства учебных заведений информационные решения с использованием сетей персональных компьютеров стали фактическим стандартом. К современным информационным системам предъявляются очень высокие требования производительности, надежности, обеспечение целостности и безопасности данных (особенно при сегодняшнем развитии Internet), защиты от системных и аппаратных сбоев, масштабируемости, возможности взаимодействия с другими системами, работы в гетерогенных распределенных вычислительных сетях.

Также в наше время обретает популярность дистанционное и веб-обучение, благодаря которому сту-

дент способен получать информацию посредством локальных сетей, сдавать тесты и т.д. Для контроля такого типа обучения используются специализированные системы для сбора и обработки информации о ходе учебного процесса. Подобные системы предназначены для хранения информации о студентах в единой унифицированной форме с использованием достижений современных ИТ-технологий.

Подобная система должна предоставлять возможность введения результатов тестирования и других видов контроля успешности студентов с помощью электронного табеля, построения расписания, контроля посещаемости, просмотра информации о биллинге, оплату ресурсов и управление многими другими данными, которые могут понадобиться для поддержки учебного процесса в школе, лицее или университете. Такая система должна предоставлять возможность вносить, просматривать и менять информацию о студентах с любого рабочего места без использования программ-клиентов или любого другого дополнительного ПО. Так же важным аспектом является открытость и тип лицензии системы. ПО со свободной лицензией есть предпочтительнее в силу своей открытости, возможности менять, дополнять исходные тексты, и как следствие предоставляет системе большей гибкости, масштабируемости и переносимости.

Существующих решения систем обработки информации о ходе учебного процесса обычно интегрируются в более сложные системы управления информацией о студентах (Student Information Management System) или системы управления студентами (Student Information System, Student Management System). Данные системы предоставляют целый комплекс услуг для нужд учебного заведения:

- Ввод, просмотр и изменение информации о студентах.
- Автоматическое создание расписания для групп и учителей.
- Управление информацией о результатах экзаменов, тестов, оценок и общей успеваемости.
- Ведение записей о посещаемости.

- Хранение информации о дисциплинах, курсах.
- Предоставление статистических отчетов.
- Предоставление информации о студентах родителям через родительский портал.
- Услуги для специального / индивидуального обучения.
- Управление человеческими ресурсами.
- Услуги биллинга, оплаты обучения.

На данный момент существует множество реализаций SIMS, каждая из которых изначально спроектирована под определенные нужды образовательных учреждений. Рассмотрев существующие варианты, было принято решение о создании собственной реализации системы планирования и управления учебным процессом. Основные причины таковы:

- Закрытость программных продуктов и отсутствие возможности усовершенствования их под собственные нужды.
- Высокая стоимость платных продуктов.
- Высокая стоимость установки и поддержки свободных реализаций SIMS.
- Недостатки в архитектуре существующих SIS, а в частности ориентация под определенную ОС, потребность специальных программ – клиентов.
- Отсутствие пакетов локализации и возможности тонкой настройки с учетом особенностей разных учебных заведений.

Для проектирования системы сбора и обработки информации о ходе учебного процесса необходимо решить комплект задач по выбору программных решений и реализаций технологий, которые понадобятся при разработке.

Система должна быть построена в виде единого веб-ориентированного клиент-серверного программного решения. Такой выбор придаст системе кроссплатформенности и независимости от используемой операционной системы. Такая система будет доступна из локальной сети и через интернет посредством использования браузера. Доступ к системе должен предоставляться посредством аутентификации пользователя с его логином и паролем.

Целью внедрения системы является избавление персонала учебного заведения от бумажной работы, предоставление всей информации в одной базе данных в единой форме. А также возможность получить доступ к информации об учебном процессе с любого рабочего места.

Выбрав в процессе проектирования оптимальные технологии и инструменты, мы получили реализацию и обработки информации о ходе учебного процесса на языке программирования PHP, с использованием в качестве СУБД Mysql. Кроме этого мы использовали технологии Single Sign-on Pubcookie и систему управления проектами Dotproject.

Система имеет модульную структуру, что позволяет при потребности масштабировать и дополнять ее новыми структурными частями. Такое решение позволяет любому модулю использовать базовые встроенные функции системы с помощью использования прикладного програм-

мно интерфейса базового класса (ядра). Основными модулями системы есть:

1. Модуль управления информацией о слушателях.
2. Модуль управления группами.
3. Модуль управления курсами.
4. Модуль отчетов.
5. Модуль управления расписанием.

Основными функциями модуля управления информацией о студентах является:

- Регистрация в системе новых слушателей.
- Просмотр информации о слушателях, применение фильтра и поиска.
- Редактирование информации о слушателях, назначение их в группы и на курсы. Выставление оценок по выполненным работам.

Модуль управления группами позволяет совершать следующие действия:

- Создание новых групп.
- Просмотр информации о группах в произвольном виде
- Редактирование информации о группах, добавление слушателей и назначение группы на курс.

С помощью модуля управления курсами мы можем:

- Создавать в системе новые учебные курсы.
- Редактировать информацию о курсах, просмотр информации в произвольном виде.
- Создание связей между группами и курсами.

Модуль управления отчетами позволяет:

- Формировать комплексные отчеты для печати или передачи в электронном виде. Отчет состоит из информации о группе или курсе в определенной форме, которую можно задать перед формированием.
- Создавать формы журналов посещений.
- Создание форм роздаточного материала с информацией о преподавателе и читаемом курсе.

Модуль управления расписанием полностью интегрируется с системой управления проектами Dotproject, посредством использования прикладного программного интерфейса (API). На рисунке 1 и 2 показаны формы добавления задач в систему.

На рисунке 3 мы видим вывод сформированных задач в системе Dotproject.

Подводя итог проделанной работы, стоит заметить, что мы получили компьютеризированную веб-ориентированную систему с открытым исходным кодом, которая может применяться для поддержки обучения в учебных заведениях. Положительными свойствами конкретной реализации является открытость, модульность, свободная лицензия, как следствие этого – бесплатность. Имеющаяся внутренняя документация проекта позволяет настроить его на работу в конкретном учебном заведении в минимальные сроки. Созданием собственной реализации SIMS мы добились повышения качества контроля и поддержки обучения, упростили работу персонала, а так же предоставили возможность формировать автоматические комплексные отчеты.

Имя главной задачи: Главная задача

Первая задача
Вторая задача
Третья задача

Дочерние задачи (по одной в каждой строке):

Исполнитель: Коваленко Дмитрий (dkovalenko)

Начало главной задачи: 2010-06-11 Конец:

Длительность: 3 дней

Время занятий: с 16:00 до 18:00

Аудитория: 2 (ауд. 2)

Проект: Разработка SIS

Сохранить

Июнь 2010

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Сегодня Закрыть

Рис. 1. Форма добавления нескольких задач в систему

Заполните данные для дочерних задач

Имя главной задачи: Главная задача

N	Имя дочерней задачи	Исполнитель	Дата события	Начало в	Конец	Комната
1	Первая задача	Коваленко Дмитрий Николаевич (dimon)	2010-06-11	16:00	18:00	2 (ауд. 2)
2	Вторая задача	Коваленко Дмитрий Николаевич (dimon)	2010-06-12	16:00	18:00	2 (ауд. 2)
3	Третья задача	Коваленко Дмитрий Николаевич (dimon)	<input type="text"/>	16:00	18:00	2 (ауд. 2)

Заполните дату для 3 события.

Проверить

Июнь 2010

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Сегодня Закрыть

Рис. 2. Форма редактирования задач

Управление проектами dotProject.net FREE SOFTWARE

Компания: Подразделения: Проекты: Задачи: Ресурсы: Календарь: Файлы: Контакты: Форумы: Билеты (Tickets): Управление пользователями

Системный администратор

Добро пожаловать, Дмитрий Николаевич Коваленко

Помощь | Моя информация | Что делать? | Сегодня | Выход

Задачи Поиск: Пользователь: Коваленко, Дмитрий Николаевич Компания: Все компании

Фильтр задач: Мои задачи

Мое todo: мои приколотые задачи : показать неактивные задачи : задача пользователя : отчеты

Реп.	Новый отчет	Работа	P	Имя задачи	Автор	Пользователи	Дата начала	Продолжительность	Дата окончания
УНИТО :: Разработка SIS 77%									
		100%		Очередь пользователей	bat	dimon (100%) (+1)	19/12/2008 08:00	248 часов	27/02/2009 20:
		100%		Обработка факультетов при саморегистрации	bat	dimon (100%) (+1)	19/02/2008 09:00	72 часов	31/12/2008 20:
		100%		Аутентификация	bat	dimon (100%) (+1)	19/02/2009 18:00	50 часов	01/03/2009 20:
		100%		Логи	bat	dimon (100%) (+1)	02/03/2009 08:00	226 часов	09/04/2009 10:
		100%		Координаты преподавателей	dimon	dimon (100%)	12/05/2009 15:00	85 часов	26/05/2009 20:
		100%		Карточки пользователя	dimon	dimon (100%)	25/09/2009 17:00	1 часов	27/09/2009 20:
		100%		Флажок в таблице пользователей	dimon	dimon (100%) (+1)	07/10/2009 14:00	62 часов	16/10/2009 20:
		100%		Факультеты и кафедры	dimon	dimon (100%) (+1)	19/10/2009 15:00	37 часов	23/10/2009 20:

Орел^ : Закрыть все задачи (On Page^)

Ключ: Будущая задача Начато и продолжается Должно начаться Просроченные Завершено

Рис. 3. Вид задач в системе Dotproject

Автоматизированная система учёта услуг и распределения времени между клиентами в сфере музыкальной репетиционной деятельности

Силаев Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Кукушкин Александр Николаевич, студент

Волжский политехнический институт филиал Волгоградского государственного технического университета

Значительный рост предприятий, занимающихся сферой предоставления услуг, является хорошей оценкой работоспособности рынка в этой области. Все больше компаний занимающихся предоставлением услуг начинают вести свою деятельность с использованием информационных технологий. Это порождает ряд проблем взаимодействия сотрудников компании и клиентов. В настоящее время имеется значительное число публикаций, рассматривающих эти проблемы. [1,2]

Обработывая поступающие заказы, служащие и руководители нуждаются в подробной статистике по проделанной работе. Оплачивая какой-либо из видов услуг, клиент ожидает оперативной обработки своего заказа. Всё это позволяют решить автоматизированные системы обработки заказов и ведения статистики.

Задачи, которые решаются с помощью автоматизированных систем, широки в своём применении. Эта логика работает везде, где услуги продаются с привязкой ко времени: маникюрный салон, массажный кабинет, парикмахерская, клининговый сервис, приёмы у психолога, где клиент платит за услугу, которая оценивается ещё и потраченным на него временем. Но при этом следуют отметить, что разрабатывать одну универсальную систему не всегда является целесообразным. Поэтому для небольшой фирмы выгодно поддерживать свою собственную разработку с инклюзивными функциями. [3]

Данная статья посвящена разработке автоматизированной системе учёта услуг и распределения времени между клиентами, в сфере музыкальной репетиционной деятельности.

Существует репетиционная база, которая представляет собой капитальное помещение со специальной акустической отделкой, дорогостоящее техническое музыкальное оборудование и наёмный работник, труд которого должен оплачиваться. В интересах владельца музыкальной базы сократить время простоя базы и максимально контролировать наёмного работника, тем самым повысив эффективность репетиционной базы и её рентабельность. Попутно получать статистические данные в виде отчётов необходимых для анализа эффективности предприятия и принятия стратегических решений по развитию бизнеса.

Для сокращения времени простоя предлагается автоматизировать процедуру записи на репетицию. Происходить это будет следующим образом: потенциальный клиент (он должен быть зарегистрирован в системе) заходит на сайт репетиционной базы, и в соответствующем его разделе выбирает день и временной интервал, который собирается занять. Клиенту, открывшему данную

страницу видны признаки «занято»/«свободно» по каждому часу суток на каждый день. Соответственно запрос на бронирование может быть оформлен только на свободное время базы. После отправки клиентского запроса на бронирование — данный интервал времени считается зарезервированным этим пользователем и ему присваивается признак «занято», а администратор репетиционной базы получает письмо-уведомление о новом клиенте. Такое решение избавляет обе стороны от случаев, когда записаться на репетицию по телефону невозможно. Нет средств на счёте у клиента, телефон администратора вне зоны доступа, в момент звонка у администратора нет под рукой графика занятости базы, сбой связи и просто психологически облегчает клиенту процедуру записи (скованность в общении, нежелание тратить деньги за звонок и т.д.). Клиент сам видит график занятости базы в перспективе нескольких дней и ему проще определиться со временем репетиции, тем более, когда на это требуется согласия всех участников музыкального коллектива.

Второй важный функционал системы — это предоставление отчётно-статистической информации. Владелец базы в любой момент может просмотреть историю посещений, график загрузки, вывести отчёты за любой заданный промежуток времени, это облегчит работу по анализу загруженности и экономической эффективности базы, поможет в построении новых маркетинговых стратегий по продвижению данной услуги.

Для автоматизации процессов реализации услуг, управления услугами и ведения статистики реализованы три модуля системы:

- модуль регистрации пользователей;
- модуль учета услуг;
- модуль мониторинга графиков репетиций.

Каждый модуль выполняет возложенные на него функции и обеспечивает взаимосвязь с остальными модулями конфиденциальность, доступность, представление и целостность данных.

Модуль регистрации пользователей позволяет выполнять регистрацию пользователей в системе и реализует следующие функции:

- заполнение необходимых регистрационных данных;
- проверка введённых данных;
- получение прав доступа пользователями.

При регистрации требуется определить, к какой группе относится пользователь, и назначить ему определённые права доступа к системе.

Также после регистрации администратор репетиционной базы должен проверить правильность введённых

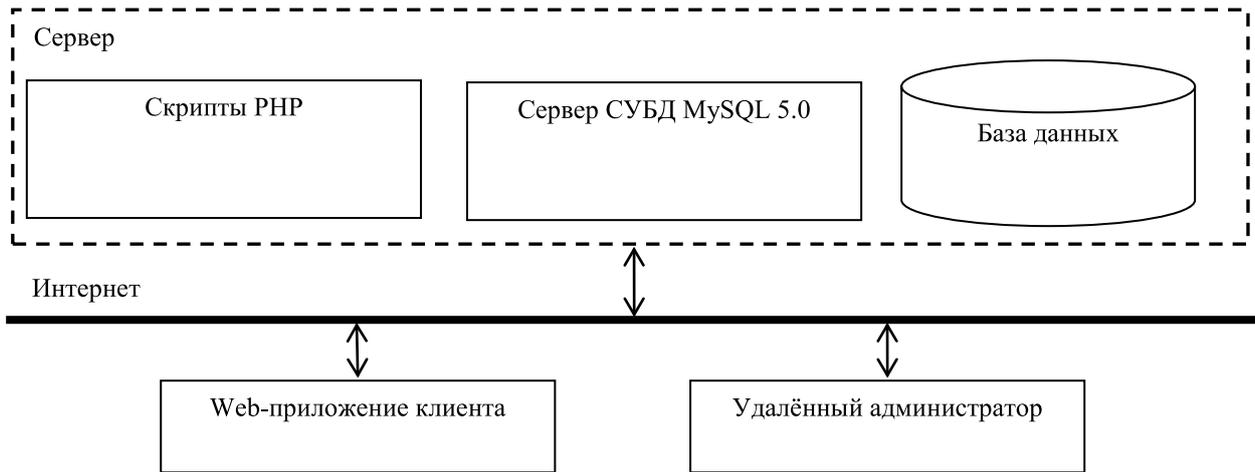


Рис. 1. Архитектура системы

<p>Users (пользователи)</p> <p>User_id Идентификатор пользователя Groop_id Идентификатор группы FIO ФИО пользователя bersday Дата рождения city Город проживания spets специализация tel Контактный телефон icq номер ICQ email e-mail адрес пользователя</p>	<p>Fines (штрафы)</p> <p>fines_id Идентификатор штрафа Fines_ots Штраф за отсутствие Fines_nePred Штраф за не предупреждение</p>
<p>Tariff (тарифы)</p> <p>tarif_id Идентификатор тарифа Tariff Основной почасовой тариф stavkaAdm Ставка администратора stavkaVl Ставка владельца</p>	<p>Groops (группы)</p> <p>Groop_id(ПК) Идентификатор группы groups Название группы</p>
<p>Position (состояние)</p> <p>position_id Идентификатор состояния position Название состояния</p>	<p>Service (услуги)</p> <p>service_id(ПК) Идентификатор услуги services Наименование услуги</p>
<p>Week (неделя)</p> <p>week_id Идентификатор дня day Дата дня недели</p>	<p>Clock (часы)</p> <p>User_id Идентификатор пользователя clock_id Идентификатор часа week_id Идентификатор дня position_id Идентификатор состояния service_id Идентификатор услуги clock час</p>

Рис. 2. Таблицы базы данных

пользователем данных. К таким данным относятся контактный телефон, ФИО и адрес пользователя. После чего пользователь получает свои права доступа в системе.

Модуль учёта услуг имеет функционал учёта услуг репетиционной базы. Процедура учёта услуг реализует следующие функции:

- бронирование даты, времени и вида репетиции;
- учёт оплаты услуг репетиций;
- учёт посещаемости клиентов и штрафов;

– настройка тарифов на услуги.

Модуль учёта предоставляемых услуг функционирует в двух режимах: работа по предоплате и работа при оплате по факту. Всего для репетиционной базы реализовано три вида услуг: репетиция, прослушивание, запись.

Учёт оплаты услуг производится из настройки тарифов за репетицию, ставки оператора репетиционной базы, и ставки владельца базы. В случае если включён режим предоплаты, имеется два варианта при неявки коллек-

тива в назначенное время: возврат или не возврат предоплаты.

Система штрафов имеет счётчик количества неявок, настройка тарифов штрафов и установка срока «добросовестного отказа». Если клиент отказался от репетиции в данное время не позднее чем за заданный срок до наступления репетиции, то штрафные санкции к нему не применяются.

Модуль мониторинга графиков репетиций включает в себя:

- формирование отчетной информации;
- предварительный просмотр и печати информации;
- сохранение данных отчета в файл;
- редактирование сформированной отчетности.

Имеется возможность формирования отчёта:

- по зарегистрированному клиенту;
- по заданному интервалу времени;
- по штрафным санкциям;
- по виду предоставляемой услуги.

Архитектура автоматизированной системы учёта услуг репетиционной базы, показанная на рисунке 1, построена на технологии «клиент-сервер»/

Клиент представляет собой приложение браузера, с помощью которого происходит подключение через Интернет к сайту репетиционной базы, расположенной на сервере.

На сервере расположен сайт репетиционной базы, скрипты обработки запросов пользователя и база данных.

В системе предусмотрен удалённый доступ через браузер владельца репетиционной базы с правами администратора сервера.

Для хранения данных системы разработаны восемь таблиц базы данных, структура, который показана на рисунке 2:

- таблица «Пользователи» (users) содержит основную

информацию о зарегистрированных пользователях;

- таблица «Группы» (groups) содержит информацию группах пользователей. Каждая группа имеет свой набор прав доступа;

- таблица «Услуги» (service) содержит информацию о предлагаемых услугах;

- таблица «Тарифы» (tarif) содержит информацию тарифах за услуги репетиционной базы;

- таблица «Штрафы» (fines) содержит информацию о величине штрафов;

- таблица «Неделя» (week) содержит перечень дней недели;

- таблица «Часы» (clock) содержит перечень временных промежутков работы базы;

- таблица «Состояния» (position) содержит информацию о возможных состояниях базы в определённые промежутки времени.

Для реализации разработанной системы выбран скриптовый язык PHP предназначенный для разработки web-приложений. [5]

В качестве СУБД по результату анализа была выбрана СУБД MySQL 5.0. СУБД является бесплатной и одной из самых распространенных СУБД, предназначенных для создания небольших автоматизированных систем. [4]

Таким образом, разработанная система позволяет сократить время простоя базы, автоматизировать заказ услуг и отчётность и принимать более эффективные маркетинговые решения опираясь на более точную статистическую картину данных.

Для системы был произведён экономический расчёт, который показал целесообразность внедрения системы. Расчётный срок окупаемости системы составил один год.

Разработанная система применена на частной репетиционной базе города Волжский. В настоящее время проводится её тестирование и полный ввод в эксплуатацию.

Литература:

1. Дементьева Е.В. Автоматизированная система для ведения анализа данных о клиентах с целью оптимизации работы сбыта производственного предприятия. // Молодой учёный 4–2011, С-31–34.
2. Душин В.К., Теоретические основы информационных процессов и систем, Москва, 2008 г., Изд: «Дашков и К», 347 с.
3. Козырев А.А. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2010 г. – 360 с.
4. Кузнецов М.И. MySQL 5 – БХВ-Петербург 2010. – 510 с.
5. Осипов Д.Л. Базы данных в PHP. Теория и практика. – Бхв – Петербург 2011. – 601 с.

IPSec VPN redundancy in dual – WAN deployments using dynamic routing protocols

Орновскис Михаилас Александрович, докторант; Ляховец Василий, докторант
Таллиннский технический университет (Эстония)

Michailas Ornovskis, PhD student; Vassili Ljahhovets, PhD student
Tallinn University of Technology

Considering IPSec VPN different topologies there is often a need for reliability in communication between peers. Physical link redundancy is the minimal requirement which should be met in order to fulfill service level agreements. Taking into account IPSec network configuration complexity it is relatively hard to configure failover between data channels while using multiple outbound connections. This article will explain a design approach using two outbound channels, multiple routing instances per router and dynamic routing.

While initiating IPSec site-to-site communication between peers those peers should be defined either by static IP address, dynamic IP address, hostname etc [1]. In most cases it would be wise to build four different IPSec tunnels between two peers (in case each peer has two outbound connections) and choose the path through the best channel (either measured by latency, speed or other factors). However in practice it is quite hard to achieve and typical configuration uses only two tunnels between peers – usually primary ISP – primary ISP connection and secondary ISP – secondary ISP connection.

Both peers have to be able to transmit information through both internet service providers simultaneously. Only in this case it is possible to form successful IPSec negotiations between those. In typical scenario it is possible to build multiple virtual routers in one physical device and separate outbound traffic between equally treated outbound virtual routers. In case there is a master routing instance e.g. master virtual router it is wise to bind internal networking interfaces to this. It will automatically solve several problems with direct export of interface routes between routing instances and so forth.

Let's take into account two IPSec peers: peer A and peer B. Peer A has two outbound connections with ISP red and ISP blue and also local network defined by VPN domain x.x.x.x/24. Peer B also has two outbound connections with ISP green and ISP yellow and local network defined by VPN domain y.y.y.y/24. The main goal is to build ISP failure resilient IPSec VPN secured communication between VPN domains x.x.x.x/24 and y.y.y.y/24.

First of all it is necessary to build up a basic routing system inside each peer using multiple virtual routers and assign physical interfaces accordingly. After interfaces assignment and configuration it is necessary to test connectivity between peers and assume that all ISP routes are configured properly. There is no need to configure outgoing default route in the master routing instance as it is intended to be imported automatically from both ISP routing instances belonging to the same peer.

Some vendors' equipment allows creation of virtual tunnel interfaces in order to terminate IPSec traffic. In this case it is necessary to create separate tunnel interface in each specific ISP virtual routing instance – e.g. tunnel red, tunnel blue, tunnel green and tunnel yellow.

After tunnel establishment using specific IPSec negotiation parameters we will have two tunnel between four ISP interfaces – ISP red <-> ISP green and ISP blue <-> ISP yellow. However, routing in the master instance is not built yet therefore it is not possible to test failover scenario.

We have to create two OSPF areas per each tunnel pair. For instance it is possible to create OSPF area 1 and OSPF area 2 and assign tunnel interfaces red and green to area 1 and interfaces blue and yellow to area 2. At this point it is necessary to determine whether the OSPF adjacencies between routers are formed or not.

There might be a problem at this step with OSPF interface types – for the successful formation of adjacency the multicast address is used and usually the multicast interface types cannot work through IPSec VPN tunnel directly. However, it is possible to specify tunnel interface type in relevant OSPF area – in this case it should be marked as point – to – point (p2p) type [2]. In this case the members of relevant OSPF area will change their state from init to full.

According to the fact that direct interface routes are shared between instances ISP virtual routers should have relevant routes to the VPN domains through master instance interface. Those routes should also be marked as directly connected in each instance. Therefore there is no need for additional import of routing table entries from master instances.

If adjacencies are correctly formed the next step which should be taken is the determination of OSPF export policy – e.g. specifying the rules for routing entries export from one OSPF peer to another.

It is possible to determine different OSPF export and import policies according to route prefix, metrics, type etc. In this example we have to export route leading to the relevant VPN domain and the policy could use either exact prefix or the route type. For instance we might configure a policy which exports all directly connected routes through OSPF, in our example it will export interface routes and VPN domain route.

If we are dealing with the so called hub and spoke topology where all traffic should flow through the central gateway it is possible to simplify export policy and export only default route leading to 0.0.0.0/0 supernet.

After specifying export policies and applying those to relevant OSPF area settings after LSA update we should see

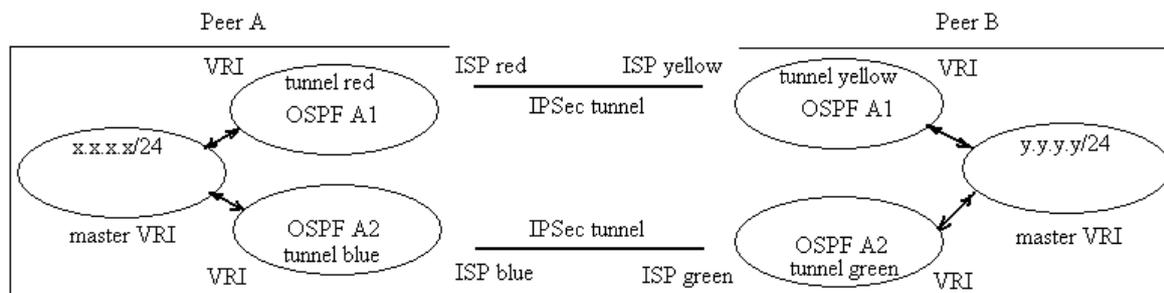


Figure 1. Schematic configuration

that VPN domain routes are correctly imported to non-default routing instances. Yet again at this point it is not possible to test routing and failover because master routing instance is not aware of OSPF routing yet.

The next step which should be taken is importing OSPF routes from non-default routing instances to master routing instance. At this point it is necessary to determine whether we want to have load balancing and asymmetric traffic flow between ISP interfaces or not. In case we do there is a need to specify two import policies from ISP virtual routers to master routing instance and configure them to import OSPF routes with specified preference. For instance it is possible to specify that all OSPF imported routes will be treated equally and will have local preference of 150 or relevant equal metric.

When the routing decision will be taken usually it will use per packet or per flow load balancing depending on the type of peer. If the device is flow-based it will be per flow, if the device is discrete or packet-based (ordinary router) it will be per-packet.

Figure 1 shows the schematic view of networking devices configuration.

If the first virtual routers are attached to better ISPs (according to jitter, latency, speed etc) then it is wise not to use asymmetric routing at all and to have a second tunnel only for the failover purposes.

In this case the import policy should distinguish the route imported from OSPF area 1 with a better preference or metric. Depending on the vendor of the device this behavior might differ – for instance routing decision might prefer smaller preference over the bigger number. This way, the policy might assign local preference of 140 for the routes imported through OSPF area 1 and local preference of 150 for the routes which are imported through OSPF area 2.

When the configuration is made it is possible to test the traffic flow through the tunnel. Basically the routing tables should look like this (interface routes are truncated):

ISP red:

0.0.0.0/0 through default gateway, static, default preference

y.y.y.y/24 through tunnel red, imported through OSPF, default preference

x.x.x.x/24 through master instance interface, directly connected, default preference

ISP blue:

0.0.0.0/0 through default gateway, static, default preference

y.y.y.y/24 through tunnel blue, imported through OSPF, default preference

x.x.x.x/24 through master instance interface, directly connected, default preference

ISP green:

0.0.0.0/0 through default gateway, static, default preference

x.x.x.x/24 through tunnel green, imported through OSPF, default preference

y.y.y.y/24 through master instance interface, directly connected, default preference

ISP yellow:

0.0.0.0/0 through default gateway, static, default preference

x.x.x.x/24 through tunnel yellow, imported through OSPF, default preference

y.y.y.y/24 through master instance interface, directly connected, default preference

Peer A master routing instance:

x.x.x.x/24 through interface, default preference

y.y.y.y/24 through tunnel red, preference 140, directly connected

y.y.y.y/24 through tunnel blue, preference 150, directly connected

Peer B master routing instance:

y.y.y.y/24 through interface, default preference

x.x.x.x/24 through tunnel green, preference 140, directly connected

x.x.x.x/24 through tunnel yellow, preference 150, directly connected

In this case the routing is symmetric and the IPsec VPN tunnel between ISP red and ISP green is preferred always when available.

The failover scenario might be different – let’s simulate what happens in case the core routing of ISP red fails to forward packets in the network. In this case the IPsec VPN tunnel between ISP red and ISP green will fail. The next

thing which will happen is that tunnel red interface is not able to communicate and send OSPF updates to tunnel green interface and vice versa. Thus the OSPF protocol communication between peers will also fail. ISP red and ISP green routing tables will lose remote peer VPN domain routes automatically and will have only local VPN domain route and also default route which is static.

Master routing instance periodically updates itself importing OSPF routes from non-default routing instances. The update interval might be determined automatically and also might not, this is yet again device specific. However, during the next update it will import only OSPF routes from secondary ISPs and will look like this:

Peer A master routing instance:

x.x.x.x/24 through interface, default preference

y.y.y.y/24 through tunnel blue, preference 150, directly connected

Peer B master routing instance:

y.y.y.y/24 through interface, default preference

x.x.x.x/24 through tunnel yellow, preference 150, directly connected

References:

1. S. Kent, R. Atkinson. Security Architecture for the Internet Protocol. // [WWW-document] URL <http://www.ietf.org/rfc/rfc2401.txt>
2. Juniper Networks. [SRX] Device running OSPF over IPsec VPN in full-mesh network is stuck in 'init' state. // [WWW-document] URL <http://kb.juniper.net/InfoCenter/index?page=content&id=KB19472&actp=RSS&smlogin=true>

The routing process will forward packets using the only route left — e.g. through secondary OSPF route.

When the problem at ISP side is solved the VPN tunnel and OSPF adjacency between ISP red and ISP green is established again. The OSPF will import relevant routes to the master routing instance and it will again have two different routes to the same destination with different preference, this forwarding traffic through the first tunnel. As it is seen, the configuration is resilient and failover does not require any manual intervention, all operations are done automatically.

This application can be used in different networking environments with different tasks, also critical environments — e.g. banking, e-commerce, military. However it is quite simple to configure and deploy and therefore it can be also used in different not so critical areas — e.g. agile software development, scada systems, remote access for different branches etc.

In this example only two ISP connections from both sides are used. However it is possible to use more and thus create more robust networking — the configuration will simply involve additional virtual routers and OSPF areas.

Автоматизированная система SMS-оповещения родителей об успеваемости обучающихся средних школ

Попова Анна Александровна, студент

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета

В связи с развитием информационных технологий постоянно появляются новые и совершенствуются старые механизмы по улучшению общественной и частной жизни во всех сферах деятельности. Школы не стали исключением. С использованием электронного дневника слежение за успеваемостью учеников стало проще и надежнее, ведь возможность подделки росписи и просто вырывания листа из дневника исключается. Данная система электронного дневника осуществляется при помощи смс-рассылок.

Смс-рассылка — совокупность аппаратно-программных средств для отправки большого количества коротких сообщений на мобильные устройства абонентов сотовых сетей. Работа с программой осуществляется через веб-интерфейс (доступ возможен с любого устройства, подключенного к сети Интернет, с использова-

нием персонального логина/пароля, по аналогии с электронной почтой).

Основная цель сервиса — своевременно оповещать родителей об успеваемости своего ребенка, быть доступной в пользовании и недорогой. При этом, помимо смс-сообщения, иметь возможность узнать информацию непосредственно из веб-сервиса.

Система оповещения об учебном процессе и внеклассной работы состоит из 5 модулей (показано на рисунке 1):

- модуль ввода данных учителем;
- модуль рассылки сообщений;
- модуль формирования отчетов и статистики;
- модуль администрирования;
- модуль авторизации.

Основные модули обеспечивают выполнение функций соответствующих им лиц, функции рассылки со-

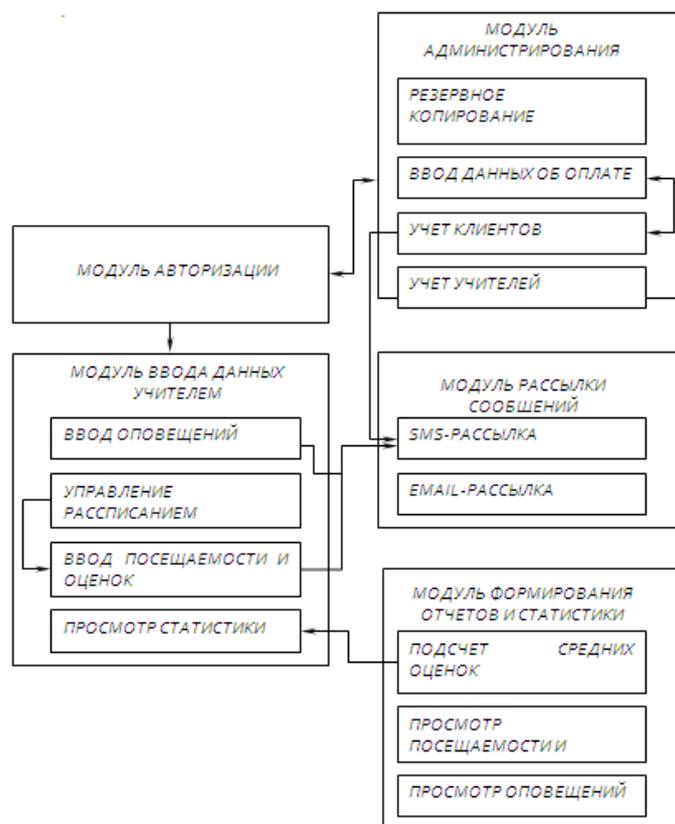


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей системы

общений и ведение и поддержания целостности данных базы данных, а также обеспечивать удобную работу с историей отправленных сообщений и полученных от учителя данных.

Модуль ввода данных учителем включает блоки «Управление расписанием», «Ввод посещаемости и оценок» и «Ввод оповещений».

Блок «Управление расписанием» обеспечивает возможность формирования почасового расписания уроков для классов с указанием: дня недели, класса, предмета и преподавателя.

Блок «Ввод посещаемости и оценок» позволяет учителю проставлять пропуски занятий учениками, вводить оценки и их тип (контрольная, устный ответ и т.п.) на основе расписания.

Модуль отправляет полученные данные на web-сервер автоматически по Интернету.

Модуль рассылки сообщений состоит из блоков: «SMS-рассылка» и «Email-рассылка».

Блок «SMS-рассылка» производит отправку SMS-сообщений на указанные номера с текстами, сформированными в модуле «web-приложение клиента Учитель».

Блок «SMS-рассылка» поддерживает проверку доставки сообщений. При неудачной доставке модуль должен производить через некоторое время повторную отправку SMS-сообщений.

Модуль формирования отчетов и статистики состоит

из блоков: «Просмотр средних оценок», «Просмотр посещаемости и оценок» и «Просмотр оповещений».

Блок «Просмотр средних оценок» формирует данные о средних оценках учеников, классов, групп учеников.

Блок «Просмотр посещаемости и оценок» позволяет осуществлять доступ родителей и учеников к истории оценок и посещаемости.

В блоке «Просмотр оповещений» клиенты получают возможность просмотреть историю оповещений (как персональных для этого пользователя, так и для групп, в которые входит их ребенок).

Модуль администрирования состоит из блоков: «Ввод данных об оплате», «Учет клиентов», «Учет учителей» и «Резервное копирование».

Блок «Ввод оплаты» должен позволять вводить данные об оплате услуги клиентами: внесенной сумме и автоматически формировать дату окончания оплаченной услуги.

В блоке «Учет клиентов» реализованы функции ведения списка всех клиентов, управления ими и формирования бланков договоров на подключение/отключение клиентов. Так же, в блоке должна быть реализована возможность формировать списки клиентов с не продленной услугой и рассылать им соответствующее сообщение.

В блоке «Учет учителей» ведется список учителей, с закрепленными за ними предметами.

Блок «Резервное копирование» обеспечивает возможность создания полной резервной копии базы данных.

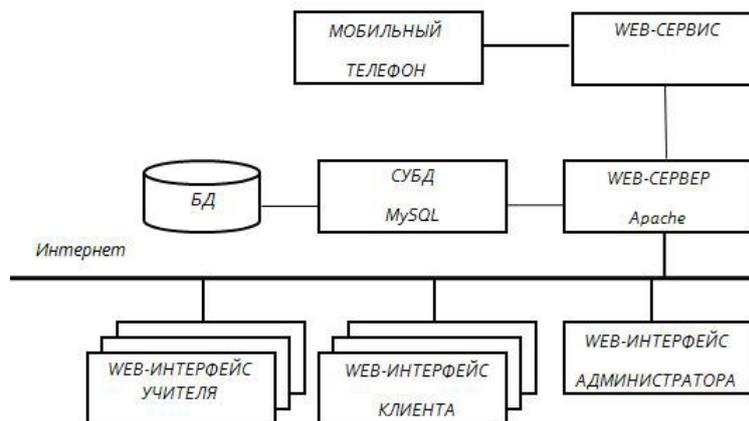


Рис. 2. Схема архитектуры системы

Модуль позволяет вести и редактировать список предметов, преподаваемых в учебных заведениях и типы возможных оценок (контрольная, устный ответ, домашнее задание и так далее).

Модуль авторизации позволяет идентифицировать и авторизовать пользователей по логину и паролю, с ограничением типов пользователей на «Администратор», «Клиент» и «Учитель» с предоставлением каждой группе пользователей необходимой функциональности.

Все данные хранятся на сервере, и каждое приложение обращается к нему за нужной информацией. Так как автоматизированная система осуществляет работу по сети, то каждое приложение имеет доступ к данным в соответствии с выполняемыми задачами. Непротиворечивость и корректность вносимых изменений электронной документации осуществляется за счет разграничения прав доступа к ней.

Разработана архитектура системы (рис. 2). Для работы системы необходим один сервер для размещения базы данных и веб-сервера.

Веб-интерфейсы администратора, учителя и клиента объединены в рамках одного веб-сайта.

После прохождения аутентификации, в зависимости от типа пользователя, загружается интерфейс либо администратора, либо клиента.

Сервер БД реализован на СУБД MySQL. Сервер БД хранит данные о клиентах, преподавателях, оплате, расписании, ежедневных данных из МОУ СОШ и оповещения.

Веб-сервер выполняет функции рассылки SMS-сообщений и email-рассылки.

Веб-интерфейс учителя выполняет функции ввода данных по посещаемости, успеваемости и оповещений преподавателем МОУ СОШ. Кроме того, веб-интерфейс учителя позволяет вводить учителем собственное расписание уроков.

Доступ клиентов к истории сообщений и данных по успеваемости осуществляется по средствам веб-интерфейса клиента.

Администрирование, учет и контроль системы осу-

ществляется через веб-интерфейс администратора.

Авторизация и аутентификация администратора, клиентов и учителей выполняются на основе логина и пароля, выданными при заключении договора.

Начальным этапом работы системы является ввод учителем данных об учебной и внеклассной работе учеников, успеваемости и оповещений. Эти данные отправляются на веб-сервер, где они обрабатываются, и осуществляется рассылка оповещений.

Практическим достоинством разработанной системы является сокращение временных и трудовых затрат на обработку информации и рассылку сообщений, повышение качества оказываемых услуг и информативности. Маркетинговые исследования и расчеты показали, что данный программный продукт будет иметь спрос в пределах данного сегмента рынка.

Разработанная система обладает рядом преимуществ:

- автоматизация сбора данных и оповещений с учебных заведений;
- децентрализованный ввод данных и оповещений с централизованным хранением информации в базе данных;
- оперативное и автоматическое формирование необходимых расчетов и отправки сообщений;
- возможность рассылки сообщений по средствам SMS и email;
- возможность родительского контроля за успеваемостью и оповещениями через веб-интерфейс;

Программа предполагает быть внедренной в организацию, которая будет предоставлять данную услугу в МОУ СОШ. Для обслуживания программы СМС-оповещения в организации достаточно следующего программного обеспечения:

- Пакет офисных программ Microsoft Office;
- Приложение MegaFonInternet.

Данные поступают по средством бумажных бланков из МОУ СОШ.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение результатов данной разработки является экономически эффективным и целесообразным.

Литература:

1. Ле-Бодик Г. Мобильные сообщения: службы и технологии SMS, EMS и MMS. Пер. с англ. — М.: Кудиц-Образ, 2005. — 448 с.
2. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. 2-е изд. исп. и доп.; М.: Техносфера, 2006. — 288 с.
3. Конноли Томас, Бергг. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд.; Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 1120 с.

Разработка алгоритма по дистанционному управлению беспилотными объектами

Силаев Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент; Пузанов Никита Анатольевич, студент
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

С увеличением сложности современных технологических процессов, так же повышается уровень риска для людей, принимающих непосредственной участие в данных процессах. Одни из вариантов решения данной проблемы — использование дистанционного управления. Проблема дистанционного управления сложными технологическими процессами заключается в том, чтобы обезопасить человека и оградить его от непосредственного влияния данных процессов на его жизнь и здоровье, с другой стороны сохранить за человеком возможность управления данными технологическими процессами.

В данной статье рассматривается использование беспилотного аппарата с дистанционным управлением как

возможность замены человека в различных областях. Беспилотный объект можно использовать там, где есть непосредственная угроза жизни и здоровью человека. Так же его можно использовать в труднодоступных местах, например горной или скалистой местности, на воде так над водной поверхностью. При плохой видимости и экстремальных температурах. Применение беспилотных объектом постепенно увеличивается, что влечет необходимость повышения их надежности и качества. Одним из требований качества и надежности беспилотных аппаратов — является качественный алгоритм по дистанционному управлению данным аппаратом.

Наилучшим решением в данной ситуации будет создание комплекса по дистанционному управлению бес-

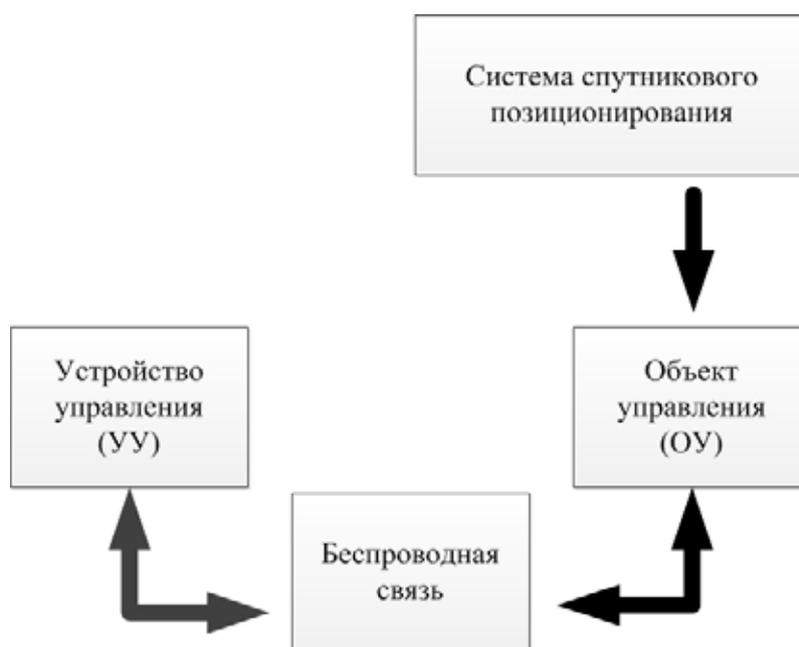


Рис. 1. Структурная схема комплекса

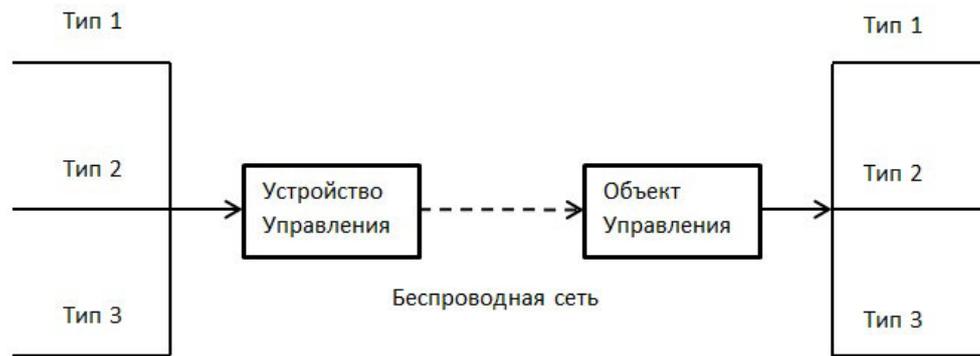


Рис. 2. Передача различных типов сообщений с устройства управления на объект управления

пилотными объектами. Для этого необходимо провести анализ требований.

1) Во-первых, беспилотный объект будет перемещаться на открытой местности, следовательно, нужно найти подходящий способ определения его местоположения.

2) Во-вторых, необходимо найти способ передачи данных от беспилотного объекта, о его местоположении на устройство управления

3) Разработать общий алгоритм по дистанционному управлению беспилотным объектом.

В результате проведенного анализа был разработан экспериментальный комплекс по дистанционному управлению беспилотным объектом. Схема комплекса представлена на рисунке 1. Комплекс состоит из следующих частей:

1) Система спутникового позиционирования — позволяет определить точное местоположение беспилотного объекта

2) Устройство управления — на котором отображается информация о текущем местоположении и состоянии беспилотного объекта, а так же система по управлению.

3) Объект управления — условное название беспилотного аппарата.

4) Беспроводная связь — система, посредством которой будет осуществляться передача данных между устройством управления и беспилотным аппаратом.

Чтобы иметь возможность дистанционного управления беспилотным объектом, необходимо разработать специальный формат сообщений и команд. Сообщения и команды должны удовлетворять следующим требованиям:

1) Типизация — однозначность пересылаемой информации.

2) Обозначения начала и конца — избежать некорректности данных.

3) Целостность.

4) Конечность — данные в сообщении или команде должны иметь строгий, конечный набор данных.

На основе описанных выше требований был разработан следующий формат сообщений и команд:

— «AA [данные] <Z>»

— AA — двух символьная аббревиатура, указывает тип сообщения

— [данные] — список полей данных, разделенных специальным символом

— <Z> — символ конца сообщения

Набор данных для каждого типа сообщений уникален. Тип сообщений позволяет непосредственно определить, какие данные находятся в данном сообщении или команде.

На рисунке 2 изображена схема передачи команд различных типов с устройства управления на объект управления посредством беспроводной сети.

Определение точного местоположения беспилотного объекта производится с помощью систем спутникового позиционирования. Для определения местоположения, необходимо использование сигналов как минимум от трех спутников [1, с. 17], но это не достаточно для максимальной точности. Учитывая тот факт, что беспилотный объект будет находиться, на открытой местности, это позволит ему получать сигнал, от 4 до 11–12 спутников одновременно, что даст достаточную точность определения местоположения беспилотного объекта. Так же нужно учитывать, что не все системы спутниковой навигации покрывают весь земной шар, этому требованию удовлетворяют только две системы: Американская — GPS, так же известная как NAVSTAR и Российская — ГЛОНАСС.

Передача данных осуществляется посредством систем беспроводной передачи данных. Наиболее известные технологии по беспроводной передаче данных: Bluetooth, IRDA, WI-FI, WiMax, передача данных посредством сотовой связи GSM и CDMA. Технологии обладают различной скоростью и радиусом действия от источника до потребителя.

В разрабатываемом комплексе используются две системы беспроводной передачи данных в зависимости от условий. Wi-Fi — обладает высокой скоростью передачи данных, но малым радиусом действия. Данную систему удобно использовать во время проведения небольших локальных работ, а так же при использовании нескольких беспилотных аппаратов. Беспроводная передача данных посредством сотовой связи имеет невысокую скорость пе-

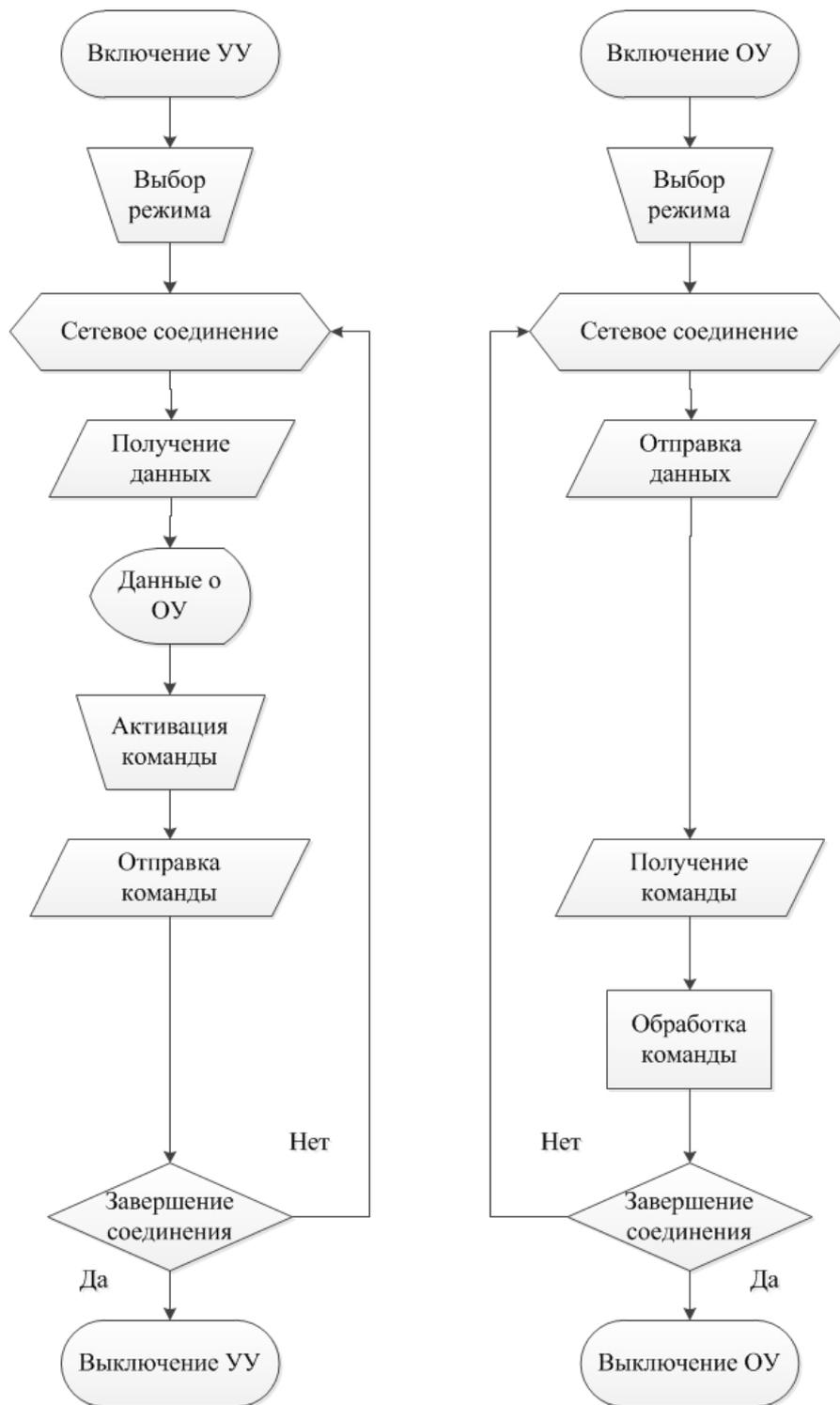


Рис. 3. Схема алгоритма работы комплекса

передачи данных, но территориально практически не ограничена, основное ограничение – необходимость близости антенн сотовой связи.

Основная цель разрабатываемого комплекса – создание легко модифицируемой архитектуры. Такая архитектура позволит производить достаточно простую модификацию программного обеспечения для каждого из беспилотных аппаратов, вместо того, чтобы заново раз-

рабатывать новый комплекс по дистанционному управлению беспилотным объектом.

На рисунке 2 представлена общая схема работы комплекса по дистанционному управлению беспилотным объектом. Алгоритм заключается в следующих действиях:

- 1) Включение устройства и объекта;
- 2) Оператор выбирает режим, в котором будет работать комплекс;

3) Активация сетевого соединения между устройством и объектом;

4) Получение данных о состоянии и местоположении беспилотного объекта;

5) Анализ полученных данных оператором, и передача команды на беспилотный объект;

6) Беспилотный объект выполняет полученную команду.

Далее происходит повторение 3–6 пунктов, пока оператор устройства управления не подаст команду о завершении соединения и выключения устройств.

Так же предусмотрено возникновение поломок и разрывов связи между устройством управления и объектом управления. Поломка возможна как на устройстве управления, так и на объекте управления. В случае поломки на устройстве управления, на объект управления будет подана команда о переходе в режим блокировки, а на самом устройстве управления произойдет блокировка возможности управления объектом. Соответственно если поломка происходит на объекте управления, он попытается послать специальное сообщение о необходимости блокировки управления на устройство управления, а сам объект будет остановлен. В случае если между устройством управления и объектом управления связь будет утеряна и не восстановится, то через 3 секунды они оба переходят в режим блокировки, пока связь между ними не будет восстановлена.

Программное обеспечение для комплекса разрабатывается с использованием следующих технологий: среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual

Studio 2008 и Windows Mobile 6 Professional SDK; язык программирования — C#, входящий в состав .Net Framework 2.0 и .Net Compact Framework; среды развертки разрабатываемого программного обеспечения — Microsoft Windows с установленным .Net Framework 2.0 — или выше, и Microsoft Windows Mobile 5.0 или выше с установленным .Net Compact Framework 2.0 или выше.

Для проверки работоспособности разрабатываемого комплекса был проведен ряд экспериментов.

Первый эксперимент заключался в определении местоположения беспилотного объекта на местности. В качестве объекта (управления) выступал коммуникатор с разработанным программным обеспечением. Объект управления определял свое местоположение, а затем отправлял эти данные вместе с информацией о скорости и направлении движения на устройство управления. Максимальная погрешность отклонения точности позиционирования не превышала полутора метров.

Второй эксперимент заключался в передаче данных между устройством управления и объектом управления посредством некоторых технологий беспроводной передачи данных: Bluetooth, Wi-Fi, GPRS/EDGE. Средняя скорость доставки данных между устройством управления и объектом управления с помощью этих технологий варьируется от 200–300 миллисекунд до 1–1.2 секунд.

Далее планируется разработка макета беспилотного объекта, а также совершенствование программного обеспечения. Например, добавление функций проверки целостности данных, а так же защита с использованием шифрования.

Литература:

1. <http://www.u-blox.com> Основы спутниковой навигации. Краткое руководство. 2007. — 132 с.
2. Киселев А.А. Мониторинг сельскохозяйственной техники. / А.А. Киселев // Автоматизация в промышленности № 1, 2011.
3. Финогеев А.Г. Беспроводные технологии передачи данных для создания систем управления и персональной информационной поддержки. / А.Г. Финогеев — Пензенский государственный университет, 2008. — 51 с.

Кибернетические начала в методологиях структурного и объектно-ориентированного программирования

Миненков Андрей Михайлович, программист АСУТП
ООО «РУСАЛ Русская Инжиниринговая Компания»

Усатюк Василий Станиславович, программист
Братский государственный университет

В условиях современной России программисту часто приходится работать в очень широком диапазоне задач, начиная от задач автоматизации бухгалтерского учета, заканчивая программным управлением технологическими процессами. В связи с таким спектром

работ чрезвычайно важно уметь правильно идентифицировать класс задачи, которую требуется решить программисту, иначе внедрение любой новой сколько-нибудь сложной технической системы, превращается в головную боль, как для разработчика, так и для группы

сопровождения, принимающей новую систему в эксплуатацию. Особенно ярко эта проблема проявляется при решении задачи взаимодействия систем уровня АСУ и уровня АСУТП. Обеспечение такого взаимодействия все чаще является центральным для технических и информационных систем в связи с необходимостью достижения максимального информирования руководящего персонала и достижения наибольшей оперативности в принятии управленческих решений. Однако этот процесс зачастую связан с серьезными ошибками в оценке надежности или быстродействия проектируемой системы. Кроме того, часто возникают скрытые затраты, обусловленные невозможностью замены некоторых аппаратных модулей на близкие по функциональности аналоги по причине жесткой специализации ПО на типе использованного оборудования. Подобные издержки являются досадной помехой на пути технического перевооружения промышленности, которое так необходимо нашей стране для достижения былой экономической мощи. Очевидно, что без четкого понимания фундаментальных принципов построения информационных систем сложно найти решение обозначенных проблем, каким бы мощным инструментом не обладал программист. Поэтому данная статья призвана обозначить суть тех идей, которые легли в основу двух самых мощных и распространенных языков программирования в сфере разработки промышленного ПО — языка С и языка С++.

Все мы прекрасно знаем из курса школьной информатики, что в программировании существуют три базовые конструкции — следование, альтернатива, цикл. Но одним из самых значимых открытий за полувековую историю программирования явилось осознание того факта, что базис этих трех операций является достаточным для построения алгоритма любого уровня сложности. Эта идея, сформулированная А. Тьюрингом, нашла свое продолжение в работах Э. Дейкстры, определившего основные положения методологии структурного программирования, и, тем самым, вызвала настоящий прорыв в цифровых технологиях. Еще одним из фундаментальных открытий в области информатики явилось осознание того, что методология структурного программирования не единственный способ организации алгоритма программы. И с начала 80-х годов XX века объектно-ориентированные принципы построения систем, основанные на наборе трех других базисных операций, охватывают все большие и большие области индустрии информационных технологий. К сегодняшнему дню сложно найти программиста, ни разу, не сталкивавшегося с объектно-ориентированным программированием. Более того, было доказано, что вообще любая методология основывается на базисе трех элементарных операций, называемых комбинаторами. Таковы законы чисел, открытые выдающимся ученым Джоном Фон Нейманом. Но вот откуда происходит этот базис, вопрос более сложный, приводящий нас от принципов построения сетей к кибернетике, от кибернетики к комбинаторике, а от комбинаторики к началам аристотелевской и восточной фило-

софии, отражающих природу взаимосвязей между предметами окружающего мира с помощью одной общей идеи.

Наука кибернетика — это более узкое направление, чем философские изыскания, но занимается она как раз изучением природы взаимоотношений элементов в системах. Причем системой может являться, как технический объект, так и отдельно взятый человек, так и человеческое общество, и государство [1]. Поэтому понимание того, что принципы организации алгоритма есть принципы кибернетики, и что они могут быть применены в задачах не только связанных с организацией взаимодействия узлов компьютерной сети, дало качественно новый скачок в развитии информационных систем и технологий, наблюдавшийся в 90-е годы XX века.

Итак, на сегодняшний день программисты владеют как минимум двумя мощнейшими методологиями — объектно-ориентированное и структурное программирование. У каждой из них существует некоторый базис трех элементарных операторов, берущих свое начало от одной фундаментальной идеи — своей для каждого из случаев — идеи взаимодействия компонентов системы или же более кратко — начала кибернетики.

Идея первого начала — принцип разделения времени. Идея второго начала — принцип разделения ресурсов. С каждым из них связан определенный контекст или иными словами — область определения идеи, причем первое начало можно рассматривать, как более частный случай второго, т.к. в общем случае время — тоже ресурс. Однако вследствие значительной разницы в технических средствах реализации этих двух идей, получаемая в итоге система может сильно отличаться по массе критериев, таких как эффективность, надежность и трудозатраты на реализацию, поэтому идеи, формирующие ее фундамент, следует различать.

Первая идея (*принцип разделения времени*) связана с некоторыми известными ограничениями на ресурсы при решении поставленной проблемы. Считается, что единственный неограниченный ресурс — это время, поэтому решение задачи будет выглядеть, как сумма ее частичных решений, т.е. циклическое потребление всех имеющихся ресурсов каждый дискрет времени до тех пор, пока не будет достигнуто желаемое свойство (цель управления) возбуждаемого объекта.

Вторая идея (*принцип разделения ресурсов*) предполагает наличие известного ограничения на время решения поставленной задачи. При этом предполагается, что существует бесконечное множество исполняющих устройств, каждое из которых выполняет некоторую часть одной элементарной операции с точки зрения смены устойчивого состояния системы.

Но самым замечательным свойством всего вышесказанного является то, что решение любой проблемы можно получить как в рамках первого, так и в рамках второго начала. Соответственно первое начало положено в основу методологии структурного программирования и языка С, а второе — в основу объектно-ориентирован-

ного программирования и языка C++. Однако между началами всегда существует тонкая грань равноэффективности свойств искомого решения проблемы. Оставаясь на этой грани, действительно не имеет значения, какой из подходов выбрать, потому, как в любом случае решение будет содержать слишком много внутренних противоречий и просто рухнет под их весом. Это можно себе представить в виде условного графика функции асимптотически приближающегося к вертикальной оси координат, как с отрицательного, так и с положительного интервала горизонтальной оси, (рис. 1.). Иными словами не все задачи могут быть решены на существующем техническом уровне с необходимыми требованиями (да, такое тоже бывает).

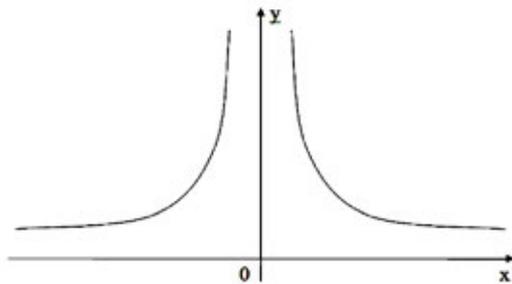


Рис. 1. Кривая сложности системы и «объектной ориентированности»

Где значения y — это мера сложности реализации системы, а x — некоторая обобщенная по совокупности требований оценка степени объектной ориентированности.

Для того, чтобы показать связь между принципом разделения времени и тремя базисными комбинаторами методологии структурного программирования, рассмотрим понятие системы. Пусть имеется множество элементарных узлов $h_i \in H$, (рис. 2). Множество H будет называться системой тогда и только тогда, когда все его элементы связаны между собой.

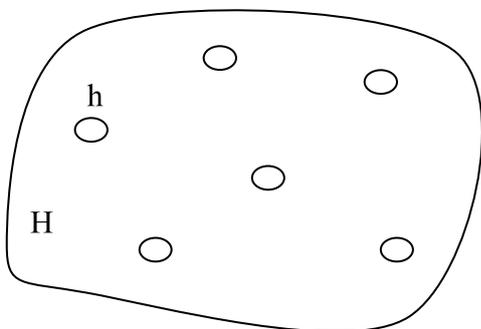


Рис. 2. Совокупность элементарных узлов

Таким образом, набор автономных узлов, без среды передачи информации между ними, системы не образует. Совокупность связей, обеспечивающих информационный обмен между элементами системы, называется сетью. Ее схематическое изображение называется топологией сети.

Теперь рассмотрим другой предельный случай — когда каждый отдельно взятый узел системы имеет независимую связь с каждым из остальных ее узлов ($N \times N$), (рис. 3). Очевидно, что проект такой сети чрезвычайно дорог, как с точки зрения ресурсов необходимых для построения системы, так и с точки зрения ее сопровождения — расширения и поиска неисправности.

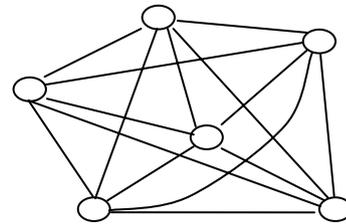


Рис. 3. Система N к N

Поэтому на практике применяют шинную физическую топологию сети, когда среда информационной связи одна для всех узлов сразу. Такая физическая топология сети накладывает определенные фундаментальные ограничения. Например, при коммуникации двух узлов в данной системе, передающий узел для всей сети может быть только один, а узлы, входящие в сеть, но, которым сообщение не предназначалось, все равно будут его принимать. Т.е. возникает необходимость в *фильтрации* принимаемых узлом сообщений и в способе передачи, который позволит не нарушать единственность передатчика в момент передачи сообщения.

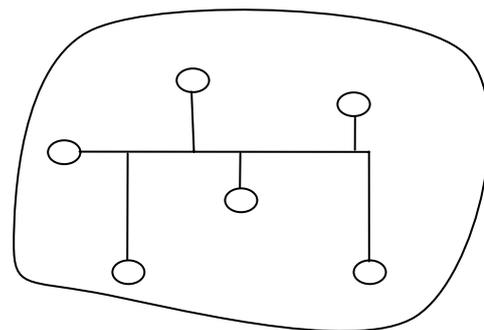


Рис. 4. Система со связью по общей шине

Последнее требование в первых сетях решалось довольно просто — один из узлов жестко назначался инициатором информационного обмена на шине (главным узлом), а прочие узлы всегда находились в режиме прослушивания. Т.е. никакой другой узел, кроме главного начинать передачу права не имел. Такой организации уже достаточно, чтобы осуществить одностороннюю передачу от иницирующего узла своим подчиненным. В сетевой терминологии узел, иницирующий передачу информации по шине, называют ведущим (master), а узел, который прослушивает среду, — ведомым (slave). Логи-

ческая топология данной системы будет иметь вид, представленный на рис. 5.

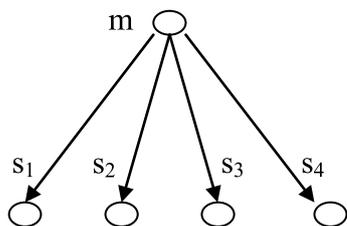


Рис. 5. Иерархия элементов в системе

Для работоспособности обозначенной системы необходимо строгое последовательное и циклическое соблюдение порядка обращения к подчиненным узлам. Другими словами, коммуникационная среда (сеть) в один момент времени передает сообщение узлу s_1 , *следующий момент времени* — узлу s_2 , *следующий момент времени* — узлу s_3 , и т.д. пока не завершится обход всех подчиненных узлов системы. Данный алгоритм формирует одну итерацию *цикла* работы системы. Иными словами, время работы системы разделяется на *непересекающиеся* интервалы-обходы подчиненных элементов, а они в свою очередь — на интервалы *последовательного* доступа к среде для осуществления передачи сообщения между ведущим и ведомым узлами. Результатом такой декомпозиции является *мера* разделения времени или, выражаясь в терминах языка С, *функция*. Задача же фильтрации сообщения каждым из ведомых узлов решается путем сопоставления адресной части заголовка сообщения с собственным адресом узла. В результате такого сопоставления возможно лишь две *альтернативы* — сообщение предназначено другому узлу, поэтому должно быть проигнорировано, либо сообщение предназначено этому узлу и должно быть обработано.

Итак, теперь у нас имеются все три базисных комбинатора структурного программирования — следование, альтернатива, цикл.

Но, чтобы осуществить двунаправленную передачу данных, этого мало, поэтому был принят протокол (правило передачи сообщений), согласно которому на ведущий узел возлагается обязанность после передачи команды ведомому узлу ждать от него ответного сообщения. Т.е. ведомый узел может инициировать передачу в сеть только в ответ на запрос ведущего. Алгоритм ведомого узла несколько усложняется, но теперь в системе появились обратные связи, и стал возможен двунаправленный обмен сообщениями порядка 1 к 1 через ведущий узел. Поскольку теперь ведущий узел может играть роль концентратора данных, на его стороне возникает проблема хранения информации. Эта проблема разрешается в виде определения фиксированной структуры хранения данных. Структура представляет собой двумерный массив (таблицу), каждая из строк которого отражает итерацию цикла получения данных, а каждый элемент этой строки — сообщение, по-

лученное от узла. Такой элемент обычно представляет собой блок данных регулярного размера, индивидуального для каждого из опрашиваемых узлов (структурный тип языка С). Поскольку по своей природе система подразумевает присутствие ограничения по объему доступных ресурсов (в данном случае памяти), то таблица данных, как правило, создается единожды на этапе проектирования системы с помощью оценки числа максимального числа хранимых узлов строк. Это число рассчитывается путем деления всего объема доступной памяти на объем памяти, необходимый для хранения одной строки. Объем же памяти для хранения строки рассчитывается, как сумма затрат памяти на хранение результата запроса к каждому из подчиненных узлов в рамках одной итерации опроса. Если система состоит из нескольких уровней, то некоторые ведущие узлы выступают в роли ведомых на уровне выше. Так формируется *иерархия памяти* — чем больше объем памяти узла в системе, тем он выше в иерархии и тем медленнее в нем происходят процессы извлечения и записи информации. Кроме того, в промышленных системах часто пространство памяти данных делают в виде циклического буфера. Т.е. при заполнении всех строк таблицы в памяти ведущего узла, система не останавливается, а начинает запись новой строки поверх наиболее старой сохраненной, вследствие чего ведущие узлы редко когда хранят все данные с момента первого включения системы. Например, объем сохраняемых данных на узлах самого низкого уровня может составлять 5 минут, выше — сутки, еще выше — месяц, еще более высокий уровень иерархии памяти способен сохранять годы результатов опроса всех узлов системы. Этого оказывается вполне достаточно, для принятия, как технологических управленческих решений, так и решений бизнес уровня, например, снабжения сырьем. После создания первых работоспособных систем, такой способ организации системы получил широкое распространение и в несколько модифицированном виде до сих пор актуален для множества промышленных систем, основанных на сетях RS-232, RS-485, PROFIBUS-DP (курс SIEMENS по сетям типа PROFIBUS). Более того, одно время даже считалось, что получить работающую систему, основанную на других принципах взаимодействия узлов, делящих общую шину, невозможно — такова уж природа человеческого сознания, склонная к догматическому мировоззрению.

Но прогресс не стоит на месте, и по мере развития информационных систем и сетей недостатки структурного подхода стали носить все более ярко выраженный характер. Одним из таких недостатков является проблема роста числа узлов в сети. Очевидно, что для подключения нового узла в систему необходимо перенастройка ведущего узла. Останов ведущего равносителен останову всей системы, так же как и ошибка в его настройке. Сама же настройка заключается не только в доработке алгоритма опроса, но и в проектировании заново двумерного массива памяти ведущего узла, что неизбежно влечет к изменению такой характеристики, как максимальный объем

итераций опроса, хранимых узлом. Последняя операция может спровоцировать перенастройку всех вышестоящих ведущих узлов системы. Другой (и главный) недостаток кроется в самой идее, образующей архитектуру.

У информации есть такое важное свойство, которое плохо сочетается со структурным подходом — она способна устаревать. Таким образом, выдвигается требование на время получения данных с нижних уровней системы. Это время может быть легко превышено, потому что каждому подчиненному узлу нужно дождаться своей очереди запроса от ведущего. Более того, появление информации часто связано с некоторыми изменениями состояния системы, которые в общем случае могут происходить случайным образом. Поэтому часто опрос подчиненных узлов с точки зрения получения новой, неизвестной ранее информации становится избыточен. В рамках структурного подхода существует два возможных решения этой проблемы — экспоненциальное увеличение быстродействия сети и ведущего узла по мере роста числа подчиненных узлов, либо предсказание ведущим узлом, в каком из подчиненных должно возникнуть событие. Первое решение связано с нерациональным расходом аппаратных ресурсов (NP-задачи), второе же — с одной из фундаментальных проблем науки в целом — предсказания будущего (НМТ). Очевидно, требуется совершенно иной принцип логической организации системы — принцип разделения ресурсов.

Пусть имеем, как и прежде, шинную физическую топологию сети информационной системы (рис. 4). Как и прежде, при коммуникации двух узлов в данной системе, передающий узел для всей сети может быть только один, а узлы, входящие в сеть, но, которым сообщение не предназначалось, все равно будут его принимать. По-прежнему возникает необходимость *фильтрации* принимаемых узлом сообщений и способ передачи, который позволит не нарушать единственность передатчика в момент передачи сообщения. Пусть инициатором обмена может быть любой из узлов сети. Очевидно, возникает проблема одновременной передачи сообщения в сеть более чем одним узлом. Но у этой проблемы существует решение — протокол CSMA/CD (IEEE-802.3). Идея нового протокола сводится к тому, что каждый узел начинает передачу, если ему есть что передавать, и если сеть (среда передачи) еще не занята передачей от другого узла, инициировавшего обмен ранее. Несмотря на такую предосторожность, все еще сохраняется вероятность начала одновременного вещания двух узлов в сеть. Такая ситуация обнаруживается при несоответствии сигнала на порту передачи и на порту приема и считается *исключительной*. Последнее означает, что вероятность ее возникновения мала, что она неизбежна, и что она обрабатывается алгоритмом особым образом. В сетевой терминологии ее называют коллизией и обрабатывают путем установки паузы в вещании на случайный интервал времени для каждого из узлов, ее спровоцировавших. Если рассматривать только одностороннюю передачу данных, то логическая организация сети будет выглядеть следующим образом (рис. 6).

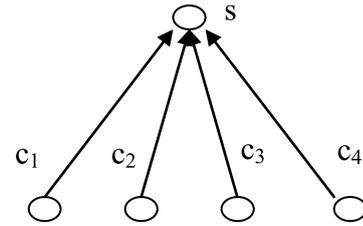


Рис. 6. Иерархия элементов в системе, работающей по протоколу CSMA/CD

Такая архитектура системы носит название *клиент-серверной*. Если в сети только один узел-сервер и несколько узлов-клиентов, причем узел-сервер занимается исключительно обработкой запросов клиентов (т.е. никогда не инициирует обмен), а узлы-клиенты — соответственно выполняют только инициацию обмена и никогда не выполняют роли сервера по отношению к другим узлам, то фильтрация сетевых сообщений, выполняемая каждым узлом, становится избыточной. Однако для работоспособности системы необходимо соблюдение трех существенных условий.

При загрузке сети порядка 30% от номинальной пропускной способности алгоритм обработки коллизии начинает завершаться новой коллизией, [2]. Т.е. события в системе между узлами возникают настолько плотным потоком, что все попытки передать сообщение серверу оканчиваются одновременным вещанием в сеть с более чем одного узла. В таком состоянии передача данных по сети происходить не будет. Именно поэтому для исключительных ситуаций подчеркивается, что частота их появления по сравнению с частотой возникновения событий в системе мала. Иными словами требуется малая плотность потока событий в рамках одной линии передачи. Процесс поиска набора характеристик (свойств) *группы узлов*, реализующего данное требование, называется *инкапсуляцией*, а результатом его является определение *класса — меры* разделения ресурсов системы. Тогда узел в соответствии с терминологией ООП называют экземпляром класса или *объектом*. Если в рамках одной системы существуют более одного класса узлов, то для каждого из классов должна быть выделена собственная линия связи (шина) к серверу. Такова расплата за актуальность получаемой информации.

Система также не будет работать, если одно из событий в узле-клиенте привело к продолжительному потоковому вещанию к узлу-серверу. Тогда ни один из клиентов, кроме вещающего, не сможет получить доступа к среде передачи, и актуальность информации будет утрачена. Такую ситуацию можно назвать по аналогии с моделью экономики свободного рынка монополизацией. Т.е. должен соблюдаться принцип равноправия доступа к сети. Иными словами время передачи сообщения от клиента к серверу должно быть ограничено. В рамках же всей системы каждый из клиентов обязан соблюсти это условие. Однако, чем большее число клиентских узлов имеет система, тем сложнее гарантировать, что ни один из них не

захватит среду передачи на время большее, чем диктуют требования. Кроме того, часто при проектировании возникает ситуация, когда требования к ограничению по времени пересматривают. Поэтому необходимо средство, позволяющее с минимальными трудозатратами гарантировать соблюдение новых условий работы системы. Решение этой проблемы достигается применением механизма *наследования*, результатом действия которого является набор классов отличных друг от друга теми или иными свойствами, но каждый из которых подчиняется набору одних общих требований.

Таким образом, классы объединяются в иерархию наследования, изображаемую, как правило, направленным ациклическим графом (Directed Acyclic Graph – DAG).

Если количество классов более одного, то необходимо подсоединить более одной линии связи к узлу серверу. Однако если узел-сервер способен выполнять только один процесс одновременно, то он не сможет обработать запросы от других сегментов системы, поскольку будет тратить все свое время на ожидание события на первом сегменте. Поэтому физически система с двумя классами будет выглядеть следующим образом, (рис. 7). При этом сегмент $r_1, r_2 - s$ должен иметь пропускную способность на порядок выше, чем сегмент нижестоящего уровня, например $c_1, \dots, c_4 - r_1$, иначе суммарная плотность потока опять будет приводить к состоянию постоянной коллизии, [2]. Хитрость в том, что при суммарном физическом расстоянии между узлами $r_1, r_2 - s$ меньшем, чем между $c_1, \dots, c_4 - r_1$ достичь большей пропускной способности гораздо проще. Узлы r_1, r_2 в данной системе будут играть роль повторителей (repeater).

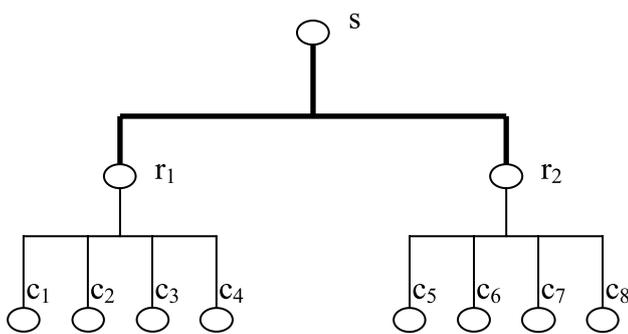


Рис. 7. Топология трехсегментной клиент-серверной сети

Однако к линии $r_1, r_2 - s$ не обязательно должны быть подключены только один сервер и произвольное количество репитеров (повторителей). Вполне допустимо прямое подключение узлов к высокоскоростной шине. Топология сети тогда примет вид (рис. 8).

Иными словами, к какому бы сегменту сети не был подключен узел (c_1, c_5, c_9, c_{11}), событие, произошедшее в нем, всегда найдет путь к узлу-серверу и будет обработано, при этом самому узлу *не требуется знать топологию сети*. Это явление называется принципом прозрачности (transparency) и является важнейшей причиной масштабиро-

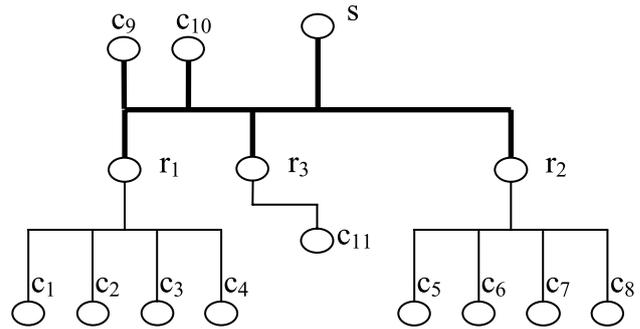


Рис. 8. Топология четырехсегментной клиент-серверной сети

мости объектно-ориентированных систем. Единственное требование, которое налагается на узел – способность вещать на шину с требуемой скоростью. Очевидно, что для построения такой системы достаточно только двух рассмотренных комбинаторов – инкапсуляции и наследования. Но в общем случае узлы-клиенты не произвольно генерируют события, а лишь отвечают таким способом на обнаруженные ими воздействия во внешней среде системы. При этом ничто не мешает узлам-клиентам обрабатывать такие воздействия локально, а информацию на сервер отправлять блоком при накоплении определенного числа воздействий. Естественно, что в таком случае получаемая сервером информация будет снова терять актуальность. Механизм полиморфизма реализует *делегирование* (ретрансляцию) обработки каждого внешнего для системы воздействия серверному узлу системы, обеспечивая гарантированную актуальность получаемой сервером информации. Т.е. каждый узел-клиент работает, как репитер r_n , согласовывая различные виды физического представления информационного сигнала. В терминах языка C++ это достигается с помощью определения и переопределения виртуальных методов в иерархии классов и механизмом перегрузки.

Итак, имеем три базисных операции для построения объектно-ориентированной системы – *инкапсуляцию, наследование и полиморфизм*. Соответствующим им операциям при проектировании сети являются:

- *обособление одного или более узлов в независимый сегмент для снижения плотности потока событий на линии связи;*
- *форсирование времени вещания для каждого из узлов-клиентов в канал;*
- *форсирование единственной роли для узлов-клиентов в каждом из сегментов сети – ретрансляции внешнего воздействия в среду передачи, образующую сегмент.*

Однако при реализации данной архитектуры возникает одна непростая проблема – согласование данных на стороне узла-сервера. Это, на самом деле, трудная задача, так как порядок обращения клиентов к серверу недетерминирован (случаен), и потому уже невозможно обойтись просто последовательной записью принимаемых сообщений в двумерный массив регулярной структуры.

Рассмотрим случай концентрации информации в узле-сервере на базе двумерного массива регулярной структуры. Очевидно, элемент строки массива должен иметь размер равный самому длинному из возможных сообщений. В таком случае затраты памяти будут неприемлемы, складываясь из затрат на незаполненные элементы строки таблицы и затрат на неполное использование памяти под элемент.

Если же данные записывать последовательно вместе с адресами их приславших узлов, то при выборке информации накладные расходы на поиск будут расти пропорционально квадрату длины всего объема хранимых данных (линейный поиск). Очевидно, что для уменьшения времени поиска следует данные определенным образом упорядочить. Нахождение решения именно этой проблемы и стало одной из главных задач реляционной теории построения баз данных. Возможно, поэтому в литературе иногда упоминается о том, что развитие реляционной теории послужило толчком к становлению ООП. Наиболее распространенный прием поддержания упорядоченной структуры данных в памяти заключается в ее *динамическом разделении* на списки, соответствующие тому или иному узлу. Таким образом, линейный поиск можно вести на гораздо меньшем объеме данных.

С первого взгляда может казаться, что в решении задачи нет ничего сложного — достаточно разделить всю память на блоки, по одному на каждый тип событий, а внутри них распределять память по мере поступления данных (формировать стек). Но на самом деле, поскольку события на стороне клиентов недетерминированы, то очень скоро начнет образовываться перекос в объеме заполнения блоков данными. Для его устранения необходимо будет переупорядочить блоки и их начальные адреса (сжать память). Такая операция опять же будет достаточно затратной, плюс появятся проблемы со ссылками на перемещенные блоки, которые надо будет отследить и откорректировать.

К счастью, стандартная библиотека C++ (ISO/IEC 14882—1998) берет решение задачи динамического управления памятью на себя, предоставляя программисту совокупность базовых классов-контейнеров с соответствующими оценками эффективности манипуляций над ними. Строго говоря, международный стандарт языка C ISO/IEC 9899—1990 уже более 20 лет определяет элементарный набор функций динамического распределения памяти — `calloc()`, `malloc()`, `realloc()`, `free()`, предоставляющих программисту согласованный и не зависящий ни от операционной системы, ни от типа процессора функциональный интерфейс. Однако решение в языке C++ поднимает программирование на ступеньку выше, чем просто распределение памяти. Оно позволяет сразу же перейти к решению задачи предметной области, не отвлекаясь на технические аспекты ее решения в ООП методологии, а затем, по мере уточнения требований к эффективности программы, заменять одни классы-контейнеры другими и «доводить» слабые места алгоритма путем использо-

вания более специализированных для выбранной динамической структуры методов, ([3]). Однако, как показывает практика, до сих пор в современных семействах операционных системах, таких как Windows XP-7, *NIX даже реализация набора функций C, увы, оставляет желать лучшего. Поэтому одной из первых задач, с которой приходится столкнуться при решении объектно-ориентированных задач — создание собственного менеджера памяти. К счастью, библиотека C++ является настолько гибкой, что позволяет интегрировать пользовательский менеджер памяти в стандартные классы-контейнеры, ([3]). Усилиями А. Александреску, реализовавшим такой менеджер в своей библиотеке Loki (основанной на стандарте C++ ISO/IEC 14882—1998), эта проблема была практически снята, ([4]). Тем не менее, рассмотрим, как комбинаторы ООП образуют фундамент динамического разделения памяти.

Представим менеджер памяти в виде клиент-серверной сети с переменной структурой. Используя комбинатор инкапсуляция, определим множество сегментов сети, соответствующих каждый некоторому регулярному размеру распределяемой памяти. В программе потребуется определить множество классов-аллокаторов. Используя комбинатор наследование, форсируем для всех аллокаторов максимально допустимое время на распределение блока. В программе необходимо будет создать базовый для всех аллокаторов класс и запрограммировать для него генерацию исключений в случаях, когда накладные расходы превышают допустимый предел. Используя комбинатор полиморфизм, форсируем ретрансляцию обработки запроса на распределение от конкретного класса-аллокатора к базовому классу-аллокатору через все промежуточные узлы DAG. В программе необходимо будет определить и реализовать метод распределения памяти в качестве виртуального. Вторая проблема, которая возникнет в результате применения полиморфизма, — проблема виртуального конструирования конкретного класса-аллокатора в зависимости от того, в какой сегмент нашей воображаемой сети попадает размер блока памяти, который нас просит выделить клиент. Реализация виртуального конструктора наиболее подробно описана в фундаментальной работе «банды четырех» Э.Гамма и соавторов [5].

Наконец, рассмотрим случай, когда клиент-серверная система превращается в одноранговую. В одноранговой системе роль узла-сервера и роль узла-клиента более жестко не разделена. Каждый узел может играть как роль сервера, так и роль клиента, поэтому данные могут передаваться по сети к любому из узлов. Соответственно, поскольку все узлы находятся в едином широковещательном диапазоне, необходимо вновь производить фильтрацию пакетов по типу свой-чужой. Таким образом, 3 комбинатора ООП дополняются 3 комбинаторами структурного программирования. В данном случае — вводится комбинатор альтернатива. Поскольку узлы-ретрансляторы теперь должны передавать трафик не только от менее скоростного сегмента к более ско-

ростному, но и обратно, то возможна ситуация, когда с высокоскоростной линии поступает больше запросов, чем способна передать в этот момент времени низкоскоростная сеть. В конечном итоге, это ведет к отбрасыванию «лишних» пакетов, поэтому узел-отправитель должен циклически повторять передачу до ее успешного приема на другом конце сегмента. Об успешном приеме узлу сообщается с помощью пакета-квитанции с принимающей стороны, поэтому этот режим передачи еще иногда называют передача с квитированием. И, наконец, чтобы снизить накладные расходы, вызываемые повторными передачами сообщений в сегменте, на узле-ретрансляторе используется внутренняя память для построения последовательности сообщений (очереди), передаваемых на другой сетевой интерфейс узла, — так повторно вводится комбинатор следование.

В заключение следует отметить, что язык C++ сохраняет обратную совместимость с языком C (с некоторыми

оговорками). И это решение совсем не случайно, потому как первая реализация C++ основывалась на C, а, в конечном итоге, даже система, которая была изначально построена на объектно-ориентированных началах, выявляет потребность в трех комбинаторах структурного уровня. Очевидно, что незачем изобретать новый язык, чтобы реализовать в нем уже ранее известные принципы. Однако C не всегда был таким, каким его определяет стандарт ISO/IEC 9899—1990. Развитие понимания объектно-ориентированных принципов построения систем и их взаимосвязи со структурными принципами в конечном итоге сделали C гораздо выразительнее и согласованнее, тем самым определив этот язык как самый совершенный инструмент проектирования ПО в структурной методологии.

Благодарим наших «Родителей, трепетных Муз и творческое окружение» за то, что даруете нам силы и решимость восходить даже, когда мы вынуждены, шагать в темноту.

Литература:

1. Большая советская энциклопедия. Глушков В.М. «Кибернетика». — <http://goo.gl/IWvi0>
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Издание 4-ое. — СПб.: Питер, 2010. — 943 с.
3. Страуструп Б. Язык программирования C++. — М.: Бином-Пресс, 2007. — 1104 с.
4. Александреску А. Современное проектирование на C++. — М.: Вильямс, 2002. — 326 с.
5. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб.: Питер, 2001. — 368 с.

Построение алгоритма регулятора давления в методологии структурного программирования

Миненков Андрей Михайлович, программист АСУТП
ООО «РУСАЛ Русская Инжиниринговая Компания»

Усатюк Василий Станиславович, программист
Братский государственный университет

Одним из самых замечательных свойств кибернетики является возможность применения ее принципов в очень широком спектре прикладных задач — начиная от уровня схемотехники, и организации распределённого взаимодействия аппаратных компонентов системы, заканчивая уровнем программного обеспечения [1, с. 440—445]. Цель данной статьи, оставаясь в рамках стандарта ISO/IEC 9899—1990, показать, как идеи централизованной инициативы в организации взаимодействия компонентов системы (централизованного начала кибернетики) отражаются в языке программирования C при решении типовой задачи регулирования.

Стандарт C определяет совокупность требований, которым должна удовлетворять программная среда, исполняющая приложение, разработанное на этом языке. Он

оперирует понятием «абстрактная машина» и предполагает, что организация взаимодействия с периферийными устройствами системы базируется на файловом вводе-выводе [2]. Однако разработчики аппаратной платформы редко предоставляют интерфейс взаимодействия с периферийными устройствами в виде совокупности файлов. Причиной этому может являться как неудовлетворительное быстродействие механизма отображения диапазонов ввода-вывода в файлы в данной операционной системе, так и сложность реализации такого механизма. Как правило, программный интерфейс взаимодействия с периферийными устройствами представляет собой объектный файл (откомпилированный модуль), предоставляющий совокупность функций специализированных для устройств выбранной аппаратной платформы. Как след-

ствие, программа, соответствующая стандарту, будет являться абстрагированной от конкретной ОС и оборудования моделью. В идеальном случае — если платформа, на которой будет исполняться приложение POSIX-совместима, то, используя один из перечисленных способов, возможно выполнить отражение диапазонов ввода-вывода устройств в файлы:

1. используя `bash`-скрипт `MAKEDEV` вызывающий утилиту `mkpod` (для ядер до 2.4);
2. расширенные вызовы ядра через `Devfs` (`devfs_register`) (ядро 2.4);
3. демон `udev` (ядро 2.6, 3.x).

Тем не менее, даже в случае не совместимой с POSIX программной платформы, когда отображение в файлы будет чрезвычайно трудоемко, в доводке будет нуждаться только часть программы связанная непосредственно с вводом-выводом, не оказывающая значительного влияния на архитектуру системы.

Для примера рассмотрим задачу регулирования давления некоторого вещества в трубопроводе. Согласно централизованному началу и его трем комбинаторам, следует определить, какой ресурс за исключением времени является дефицитным в процессе регулирования. В данном случае таким ресурсом будет являться мощность насоса, влияющая на максимальный объем вещества, нагнетаемый в трубопровод в единицу времени. Программа, таким образом, должна устранять возникающее в процессе работы отклонение давления от целевого значения в один или несколько тактов работы. Как следствие она примет следующий вид:

— Пока давление меньше уставки, *увеличивать* давление на некоторое значение *дельта*.

В простейшем случае получим классическую схему с насосом, принимающим одно двух состояний — включен/выключен и датчиком давления, обеспечивающим обратную связь. На длительность периода времени, когда насос включен строгих ограничений не накладывается. Предполагается, что для достижения цели регулирования, это время будет неограниченно увеличиваться по мере роста величины потребляемого давления. Кроме исполнительных устройств в системе потребуется координатор процесса — контроллер, поэтому получим следующую схему взаимодействия компонентов представленную на рисунке 1.

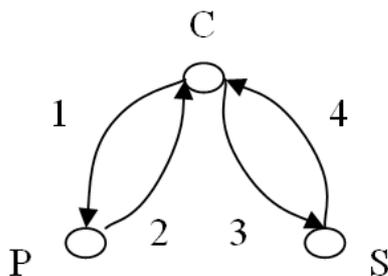


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов регулирования давления в трубопроводе

Один цикл взаимодействия контроллера (С), насоса (Р) и датчика (S) будет включать в себя 4 этапа.

1. Установка контроллером режима насоса.
2. Передача контроллеру состояния насоса.
3. Запрос у датчика состояния.
4. Передача контроллеру состояния датчика.

Следует отметить, что контроллер в данном случае всегда является инициатором взаимодействия, что и классифицирует систему как основанную на первом начале кибернетики.

Как упоминалось в статье [5] в языке С мерой разделения времени работы системы является функция. Поскольку вызов функции, кроме специальных случаев (`abort` (), `exit` ()), подразумевает возврат из нее, то одному вызову в данном случае будет соответствовать два этапа на каждый процесс взаимодействия с подчиненным узлом. Первый этап — это вызов функции с параметрами и исполнение ее кода. Второй этап — возврат значения функции.

В результате на стороне контроллера формируется схематическое представление алгоритма — в виде цикла, вызывающего одну за другой две функции — установить состояние насоса и получить показание датчика.

```

typedef double KPa_t;
typedef size_t sec_t;
while (dActP < dTargP)
{
    KPa_t dDeltaP = GetTargetDeltaP ();
    IncreasePressure (fdPump, fdSensor, dDeltaP);
    sec_t uiPauseTime = GetControlPause ();
    Delay (uiPauseTime);
    dTargP = GetTargetPressure ();
    dActP = GetCurrentPressure (fdSensor);
    printf («\nActual P (KPa) : %f», dActP);
}
  
```

При этом ничто не мешает нам определить цель регулирования, как константу в момент написания программы. Такой шаг будет означать, что константное значение не подлежит дальнейшему изменению во время эксплуатации системы. Вид решения, получаемый таким образом, называют «жестким» (Hard-Coded). Но в общем случае исполняемая программа, конечно, должна позволять менять значение цели регулирования. Более того — написание программы в обобщенном виде выгодно самому программисту. Дело в том, что, принимая решения в процессе создания программы, программист всегда колеблется между тем, что нужно сделать прямо сейчас и тем, что можно отложить «на потом» [3]. В случае решения с заданием значения цели константой для каждого нового значения придется создавать новую версию исходного кода программы. В конце концов, программист рискует получить за достаточно короткое время целый ворох похожих друг на друга программ, которые ему придется сопровождать одновременно. Чем больше таких программ образуется, тем стремительнее растут трудозатраты на их сопровождение. Однако обратной стороной медали является тот факт, что

взаимодействие программы с пользователем сведено к минимуму, поэтому и программа будет максимально краткой. Как следствие, она может быть получена в минимальные сроки и будет иметь минимум ошибок. По последней причине программы с «жестко» заданными значениями так популярны в качестве учебных примеров и в студенческой среде. Однако профессиональный программист не будет браться за проект, цикл жизни которого столь краток по отношению к длительности цикла сопровождения, потому что иначе он не сможет проявить себя в других проектах. Как следствие его программа не будет зависеть от жестко заданных констант, а будет строить диалог с оператором. Естественно, что такое решение требует как трудозатрат, так и определенной квалификации. Самое главное в этом случае не упускать из виду существенной части системы. И такой существенной частью, ее ядром является именно упомянутый выше цикл. Функции, играющие в нем ключевую роль, выделены курсивом. Остальные из них являются вспомогательными. Функция *GetCurrentPressure ()* — возвращает показание датчика, *IncreasePressure ()* — соответственно увеличивает давление, иными словами устанавливает состояние насоса.

Следует отметить, что стандарт не предоставляет нам операций такого высокого уровня, поэтому требуется продолжать декомпозицию программы до тех пор, пока мы не выйдем на уровень операций чтения-записи файла. В идеале каждая такая комплементарная пара операций над файлом может быть рассмотрена как одна операция — присвоение значения или, в более частном смысле, копирование блока памяти. Ее следует считать технологическим элементом программы. Понятие технологичность системы означает, возможность ее построения из максимально однотипных элементов. Иными словами, система тем технологичней, чем меньше в ней разновидностей базовых элементов [1, с. 60–61]. В результате всю программу можно будет рассматривать как совокупность перемещений значений из одного участка памяти в другой, объединенных тремя комбинаторами структурного программирования — следованием, альтернативой, циклом.

В случае с датчиком реализация функции довольно проста:

```
KPa_t GetCurrentPressure (FILE * fdSensor)
{
    double dResult = DBL_MAX;
    if (fdSensor != NULL)
        fread (& dResult, sizeof (dResult), 1, fdSensor);
    return dResult;
}
```

В случае с насосом оказывается, что давление зависит от времени его работы, но зависимость эта в общем случае нелинейная, т.к. ничто не мешает потребителю увеличивать объем отводимого вещества прямо в момент регулирования. Однако в случае ярко выраженной непредсказуемости динамики потребления система часто будет вынуждена проводить регулирование в неустоявшемся состоянии объекта управления, что явно указывает на нару-

шение границ применимости избранного подхода, потому что централизованный подход предполагает некоторую инерционность во взаимодействии компонентов системы [4]. В случае же линейной зависимости характеристики давления от времени работы насоса представляется возможным рассчитать время, необходимое для выполнения этой операции. Естественно, идеальных систем не существует, поэтому вполне допустимо считать некоторую динамическую характеристику близкой к линейной, хотя на самом деле она линейной не является. Чтобы скомпенсировать эти недостатки в общем случае, система должна обеспечивать оператору возможность влиять как на шаг регулирования и саму цель регулирования, так и на служебную паузу между интервалами регулирования. Данный прием позволит достаточно гибко контролировать нагрузку на насос, например, не давая ему перегреваться от длительной работы. Соответственно в момент выполнения системой шага регулирования, на нее невозможно повлиять заданием новой цели регулирования. Новый шаг регулирования и новая уставка станут актуальными для следующего шага регулирования, что еще раз подчеркивает инерционность взаимодействия компонентов системы.

Этот момент является решающим в архитектуре программы, потому что он *определяет ее границы применимости*, которые дают возможность программисту разрабатывать алгоритм не так, как ему вздумается, а принимать решения на строгих логических умозаключениях, быть уверенным в правильности своего решения. Кроме того, это позволяет четко осознавать, какие требования технического задания в рамках избранного подхода невыполнимы и должны быть переданы под управление человека или же вышестоящей системы в общем случае.

Только так, — ясно понимая предпосылки и архитектуру алгоритма, можно создавать проекты промышленного уровня на языках C/C++.

Реализация функции, увеличивающей давление, будет выглядеть следующим образом:

```
void IncreasePressure (FILE * fdPump, FILE * fdSensor,
const KPa_t dDeltaP)
{
    KPa_t dInitP = GetCurrentPressure (fdSensor);
    KPa_t dSampleP = dInitP + dDeltaP;
    PumpOn (fdPump, PUMP_OFFSET);
    KPa_t dActP = dInitP;
    do
    {
        dActP = GetCurrentPressure (fdSensor);
    }
    while (dActP < dSampleP);
    PumpOff (fdPump, PUMP_OFFSET);
}
```

Для логического завершения ветви программы, касающейся управления насосом, остается лишь запрограммировать методы PumpOn () и PumpOff () — включения и выключения насоса соответственно. Их реализации тривиальны.

```

int PumpOn (FILE * fdDigOut, size_t uiIdx){
char bState = 0;
char bMask = 1;
void * pState = & bState;
bMask <<= uiIdx;
pState = DeviceRead (pState, sizeof (bState), fdDi-
gOut);
bState |= bMask;
pState = DeviceWrite (fdDigOut, pState, sizeof
(bState));
PrintErrno (stderr, stdout, «Start pump», time (NULL));
int iResult = errno;
errno = 0;
return iResult;
}
int PumpOff (FILE * fdDigOut, size_t uiIdx){
char bState = 0;
char bMask = 1;
void * pState = & bState;
bMask <<= uiIdx;
bMask = ~bMask;
pState = DeviceRead (pState, sizeof (bState), fdDi-
gOut);
bState &= bMask;
pState = DeviceWrite (fdDigOut, pState, sizeof
(bState));
PrintErrno (stderr, stdout, «Stop pump», time (NULL));
int iResult = errno;
errno = 0;
return iResult;
}

```

Пояснения требует лишь операция с вектором битов состояния дискретного вывода абстрактного контроллера. Предполагается, что контроллер способен управлять блоками дискретных выходов. Каждый блок объединяет по 8 линий, способных принимать одно из двух состояний — 0/1. В состоянии 0, линия выдает нулевой потенциал, в состоянии 1 — потенциал 24 В и ток до 500 мА. Эти параметры являются широко распространенным промышленным стандартом и вполне достаточны, чтобы обеспечить срабатывание пускателя, управляющего цепью переменного тока. Соответственно состояние 8 линий может быть представлено 8-битовым вектором, что соответствует 1 байту. Поскольку в языке С минимально адресуемая единица — байт [2], то установка определенного бита выполняется с помощью маскирования и логических операций над вектором. Естественно, что перед тем как манипулировать состоянием блока выходов его вектор необходимо загрузить из устройства. Именно эту задачу выполняет функция DeviceRead ().

```

void * DeviceRead (void * pState, size_t uiStateSize,
FILE * fdDevice){
void * pResult = NULL;
if (pState != NULL && uiStateSize > 0 && fdDevice !=
NULL)
{

```

```

size_t nRead = fread (pState, uiStateSize, 1, fdDevice);
pResult = (nRead == 1) ? pState : NULL;
}
return pResult;
}

```

Реализация функции DeviceWrite (), позволяющей установить состояние блока выводов, аналогична.

```

void * DeviceWrite (FILE * fdDevice, void * pState,
size_t uiStateSize){
void * pResult = NULL;
if (fdDevice != NULL && pState != NULL && uiState-
Size > 0)
{
size_t nWrote = fwrite (pState, uiStateSize, 1, fdDevice);
pResult = (nWrote == 1) ? pState : NULL;
}
return pResult;
}

```

Создание промежуточного уровня для файлового ввода-вывода может показаться на первый взгляд избыточным, однако оно имеет смысл. Дело в том, что наличие такого уровня упрощает отладку, поскольку позволяет отделять ошибки логики программы от ошибок внешней среды, в которой выполняется программа. К ошибкам логики программы относятся, например, неинициализированные указатели. К ошибкам внешней среды можно отнести сбой файловой системы.

При написании данной программы используется общепринятый стиль инициализации переменных при объявлении. В общем случае строка инициализации может находиться на значительном расстоянии от строки объявления, поэтому, чтобы не допускать неопределенного поведения программы в случае логической ошибки (ошибки программирования), переменной при объявлении присваивается значение заведомо вне диапазона области допустимых значений.

Еще один стиль, использованный в данном примере подразумевает, что каждая последовательно вызываемая инструкция программы выполняется тогда и только тогда, когда все ее аргументы находятся в области допустимых значений. При таких условиях программа, выполняющаяся без ошибок, последовательно обойдет все условно вызываемые функции алгоритма. Если же где-то будет обнаружен сбой, то алгоритм обойдет все остальные функции вхолостую. Такой прием называют защитным программированием, [4]. Этот момент очень важен, т.к. позволяет значительно увеличить читаемость исходного кода и упростить обработку ошибок.

В случае ошибки логики программы функция вернет значение NULL, при этом значение стандартной переменной, хранящей номер системной ошибки, — errno останется неизменным. В случае же ошибки внешней среды функция опять вернет NULL, но и значение переменной errno будет изменено. С помощью стандартного макроса assert () можно значительно упростить обнару-

жение ошибок логики программы, если проверять в нем значение, возвращаемое каждой вызываемой функцией, на соответствие диапазону допустимых значений. Поскольку `assert ()` легко исключается из исходного кода определением макроса со специальным именем, то все проверки, осуществляемые с помощью него, не будут влиять на ход выполнения окончательного релиза программы, когда все ошибки логики уже устранены, а программа занимается исключительно обработкой ошибок внешней среды.

Истоки защитного стиля программирования берут свое начало непосредственно от представления всей программы в базе трех упоминавшихся выше комбинаторов структурного подхода и ее технологического элемента. Следует отметить, что операция физического копирования блока памяти (перемещения эл. потенциала из одной группы ячеек памяти в другую) имеет абстрактный смысл, который способен варьироваться в зависимости от контекста применения ее в алгоритме программы. Как следствие, от языка требуется поддержка такой логической гибкости. В языке C она реализуется с помощью понятия функция, позволяющего рассматривать программу рекурсивно — в виде одноуровневой системы, организованной на централизованном начале, каждый подчиненный компонент которой (функцию) можно в свою очередь опять рассматривать в качестве одноуровневой системы. Но на каждом из этих представлений доминирующим из комбинаторов организации системы будет являться следование. В этом легко убедиться, если проследить, как организуется взаимодействие между элементами на централизованном начале — на одну итерацию цикла опроса подчиненных узлов приходится несколько операций следования и одна операция фильтрации входных параметров — условного оператора, [5]. Именно понимание этой неравнозначности комбинаторов приводит нас к представлению о стиле защитного программирования.

Каждый стиль, сам по себе имеет небольшую отдачу, но, когда методы используются согласованно и последовательно, то в своей сумме они позволяют достичь гораздо большего результата. *Именно рассмотрение проблемы обработки ошибок с позиций кибернетики лежит у их истоков и делает их единым мощным инструментом.* Понимание разницы между несвязанной и взаимосвязанной совокупностью разнотипных компонент делает такое согласование возможным и является ключевой идеей т.н. *системного подхода* [6].

У функции `fread ()` и `fwrite ()` стандартной библиотеки C есть одна особенность, которая на первый взгляд может показаться очень неудобной — они являются функциями блокирующего ввода-вывода. Это означает, что в случае, если устройство, к которому, в конечном счете, обращается `fread ()`, откажет, то функция будет бесконечно долго ждать от него данных и до тех пор пока их не получит, не вернет управление вызвавшей ее программе. Другими словами программа «повиснет». Обойти это поведение,

оставаясь в рамках стандарта C, невозможно. Но не стоит преждевременно винить стандарт в несовершенстве. Необходимо вновь вернуться к кибернетическим позициям и с их высоты оценить возникшую проблему.

Дело в том, что C — это язык структурной методологии программирования, основанной на первом кибернетическом начале. Это начало утверждает построение системы на централизованных принципах с использованием трех известных нам комбинаторов — следование, альтернатива, цикл [5]. Естественно, что результат такого построения будет обладать рядом отличительных свойств. Одно из этих свойств — это принцип минимализма, вытекающий непосредственно из области определения начала — наличия некоторых известных ограничений на ресурсы при решении поставленной проблемы. Считается, что единственный неограниченный ресурс — это время, поэтому решение задачи будет выглядеть, как сумма ее частичных решений, т.е. циклическое потребление *всех имеющихся ресурсов* каждый квант времени до тех пор, пока не будет достигнуто желаемое свойство (цель управления) возбуждаемого объекта. Таким образом, если система строится на централизованном принципе, то она по своей природе *не будет иметь избыточных компонентов*. Если в системе нет избыточности, то отказ хотя бы одного из компонентов сделает ее функционирование невозможным. Единственной разумной реакцией системы в таком случае будет переход в состояние останова, что и происходит в случае блокирующего ввода-вывода.

Очевидно, что нельзя требовать от аппаратуры 100% надежности. Рано или поздно любая система, особенно промышленная, сталкивается с проблемой отказа. Именно поэтому промышленные контроллеры, как правило, оснащают сторожевым таймером (Watchdog Timer). Он позволяет автоматически перезапускать систему в случае «зависания», и если отказ был временным, то система может продолжить свою работу по достижению цели регулирования после перезагрузки. Естественно, что в таком случае требуется хранить значение уставки в энергонезависимой памяти. Последняя проблема также решена в рассматриваемой программе регулятора (<http://clck.ru/d/7jdcW6X014nH3>). Тем не менее, в случае окончательного отказа одного из компонентов, допустим по причине обрыва связи, система не сможет оказать воздействие на уже включенные устройства, поэтому необходимо также предусмотреть аппаратную защиту объекта управления от возможной перегрузки. В данном случае будет достаточно предохранительного клапана.

Взаимодействие программы с пользователем подразумевает, прежде всего, механизм изменения уставок регулятора и также решается с позиций централизованного подхода. Для начала рассмотрим возможные варианты ее решения. Первый вариант — обеспечить единственную процедуру диалога с оператором, в ходе выполнения которой заново определяется список значений всех регулируемых параметров. Второй вариант — со-

здать множество разновидностей диалога — по одному на каждую регулируемую величину и в рамках одного диалога будет изменяться лишь один параметр. Рассмотрим области применимости этих решений. На первый взгляд может показаться, что решение со множеством диалогов и является оптимальным. Но на самом деле у него также имеется недостаток — если требуется поменять сразу группу уставок, то накладные расходы на вызов каждого диалога будет тем выше, чем больше переменных имеет программа. Основным же преимуществом этого подхода является возможность динамично изменять параметры системы путем частого внесения малых изменений в общее состояние. Однако такое поведение характерно для объектно-ориентированных систем, а не для систем, основанных на централизованном начале. Учитывая тот факт, что вся система базируется на централизованном начале, то она имеет достаточно большую инерционность по сравнению с объектно-ориентированной. В этом случае частая смена уставок регулирования будет указывать на ошибку ее проектирования в структурной методологии, т.к. вся идея централизованного начала заключается в том, чтобы изменять уставки по окончании процесса стабилизации, а не в его ходе. Конечно, в реальных системах возможен и такой сценарий, но он не должен встречаться достаточно часто, иначе аппроксимация к линейной модели регулирования будет неверна. Как следствие, выбор первого варианта является предпочтительнее, т.к. случаи выхода процесса регулирования за рамки проектных предположений будут вызывать у оператора неудобства и соответственно будет поднят вопрос о перепроектировании системы для новых требований — либо отработки регулятором некоторой известной динамики процесса, либо же построения объектно-ориентированной системы регулирования, способной вести стабилизацию при случайной или неизвестной динамике процесса.

В представленной программе взаимодействие с поль-

зователем организуется в рамках стандарта ISO/IEC 9899—1990. Стандарт определяет интерфейс пользователя в виде терминала (консоли, телетайпа), работающего в, так называемом, каноническом режиме. Несмотря на тот факт, что сам канонический режим описывается в рамках стандарта POSIX [7], он de facto поддерживается не только операционными системами семейства (ОС) *NIX, но и ОС Windows и даже DOS. Режим определяет два сигнала, способных прервать последовательность выполнения программы в результате вмешательства пользователя и вызываемых сочетаниями клавиш Ctrl+c и Ctrl+Break. Согласно стандарту языка C оба этих сигнала по умолчанию завершают работу программы, причем стандартная библиотека *гарантирует корректное закрытие всех открытых с ее помощью файлов*. Кроме того, обработку сигнала SIGINT, соответствующему сочетанию Ctrl+c можно переопределить. На основе этого механизма и строится взаимодействие программы с пользователем. Сочетание клавиш Ctrl+Break служит сигналом безусловного выхода из программы, и в случае необходимости программист может расширить последовательность завершения работы программы с помощью стандартного вызова `atexit()`, [2]. Сочетание клавиш Ctrl+c ведет к переводу программы в режим диалога с пользователем, позволяющий в нашем случае сменить уставки регулятора.

В заключение следует отметить, насколько дальновидны были разработчики международного стандарта языка C — его чтение заставляет снова и снова обращаться к самой сути проектируемой системы и находить обоснованное решение каждой возникающей технической проблемы с позиций кибернетики. Это позволяет строить высокотехнологичные программы-системы с достаточно простым для понимания исходным кодом, что и является главной задачей методологии структурного программирования [8].

Литература:

1. Глушков В.М. Энциклопедия кибернетики [Текст] / ред. В.М. Глушков. — Киев: УСЭ.Т.1: Абс — Мир. — [Б.м.], 1974. — 607 с.
2. ISO/IEC 9899:1990 (E) American National Standard for Programming Language C — C. Approved August 2. — 1992. — 220 p.
3. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс. — М.:Русская Редакция, 2012. 896 стр.
4. Kernighan B.W., Pike R. The Practice of Programming. Addison-Wesley Professional, 288 p.
5. Миненков А.М. Кибернетические начала в методологиях структурного и объектно-ориентированного программирования [Текст] / А.М. Миненков, В.С. Усатюк // Молодой ученый. — 2012. — №5. Т.1.
6. Глушков, В.М. Энциклопедия кибернетики [Текст] / ред. В.М. Глушков. — Киев: УСЭ.Т.2: Абс — Мир. — [Б.м.], 1974. — 623 с.
7. ISO/IEC 9945—2009 Portable Operating System Interface (POSIX®) Base Specifications. — Issue 7. — First edition 2009—09—15. — 3880 p.
8. Дейкстра Э. Заметки по структурному программированию // У. Дал, Э. Дейкстра, К. Хоор. Структурное программирование. — М.: Мир, 1975. — с. 7—97.

*Статья «Анализ подходов к оценке выполнимости административных регламентов»
удалена из номера журнала в связи с выявленным фактом плагиата*

*Статья «Анализ подходов к оценке выполнимости административных регламентов»
удалена из номера журнала в связи с выявленным фактом плагиата*

*Статья «Анализ подходов к оценке выполнимости административных регламентов»
удалена из номера журнала в связи с выявленным фактом плагиата*

*Статья «Анализ подходов к оценке выполнимости административных регламентов»
удалена из номера журнала в связи с выявленным фактом плагиата*

Организация аутентификации по протоколу «Kerberos»

Хромов Олег Юрьевич, студент;
Полторак Вадим Петрович, кандидат технических наук, доцент
Национальный технический университет Украины (г. Киев)

Представленные в статье материалы работы посвящены важным вопросам построения сложных гибких систем аутентификации. С проблемами взаимной аутентификации пользователей любой открытой системы непременно сталкиваются разработчики. Дополнительным достижением работы является практическая реализация системы аутентификации, основанной на протоколе «Kerberos» в виде программного продукта.

Materials described in current article dedicated to important issues of complex flexible authentication systems. A developer of similar open systems certainly faces issues of mutual principal authentication. Additional achievement of current work is practical implementation of authentication system, based on the «Kerberos» protocol as a software product.

Введение

На сегодняшний день универсальные системы аутентификации получили широкое распространение в информационно-вычислительных сетях. Причиной этого является непрерывный рост требований к защищенности и масштабируемости информационно-телекоммуникационных систем. В течение длительного времени основной проблемой при построении открытых информационно-вычислительных систем, которые предоставляли бы разный набор услуг, в зависимости от полномочий пользователя, была организация масштабируемости и гибкости системы аутентификации и подсистемы регулирования доступа к услугам. Еще одной из нетривиальных задач при построении таких систем была организация кроссистемного взаимодействия, т.е. предоставление пользователям услуг системы взаимодоверенной для данной. Протокол «Kerberos» предназначен для организации централизованной системы аутентификации в информационной среде, ориентированный в основном на клиент-серверную архитектуру, предлагает механизм взаимной аутентификации двух собеседников (хостов) перед установлением связи между ними в условиях незащищенного канала.

Общие сведения

В своей основе протокол Kerberos ставит перед собой реализацию следующих принципов:

- Пароль пользователя никогда не должен передаваться по сети.
- Пароль пользователя ни в какой форме не должен храниться на клиентской машине: он должен быть ликвидирован сразу после использования.
- Пароль пользователя не должен храниться в незашифрованном виде даже в базе данных аутентификации (authentication server database).
- Пользователь вводит пароль только один раз за сессию. Таким образом, пользователи имеют доступ ко всем сервисам, на которые они авторизованы, без необходимости заново вводить пароль во время сессии. Это свойство также известная как Single Sign-On.
- Управление аутентификацией осуществляется централизованно сервером аутентификации. Прикладные серверы, предоставляющие услуги, не должны содержать аутентификационных данных пользователей. Это важно для централизованного администрирования учетных записей пользователей; не сохраняется избыточная информация аутентификации на различных серверах; при изменении пользователем пароля, он одновременно меняется для всех предоставляемых услуг.
- Не только пользователи обязаны подтвердить, что они являются теми, кем заявляют, но и прикладные серверы должны подтвердить свою идентичность пользователям. Этот процесс называется Взаимная аутентификация.
- После завершения этапов аутентификации и авторизации, клиент и сервер должны иметь возможность

установить зашифрованную связь. С этой целью Kerberos поддерживает генерацию и обмен ключей шифрования.

В основу Kerberos положен протокол Нидхэма-Шредера. В качестве доверенного третьей стороны выступает Центр Распределение Ключей.

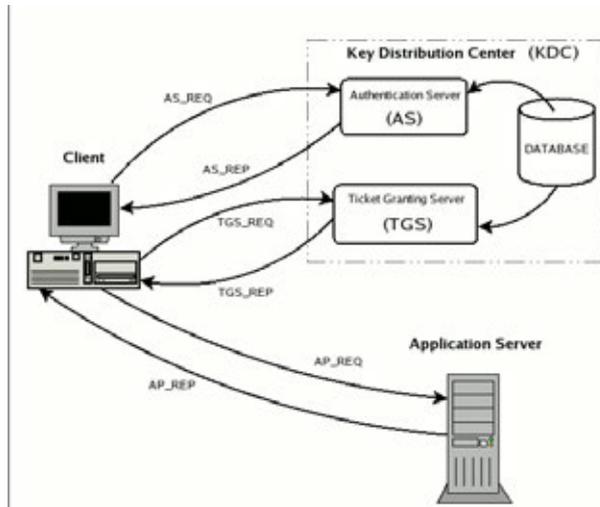


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия между субъектами системы

(Key Distribution Center (KDC)), состоящий из двух логически разделенных частей: Сервера Аутентификации (Authentication Server (AS)) и Сервера Выдачи Билетов (Ticket Granting Server, (TGS)). Kerberos работает на основе «билетов», которые используются для подтверждения идентичности пользователей.

Упрощенное описание субъектов процесса аутентификации выглядит следующим образом:

- Клиент, приглашает (запрашивает) услугу (Client)
- Сервер Аутентификации (Authentication Server (AS))
- Сервер Выдачи Билетов (Ticket Granting Server, (TGS))
- Прикладной сервер, предоставляющий услуги (Application Server (APP))

Клиент проходит аутентификацию в AS с помощью длительного совместного секрета и получает билет от AS. Позже клиент использует билет для получения дополнительных билетов для прикладного сервера без необходимости использования общего секрета. Эти билеты подтверждают аутентификацию для прикладного сервера.

Анализ

Системы аутентификации, реализующие или базирующиеся на протоколе «Kerberos» являются довольно распространенными, в то же время большинство из них являются закрытыми, проприетарными дорогими программными продуктами

На момент составления анализа можно выделить следующие наиболее важные реализации и случаи использования протокола:

- MIT Kerberos
- KTH Kerberos
- Heimdal Kerberos
- GNU Shishi
- mod_auth_kerb
- pam_krb5
- Microsoft Kerberos
- Реализация в составе Apple Mac OS X
- Реализация в составе Red Hat Linux 4
- Solaris Kerberos Service

Разработка системы аутентификации

Kerberos – это протокол аутентификации доверенных абонентов при не доверенных сетях. Учитывая алгоритм механизма аутентификации, назначения и наиболее частые случаи использования данного протокола, наиболее целесообразной формой его реализации является программный комплекс Kerberos Authentication System (далее ПК «KAS»), состоящий из логически и физически независимых компонентов.

Учитывая современные тенденции в области разработки программного обеспечения, в качестве платформы для разработки и функционирования ПО используется Microsoft .NET Framework 4.0.

Программный комплекс состоит из двух принципиально отличных частей: клиентской и серверной. Серверная часть, в свою очередь, делится на следующие компоненты:

- Центр распространения ключей
- Прикладной сервер
- Состав клиентской части:
- Модуль взаимодействия с сервером
- Фронтенд с графическим интерфейсом

Рассмотрим подробнее центр распространения ключей. Его функционирование обеспечивается тремя компонентами:

- Сервер аутентификации
- Сервер предоставления билетов
- База данных

Программный комплекс включает две дополнительные программы для упрощенной регистрации пользователей и сервисов, обслуживаемых системой аутентификации:

- Инструмент регистрации пользователей
- Инструмент регистрации сервисов

Все компоненты программного комплекса могут развиваться как на одном компьютере, так и на любом количестве компьютеров, объединенных в сеть. При разработке программного комплекса, одной задачей было достижение максимальной гибкости системы и независимости каждого из модулей от других настолько, насколько это возможно.

Логическая структура программного комплекса изображена в виде диаграммы слоев (Layer diagram) на рис. 2.

Исходя из условий поставленной задачи при разработке программного комплекса и возможностей выбранной платформы Microsoft .NET Framework 4.0, целе-

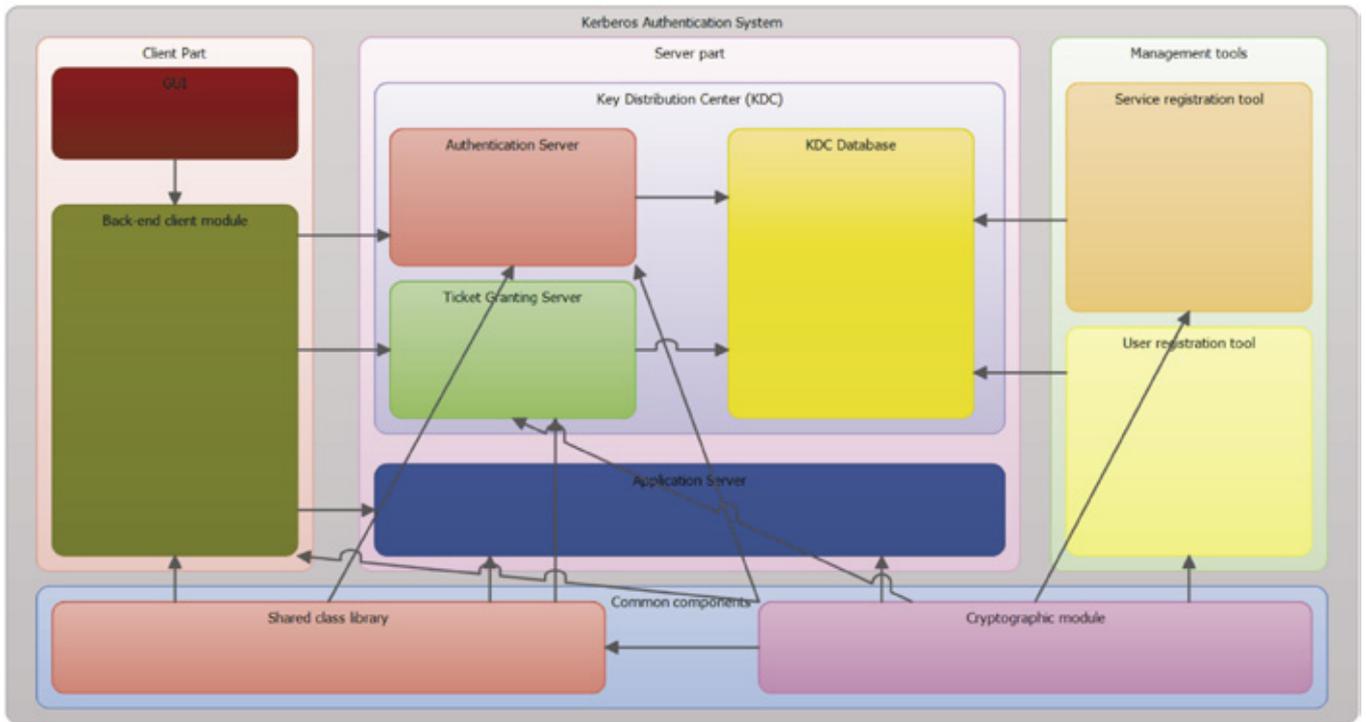


Рис. 2. Структура программного комплекса

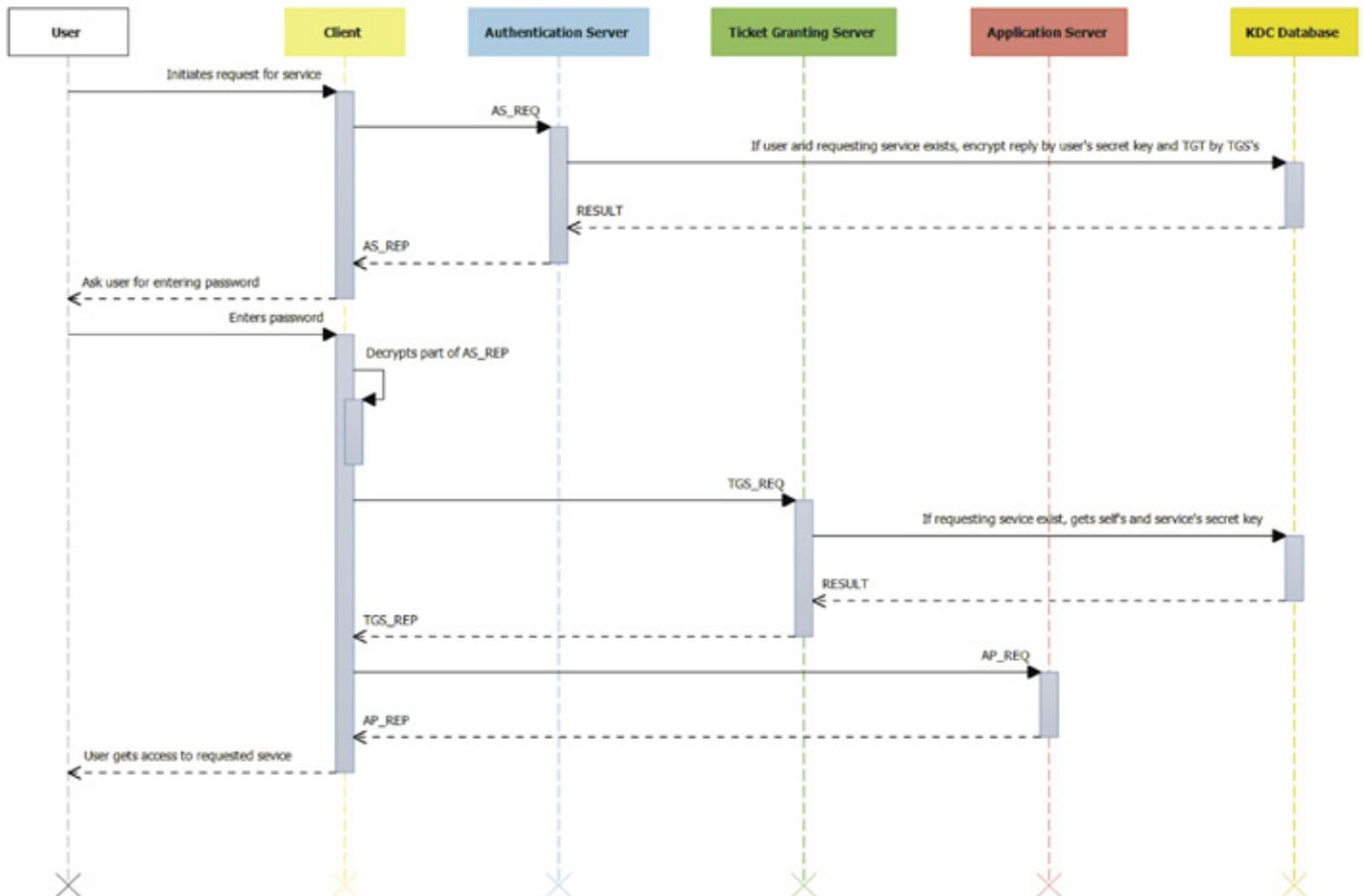


Рис. 3. Упрощенная диаграмма последовательности обмена сообщениями

сообразно разбить функциональные модули структурных компонент комплекса на CLR сборки, как элементарные часть повторного использования исполняемого кода в терминах. Net Framework.

База данных центра распространения ключей является его неотъемлемой частью. Она предназначена для хранения информации о доступных сервисах, обслуживаемых данным центром распространения ключей, а также пользователям, имеющим доступ этих сервисов.

База данных представляет собой обособленный файл СУБД Microsoft SQL Server 2008 R2. Это позволяет, при необходимости экспортировать Kerberos Authentication System со всеми настройками и данными о сервисах и пользователей. Подключение к базе данных центра распространения ключей и доступ к операциям, соответствующим образом манипулируют данными осуществляется с помощью разделенных модулей доступа к БД.

Литература:

1. RFC 1510. The Kerberos Network Authentication Service (V5). Request for Comments: 1510. J. Kohl, C. Neuman, Digital Equipment Corporation.
2. RFC 4120. The Kerberos Network Authentication Service (V5). Request for Comments: 4120. T. Yu, S. Hartman, K. Raeburn, MIT, 2005.
3. USC/ISI Technical Report number ISI/RS-94–399. Kerberos: An Authentication Service for Computer Networks. B. Clifford Neuman, Theodore Ts'o, 1994 Microsoft Kerberos SDK Team. УДК 004.457.

Семантический анализ текстов. Основные положения

Чапайкина Надежда Евгеньевна, инженер-программист
Ставропольский государственный университет

Семантический (смысловой) анализ текста — одна из ключевых проблем как теории создания систем искусственного интеллекта, относящаяся к обработке естественного языка (Natural Language Processing, NLP), так и компьютерной лингвистики. Результаты семантического анализа могут применяться для решения задач в таких областях как, например, психиатрия (для диагностирования больных), политология (предсказание результатов выборов), торговля (анализ «востребованности» тех или иных товаров на основе комментариев к данному товару), филология (анализ авторских текстов), поисковые системы, системы автоматического перевода и т.д.

Несмотря на свою востребованность практически во всех областях жизни человека, семантический анализ является одной из сложнейших математических задач. Вся сложность заключается в том, чтобы «научить» компьютер правильно трактовать образы, которые автор текста пытается передать своим читателям/слушателям.

Способность «распознавать» образы считается основным свойством человеческих существ, как, впрочем, и других живых организмов. Образ представляет собой

Выводы

В работе были рассмотрены, как структура системы аутентификации, построена на основе протокола «Kerberos», так и процессы, происходящие при аутентификации пользователя. Краткий анализ существующих реализаций уменьшил время на выполнение задачи разработки собственной реализации системы аутентификации на базе протокола рассматривается.

Результатом выполнения этой задачи является программный комплекс «Kerberos Authentication System», что в принципиальной мере реализует протокол аутентификации «Kerberos». Разработанный программный комплекс может быть использован как в учебно-демонстрационных целях, так и стать основой для полнофункциональной, гибкой системы аутентификации.

описание объекта. В каждое мгновение нашего бодрствования мы совершаем акты распознавания. Мы опознаем окружающие нас объекты и в соответствии с этим перемещаемся и совершаем определенные действия. Мы можем заметить в толпе друга и понять, что он говорит, можем узнать голос знакомого, прочесть рукопись и идентифицировать отпечатки пальцев, можем отличить улыбку от злобной гримасы. Человеческое существо представляет собой очень сложную информационную систему — в определенной степени это определяется чрезвычайно развитыми у человека способностями распознавать образы [5, с. 16].

Естественный язык в отличие, например, от компьютерных (алгоритмических) языков формировался во многом стихийно, не формализовано. Это обуславливает целый ряд сложностей в понимании текста, вызванных, например, неоднозначным толкованием одних и тех же слов в зависимости от контекста, который может быть и неизвлекаем, в принципе, из самого текста. Следовательно, этот контекст или знание о предметной области в систему должны быть заранее внесены. К тому же

зачастую практические задачи требуют точного определения времени, места того, что описано в тексте, точной идентификации людей и т.д., в то время как подобная информация находится за пределами данного текста. В этом случае система может или не обрабатывать эту информацию, или оставить ее до выяснения контекста и даже попытаться проявить инициативу в выяснении контекста, например, в диалоге с оператором, задающим ввод текста. То, как ведет себя система в подобной ситуации, определяется стилем и схемой работы системы [3].

Промышленные системы автоматической обработки текста, в основном, сейчас используют два этапа анализа текста: морфологический и синтаксический. Однако теоретические разработки многих исследователей предполагают существование следующего за синтаксическим этапом — семантического. В отличие от предыдущих шагов семантический этап использует формальное представление смысла составляющих входной текст слов и конструкций. Суть семантического анализа понимается разными исследователями по-разному [4]. Многие ученые сходятся во мнении, что в сферу семантического анализа входит:

- Построение семантической интерпретации слов и конструкций;

- Установление «содержательных» семантических отношений между элементами текста, которые уже принципиально не ограничены размером одного слова (могут быть больше или меньше одного слова).

Некоторые ученые предлагают рассматривать не просто текст на основе его составляющих слов, предложений, абзацев, но и попытаться выявить тот смысловой образ, который автор хотел создать в сознании своих читателей, посредством этого текста. На современном этапе развития искусственного интеллекта эта задача является практически неразрешимой.

Основные проблемы понимания текста в обработке естественных языков таковы:

1. Знание системой контекста и проблемной области и обучение этому системы. Например, из предложения «мужчина вошел в дом с красным портфелем» можно извлечь как представление о мужчине с красным портфелем, так и о доме с красным портфелем, если заранее не иметь в виду, что применительно к мужчинам употребление принадлежности портфеля гораздо вероятнее, чем применительно к дому.

2. Различная форма передачи синтаксиса (т.е. структуры) предложения в разных языках. Например, если синтаксическая роль слова (подлежащее, сказуемое, определение и т.д.) в английской речи во многом определяется положением слова в предложении относительно других слов, то в русском предложении существует свободный порядок слов и для выявления синтаксической роли слова служат его морфологические признаки (например, окончания слов), служебные слова и знаки препинания.

3. Проблема равнозначности. Предложения «длинноухий грызун бросился от меня наутек» и «заяц бросился от меня наутек» могут означать одно и то же, но могут

иметь и разный смысл, например, если в первом случае имелся в виду длинноухий тушканчик.

4. Наличие в тексте новых для компьютера слов, например неологизмов. Самообучаемая система должна уметь «интуитивно» определить (возможно, и неправильно, но с возможностью в дальнейшем исправить себя) лексическую роль, морфологическую форму этого слова, попробовать вписать его в существующую структуру знаний, наделить его какими-то атрибутами или выяснить все это в диалоге с оператором. Система, не способная к самообучению просто потеряет какое-то количество информации.

5. Проблема совместимости новой информации с уже накопленными знаниями. Новая информация может каким-то образом противоречить уже накопленной информации. Необходимо реализовать механизм, определяющий, в каких случаях нужно отвергнуть старую информацию, а в каких — новую.

6. Проблема временных противоречий. Так в предложении «я думал, что сверну горы» глагол в прошедшей форме «думал» сочетается с глаголом будущего времени «сверну».

7. Проблема эллипсов, то есть предложений с пропущенными фактически, но существующими неявно благодаря контексту словами. Например, в предложении «я передам пакет тебе, а ты — Ивану Петровичу» во второй части опущен глагол «передашь» и существительное «пакет» [3].

Системы, направленные на извлечение знаний из текстов на естественных языках (то есть на таких языках, на которых общаются люди в отличие, например, от алгоритмических языков), а также на синтез текста на основе знаний называются лингвистическими трансляторами или лингвистическими процессорами.

Подобные системы могут интегрироваться с экспертными системами, то есть системами, служащими для того, чтобы заменять человека-эксперта в какой-либо области, например медицинская диагностика, юридическое консультирование, бизнес-планирование, диагностика различных технических неисправностей и многих других. В этом случае экспертная система с одной стороны имеет возможность высокоэффективно обучаться, накапливать новые знания, а с другой стороны, способна выдавать информацию пользователю в максимально удобной форме.

Кроме того, лингвистический процессор может быть интегрирован с системой распознавания и (или) синтеза речи, что может сделать процесс общения с компьютером максимально удобным, а, следовательно, и продуктивным.

Одной из наиболее очевидных направлений применения лингвистических процессоров является машинный перевод с одного естественного языка (ЕЯ) на другой.

Также подобные системы могут использоваться и используются для автоматического пополнения информационных баз и баз знаний (т.н. «data mining») в том числе путем сканирования Интернета.

В настоящее время существуют различные подходы к созданию систем для автоматизированного семантического анализа.

Проведя поверхностный анализ отечественной и зарубежной литературы по способам и средствам семантического анализа текста, можно сделать следующие выводы:

Системы семантического анализа не могут существовать без *морфологической составляющей*. В качестве морфологической составляющей выступают различные виды словарей словоформ (т.е. содержащие все варианты склонения, спряжения и т.д. того или иного слова). Самый популярный словарь (относительно русского языка) среди исследователей — грамматический словарь, предложенный Зализняком А.А. Данный словарь содержит около 100 000 словоформ, в то время как, по предварительным подсчетам, в русском языке существует более 200 000 слов. Поэтому возникает проблема «неполноты» того или иного словаря. Существует ряд подходов для решения этой проблемы.

Первый способ — это так называемое обучение с учителем, в качестве учителя выступает человек. Например, когда система сталкивается со словом, отсутствующим в словаре, она прекращает свою работу и ждет от учителя, пока он покажет ей все варианты словоформ данного слова. Этот вариант является очень трудоемким, потому что требует постоянного «обучения» со стороны человека к тому же, сильно увеличивается время выполнения анализа.

Второй способ — обучение без учителя, на основе правил. В данном случае исследователи для проведения морфологического анализа используют обратные словари или, собственноручно созданные, базы аффиксов (т.е. суффиксов, префиксов, окончаний и т.д.) с указанием морфологических признаков, которым соответствует тот или иной аффикс. Существует также подход, согласно которому нет необходимости создавать отдельную базу аффиксов, достаточно просто сравнить форму нового (отсутствующего в словаре слова) со всеми словами уже существующими в словаре и присвоение новому слову признаков, соответствующих словоформе слова из словаря с наибольшим «весом». В данном случае используются статистические методы. У этого способа главным недостатком является его вероятностная часть — в зависимости от статистического метода, используемого теми или иными учеными, «правильность» определения морфологических признаков варьировалась от 50 до 97%. Поэтому очень часто системы морфологического анализа используют гибридный метод, использующий оба этих подхода.

Следует упомянуть, что на этапе морфологического анализа некоторые системы используют также словари акронимов (аббревиатур) и словари личных имен, что существенно ускоряет сам процесс семантического анализа.

Системы семантического анализа не могут существовать без *синтаксической составляющей*. Основной задачей синтаксического анализа является построение синтаксического дерева предложения. Также как и мор-

фологический анализ, синтаксический анализ является предварительным этапом перед семантическим анализом. На этом этапе отсеивается большая часть омонимов (слова разного значения, но одинаково звучащие, напр., пол, коса, ключ), выявленных на этапе морфологического анализа. Что, в свою очередь, существенно ускорит семантический анализ.

Для представления в памяти компьютера значения всех содержательных единиц рассматриваемого языка (лексических, морфологических, синтаксических и словообразовательных) и приведения их к единому, формальному виду, понятному компьютеру, используется, специально созданный для этого *искусственный язык* или, как его еще называют некоторые ученые, *метаязык*.

Реально в качестве семантического метаязыка в большинстве современных работ используется не универсальный искусственный язык, а некий упрощенный и стандартизированный подязык описываемого языка со своим словарем и грамматикой [2].

В настоящее время под эгидой Института передовых исследований токийского университета Организации Объединенных Наций разрабатывается универсальный сетевой язык (*The Universal Networking Language, UNL*). По замыслу, UNL — это искусственный семантико-синтаксический язык, предназначенный для описания, хранения и распространения информации в WWW в не зависящем от какого-либо естественного языка виде, а также независимо от конкретной компьютерной платформы или операционной системы. В отличие от систем машинного перевода, призванных осуществлять перевод с одного естественного языка на другой, предполагается, что система UNL должна уметь автоматически (или полуполуприавтоматически) преобразовывать исходный текст в его UNL-представление, а затем синтезировать из этого представления текст на нужном языке. Таким образом, о UNL можно говорить как о своеобразном языке-посреднике, удобном для хранения информации и ее восстановления на любом естественном языке из числа поддерживаемых системой [6].

Кроме того, огромную популярность получили так называемые онтологии (формальные явные описания терминов предметной области и отношений между ними), которые могут быть использованы как основа для семантического анализа. Во всемирной паутине онтологии стали обычным явлением. Онтологии варьируются от больших таксономий, категоризирующих веб-сайты (как на сайте Yahoo!), до категоризаций продаваемых товаров и их характеристик (как на сайте Amazon.com). Консорциум WWW (W3C) разрабатывает RDF (Resource Description Framework), язык кодирования знаний на веб-страницах, для того, чтобы сделать их понятными для электронных агентов, которые осуществляют поиск информации. Управление перспективных исследований и разработок министерства обороны США (The Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) в сотрудничестве с W3C разрабатывает Язык Разметки для Агентов

DARPA (DARPA Agent Markup Language, DAML), расширяя RDF более выразительными конструкциями, предназначенными для облегчения взаимодействия агентов в сети. Во многих дисциплинах сейчас разрабатываются стандартные онтологии, которые могут использоваться экспертами по предметным областям для совместного использования и аннотирования информации в своей области. Например, в области медицины созданы большие стандартные, структурированные словари, такие как *snomed* и семантическая сеть Системы Унифицированного Медицинского Языка (the Unified Medical Language

System). Также появляются обширные общецелевые онтологии. Например, Программа ООН по развитию (the United Nations Development Program) и компания *Dun & Bradstreet* объединили усилия для разработки онтологии UNSPSC, которая предоставляет терминологию товаров и услуг (<http://www.unspsc.org/>).

Подводя итоги всему вышесказанному, можно сделать выводы, что семантический анализ в настоящее время движется в сторону формальных грамматик (Мельчук И., Хомский Н. и др.), но пока значительных прорывов в данной области не наблюдается.

Литература:

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.
2. Апресян, Ю.Д. Исследования по семантике и лексикографии. Т. I: Парадигматика / Ю.Д. Апресян. — М.: Языки славянских культур, 2009.
3. Понимание и синтез текста компьютером. <http://compuling.narod.ru/index2.html>
4. Сокирко А.В. Семантические словари в автоматической обработке текста: По материалам системы ДИАЛИНГ: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.17. — Москва, 2001. — 120 с. : ил.
5. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес, пер. с англ. И.Б. Гуревича. — М.: Мир, 1978.
6. Что такое UNL? // Л. Крейдлин. — 2001. <http://stra.teg.ru/library/strategics/7/9/1>

ХИМИЯ

Комплексообразование висмута (III) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом в присутствии кпав

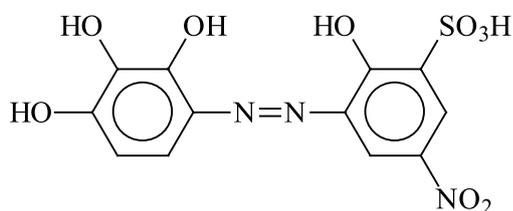
Гаджиева Севиндж Рафик кызы, доктор химических наук, профессор;
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук;
Халилова Ф.Г., кандидат химических наук;
Абдуллаев Ризван Ахмед оглы, доцент
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

Широкое использование висмута в современной технике, в частности, авиационной и атомной промышленности, электроламповой технике, энергетических ядерных реакторах, в производстве лаков и красок вызывает необходимость создания быстрых, избирательных и чувствительных методов определения этого элемента как в готовой продукции, так и в объектах окружающей среды.

В последнее время широко исследуются разнолигандные комплексы металлов с хромофорными органическими реагентами и модификаторами этих реагентов — поверхностно-активными веществами (ПАВ). С помощью ПАВ оказывается возможным одновременное участие в процессе взаимодействия как функционально-аналитических, так и аналитически-активных групп. Это позволяет наиболее полно вовлечь в процесс взаимодействия хромофорную систему реагентов и получить максимальные аналитические эффекты. Вследствие этого, фотометрические методы, разработанные на их основе, обладают высококонтрастностью, высокой чувствительностью и избирательностью.

В настоящей работе приводятся результаты спектрофотометрического исследования разнолигандных комплексов (РЛК) висмута с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом, а также как продолжение предыдущих исследований [1], изучены влияния цетилтриметиламмоний бромистого (ЦТМАВг) и цетилпиридиний хлористого (ЦПСл) и п-полибензолпиридиний хлористого (ПВПСл).

Реагенты и растворы. Реагент-2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензол синтезирован по известной методике описанной в [2], его состав и строение установлены методами элементного анализа и ИК-спектроскопии.



Данный реагент-2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензол хорошо растворим в воде. Исходный раствор висмута с концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ М готовили по известной методике [3]. Более разбавленные растворы готовили разбавлением исходного раствора. Использовали $1 \cdot 10^{-3}$ М раствор висмута и $1 \cdot 10^{-3}$ М водный раствор реагента — 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензола. В качестве третьего компонента использовали $1 \cdot 10^{-3}$ М водно-этанольные растворы цетилтриметиламмоний бромистого (ЦТМАВг), полибензолпиридиний хлористого (ПВПСл) и цетилпиридиний хлористого (ЦПСл). Измерения проводили в двух интервалах значений рН. Растворы с рН 1÷2 приготовили с помощью фиксанала НСл, а растворы с рН 3÷11 с помощью аммиачно-ацетатных буферных растворов.

Изучение спектров поглощения однороднолигандного и разнолигандных комплексов висмута с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом в присутствии КПАВ показало, что образование РЛК сопровождается bathochromным сдвигом по сравнению со спектром однороднолигандного комплекса. Изучение зависимости светопоглощения комплексов от рН среды показало, что максимальное образование обоих комплексов наблюдается в кислой среде (рН=1–2).

Изучение зависимости комплексообразования от рН показало, что выход комплекса BiR максимален при рН 4 ($\lambda_{\max}=470$ нм), реагент имеет максимум светопоглощения при 397 нм. При введении поверхностно-активных веществ в систему BiR образуются разнолигандные комплексы, с образованием которых наблюдается bathochromный сдвиг по сравнению со спектром бинарного комплекса. В присутствии цетилтриметиламмоний бромистого (ЦТМАВг) образуется трехкомпонентное соединение оптимальное при рН2, $\lambda=484$ нм (BiR-ЦТМАВг), а при введении цетилпиридиний хлористого (ЦПСл) и полибензолпиридиний хлористого ПВПСл образуются трехкомпонентные соединения оптимальные при рН 1, а $\lambda=489$ и 495 нм. Было изучено влияние рН раствора на оптическую плотность комплексов BiR, BiR-ЦПСл, BiR-

Таблица 1. Некоторые спектрофотометрические характеристики комплексов висмута (IV) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом в присутствии КПАВ

Реагент	Длина волны, λ_{\max} , нм	pH	Bi: R	МКП, $\epsilon_{\max} \cdot 10^{-3}$	Интервал подчинения закону Бера, мкг/мл
BiR	470	4	1:2	10,0	0,1–2,5
H ₅ R + ЦПСи	489	1	1:2:1	31,0	0,05–2,5
H ₅ R + ЦТМАВr	484	2	1:2:1	32,5	0,05–2,9
H ₅ R + ПВПСи	495	1	1:2:1	37,5	0,05–4,2

ЦТМАВr, BiR-ПВПСи. При образовании разнолигандных комплексов pH комплексообразования сдвигается в более кислую среду.

Соотношение реагирующих компонентов в комплексах установлено методами относительного выхода Старика-Барбанеля, сдвига равновесия и изомолярных серий [4]. Методом Астахова определены числа протонов, выделяющихся в результате комплексообразования и подтверждены указанные соотношения компонентов в комплексах [5]. Молярные коэффициенты светопоглощения комплексов вычислены из кривых насыщения. Установлены интервалы концентраций, где соблюдается закон Бера. Полученные комплексы исследованы также методом кондуктометрического титрования [6]. Сравнение

удельной электропроводности бинарного и смешанолигандных комплексов висмута при pH 1 и pH 2 показывает, что BiR-ЦПСи, BiR-ЦТМАВr устойчивее, чем BiR.

Изучение влияния посторонних ионов и маскирующих веществ на комплексообразования висмута в виде бинарного и разнолигандных комплексов показало, что в присутствии поверхностно-активных веществ значительно увеличивается избирательность реакции. Установлено, что разработанные методики определения висмута с реагентом в присутствии цетилтриметиламмоний бромистого и цетилпиридиний хлористого обладают высокой избирательностью. Так, определению висмута в виде разнолигандных комплексов не мешают многократные количества щелочных и щелочноземельных металлов.

Литература:

1. С.Р. Гаджиева, Т.И.Алиева, Ф.Г.Халилова, Ф.М.Чырагов Комплексообразование висмута (III) с 2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом в присутствии КПАВ // Международная научно-практическая конференция
2. « dynamika naukowuch », Wadan-2011, polsa, p.81–82
3. Гамбаров Д.Г.// Новый класс фотометрических реагентов-соединений на основе пирогаллола. Автореферат дис. док. хим. наук. М.:МГУ, 1984, 38 с.
4. Лазарев А.И., Харламов И.П., Яковлев П.Я., Яковлева Е.Ф. Справочник химика-аналитика. М.: Металлургия, 1976, с 184
5. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим и спектрофотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1972. 407 с.
6. Астахов К.В., Верников В.Б., Зимин В.И., Зверькова А.Д. // Журн. неорг. химии. 1961. т.6, № 14, с 2069
7. Худякова Т.А., Крешков А.П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа. М.: Химия, 1976, 304 с.

Окислительное хлорфосфорилирование бутадиен-нитрильного каучука

Балаева Офелия Октай кызы, магистр;

Балаева Нармина Октай кызы, магистр;

Азизов Абдулсаид Абдулгамид оглы, доктор химических наук, профессор;

Алосманов Расим Мирали оглы, кандидат химических наук, зав. лабораторией

Бакинский государственный университет (Азербайджан)

В работе показано получение функционализованного полимера на основе промышленного бутадиен-нитрильного каучука в результате его модификации реакцией окислительного хлорфосфорилирования. Результаты исследований методами ИК и ЯМР спектроскопии подтверждают, что функционализированный полимер содержит в своем составе фосфоновые $-PO(OH)_2$ группы, количество которых определено методом потенциометрического титрования. Величина статической обменной ёмкости (СОЕ) полученного функционализованного полимера составляет 7,68 мг-экв/г.

Ключевые слова: Бутадиен-нитрильный каучук, окислительное хлорфосфорилирование, функционализация, ИК и ЯМР исследования.

Сегодня органические соединения фосфора активно исследуют во всех основных научных центрах мира, что определяется их химическими достоинствами, важностью для жизнедеятельности организмов и широкими возможностями практического использования в промышленности, сельском хозяйстве и сфере быта [1]. Большое практическое значение имеет модификация полимеров, направленное изменение тех или иных свойств во время их синтеза или в результате дополнительной обработки готовых полимеров.

Повышенный интерес к одному из перспективных направлений данного метода — фосфорилированию карбоцепных полимеров легко объяснить тем фактом, что введение атома фосфора в боковые цепи макромолекул различных полимеров позволяет не только улучшить такие важные свойства исходных высокомолекулярных соединений, как огнестойкость, гидрофильность, термостабильность, но и (в зависимости от типа вводимых фосфорсодержащих функциональных групп) получить полимерные материалы, способные к ионному обмену, сорбции ионов переходных металлов из растворов, а также синтезировать полимеры, обладающие окислительно-восстановительными свойствами и биологической активностью [2]. Принимая во внимание, что указанные полимеры являются предельными, проведение окислительного хлорфосфорилирования полимеров, содержащих двойную связь (в том числе синтетических нитрильных каучуков (СКН), и химическое и физико-химическое исследование продуктов превращения последних является весьма актуальным с научной и практической точки зрения.

Экспериментальная часть

С целью получения полимера с новыми свойствами, была проведена направленная функционализация исходного бутадиен-нитрильного каучука (марки СКН-26 производства Воронежского завода синтетического каучука (Россия) реакцией окислительного хлорфосфорилиро-

вания под действием PCl_3 в присутствии кислорода в среде хлороформа, с последующим гидролизом полученного модификата в соответствии с известной методикой [3].

Для проведения окислительного хлорфосфорилирования была использована установка, состоящая из круглодонной четырехгорлой колбы, снабженной механической мешалкой, термометром, обратным холодильником и барботером для подачи кислорода. В качестве селективного растворителя каучука использован хлороформ. СКН-26, PCl_3 и хлороформ были использованы без дополнительной очистки, а кислород, с целью дополнительной осушки, пропускался через концентрированную серную кислоту.

Предварительно подготовленный 10% раствор бутадиен-нитрильного каучука в хлороформе помещается в колбу, в которую при барботировании реакционной зоны кислородом добавляют PCl_3 в соотношении СКН: $PCl_3 = 1:6$, при постоянном перемешивании содержимого колбы. Экзотермический характер процесса проявляется в поднятии температуры до 45–50°C. На начальной стадии процесса, до гетерогенизации смеси, из реакционной зоны последовательно отбирается несколько проб для анализа. По окончании реакции растворитель, непрореагировавшие и побочные продукты реакции отгоняются водоструйным насосом. Оставшийся в колбе модифицированный полимер гидролизуются прибавлением к нему дистиллированной воды, и последующим нагреванием смеси в течение 2-часов при температуре 45–50°C. Затем, модификат отделяется фильтрованием и сушится при 50°C в вакуум-сушильном шкафу. Полученный функционализированный полимер представляет собой темно-коричневый порошкообразный продукт, нерастворимый в органических растворителях.

Определение статической обменной емкости полученного функционализованного бутадиен-нитрильного каучука проведено в соответствии с методикой [6]. Величину статической обменной ёмкости СОЕ (мг-экв/г) рассчитывали по формуле:

$$COE = \frac{\left(200F - \frac{200}{25}VF_1\right) \times 0.004 \times 1000}{40g}$$

где F – поправочный коэффициент 0,1 н раствора NaOH;

V – объем 0,1 н раствора HCl, израсходованного на титрование, мл;

F_1 – поправочный коэффициент 0,1 н раствора HCl;

40 – молекулярная масса NaOH;

0,004 – титр 0,1 н раствора NaOH;

g – навеска сорбента, г.

Обсуждение результатов

С ЯМР-спектроскопией было установлено, что ФХ-СКН-а спектр ^1H (рис. 1) включает в себя три резонан-

сные области: 1,2–3 ppm – сигналы алифатических протонов (протоны в группах -CH, -CH₂), 4–4,6 ppm сигналы протонов СНCl-групп, 4,7–5 ppm протонов СН-О, 5,2–5,6 ppm резонанс олефиновых протонов [5].

На рис. 2 (б) ФХ-СКН-а показан спектр ^{13}C . Сигналы 23–30 ppm показывает соответствующую часть углерода в СН₂-группах, 129 130 131 ppm соответствует группам углерода СН-. Резонансные сигналы СНCl наблюдаются на 68 ppm, СН-О на 76 ppm.

На рис. 3 ФХ-СКН-а показано 3 вида сигналов спектр ^{31}P . Этих сигналы соответствуют фосфонных и фосфатных группах. Резонансные сигналы СНCl наблюдаются на 4–5 ppm. Резонанс протонов в- СН [OP (O)Cl₂] группе, полученных фосfoxлорированием также наблюдаются в этой области.

С ИК-спектроскопией было установлено, что гидроксильная группа в спектрах наблюдается в области 970–

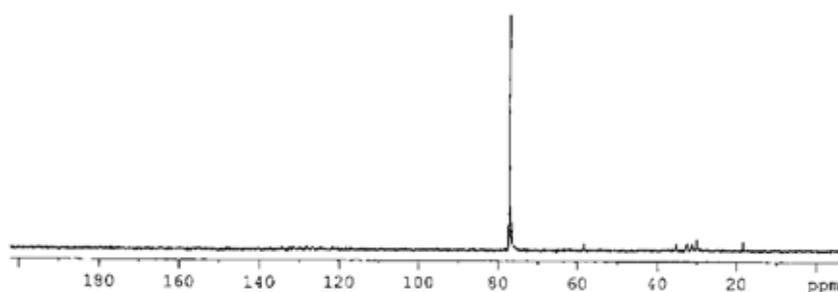


Рис. 1. (а) ^1H ЯМР спектр бутадиен-нитрильного каучука

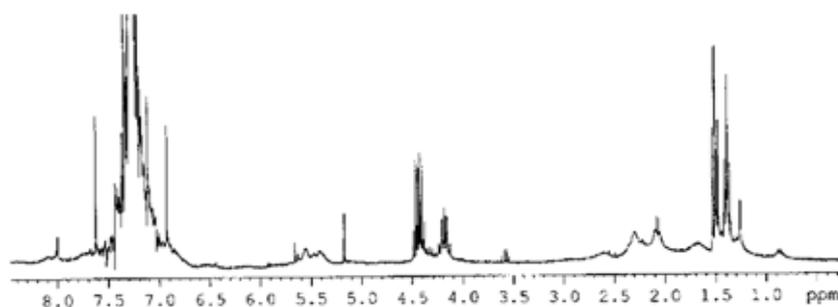


Рис. 1. (б) ^1H ЯМР спектр фосfoxлорированного бутадиен-нитрильного каучука

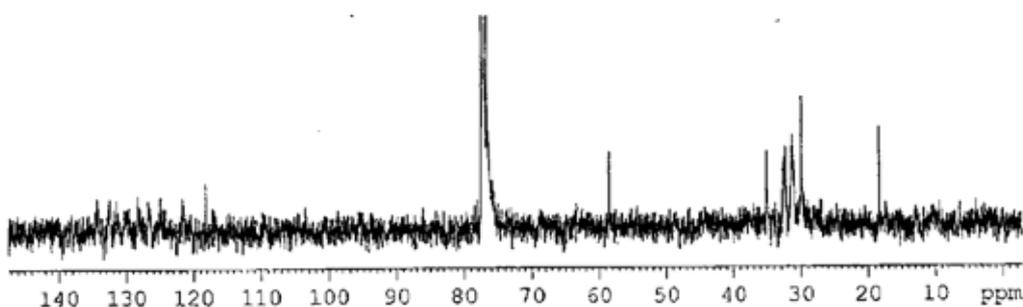


Рис. 2. (а) ^{13}C ЯМР спектр бутадиен-нитрильного каучука

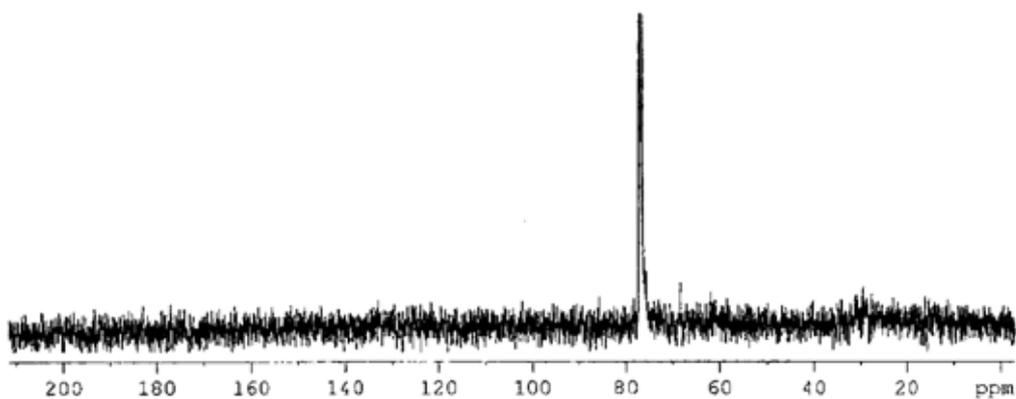


Рис. 2. (б) ^{13}C ЯМР спектр фосфохлорированного бутадиен-нитрильного каучука

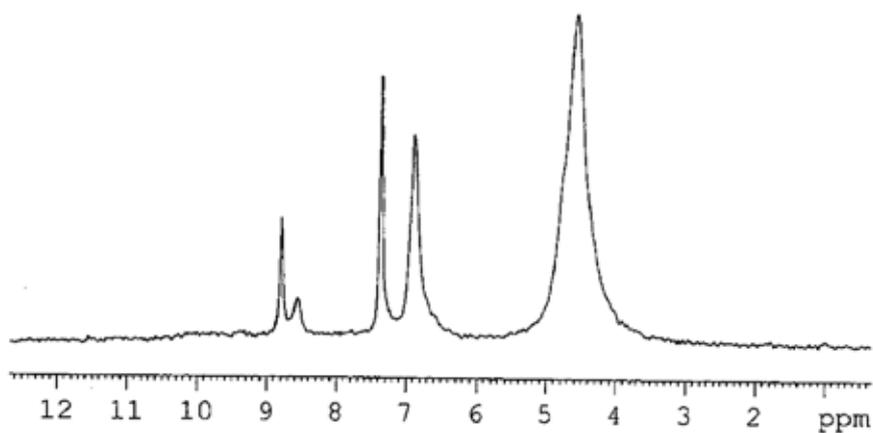


Рис. 3. ^{31}P ЯМР спектр фосфохлорированного бутадиен-нитрильного каучука

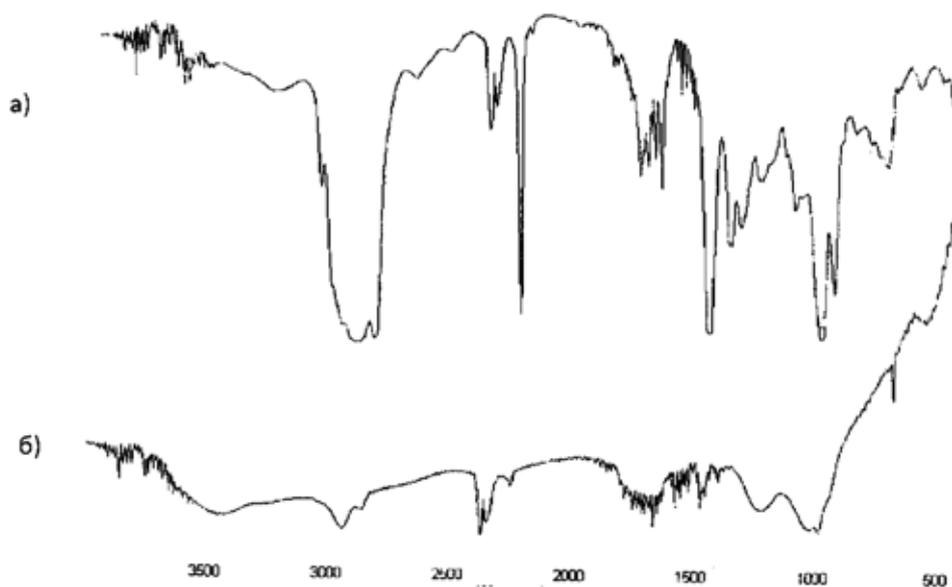


Рис. 4. ИК-спектры СКН-26 (а) и ФСКН-26 (б)

Таблица 1. Исследование методом ИК-спектроскопии ФХ-СКН-а

Показания литературы	Группы	Подробные	СКН-26 исходный полимер см ⁻¹	СКН-26+СНCl ₃ полу-ченный полимер	Названия группы
3600–3000 см ⁻¹	O-H		-	3446см ⁻¹	гидроксильная
2260–2215 см ⁻¹	C≡N		2237см ⁻¹	2234см ⁻¹	нитрильная
1350–1175см ⁻¹	P=O		-	1214см ⁻¹	
1050–995 см ⁻¹	P-O-Алк		-	1001см ⁻¹	
1680–1640 см ⁻¹	C=C		1639см ⁻¹	1639см ⁻¹	олефины
2300–2350см ⁻¹	-PO (OH) ₂			2330–2350см ⁻¹	
690–650 см ⁻¹	C-Cl		-	674см ⁻¹	хлорпроизводных

1100 и 2300–2380 см⁻¹. (таб.1) В исходном полимере в C=C связи полоса поглощения наблюдается в области 1680–1640 см⁻¹. Во время модификации двойные связи участвуют в реакции. Колебание, связанное с группой P=O, появляется в области 1350–1175см⁻¹. На основании литературы [4] в фосфорных соединениях, содержащих группы -PO (OH)₂, водородная связь сильнее, чем в случае карбоновых кислот. В спектрах C-Cl наблюдаются полосы поглощения в области 750–700 см⁻¹ и 690–650 см⁻¹. Нитрилы имеют характеристическую полосу поглощения в интервале 2260–2215 см⁻¹ [4]. В Н-форме

характерная область в нитрильных группах наблюдается поглощения низкой интенсивности [4].

На рис. 4 приведены ИК-спектры исходного (а) и функционализированного (б) СКН-26.

По инфракрасной спектроскопии установили, что синтезированные полимеры содержат в себе -PO (OH)₂ функциональные группы. Количество -PO (OH)₂ определили методом потенциометрического титрования. Величина статической объемной ёмкости СОЕ (мг-экв/г) равна 7,68мг-экв/г.

Литература:

1. Нифантьев Э.Е. Фосфорорганические соединения // Соросовский образовательный журнал, 1996, №7, с. 39–46.
2. А.П. Хардин, О.И. Тужиков, С.Н.Бондаренко. Фосфорилирование карбо-цепных полимеров // Успехи химии. – 1983. – Т.52, № 7. – С. 1173–1195.
3. Азизов А.А., Алосманов Р.М., Меликова А.Я. Фосфохлорирование полибутадиена треххлористым фосфором в присутствии кислорода. // Известия Вузов «химия и хим. Технология». – 2003. – Т. Вып 6. с. 25–27.
4. Л.А. Казицына, Н.Б. Куплетская. Применение УФ, ИК и ЯМР спектроскопии в органической химии. Москва-1971. Стр.45–61.
5. A.Y. Melikova, R.M. Alosmanov, A.A. Azizov, A.M. Magerramov. Research of structure of phosphochlorinated polybutadiene using NMR method -1H, 13C 31P//Processes of petrochemistry and oil refining, 2006, №2, p-25.
6. Р.М. Алосманов, Г.Г. Маммедов, А.А. Азизов, А.М. Магеррамов. Исследования кислотно-основных свойств фосфорсодержащего полимерного сорбента на основе полибутадиена. Известия высших учебных заведений. - 2008. Т 51 вып.2, с. 121–123.

Особенности структуры и сорбционные свойства глауконита Каринского месторождения

Григорьева Екатерина Алексеевна, кандидат химических наук, доцент;
 Антошкина Елизавета Григорьевна, кандидат технических наук, доцент
 Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

1. Введение

Природные экосистемы Южного Урала загрязнены техногенными выбросами из разных источников. В связи со сложившейся экономической и экологической обста-

новкой в регионе ведется поиск дешевых, доступных и эффективных сорбентов. Природные материалы обладают ионообменными свойствами. Глауконит – глинистый материал обладает повышенной избирательностью по отношению к ионам тяжелых металлов, ионам жесткости,

радионуклидам, а также к катионам больших размеров, таким как NH_4^+ , K^+ . Для экспериментов использовался глауконитовый концентрат, полученный из минерала Каринского месторождения Кунашакского района Челябинской области [1]. В работе изучены особенности структуры глауконита Каринского месторождения, показаны сорбционные характеристики минерала по отношению к катионам аммония.

2. Экспериментальная часть

Глауконитовый концентрат с содержанием минерала 90–95% (фракция 0,2–0,4 мм) получали путем отмучивания природного материала от глинистых включений, двухстадийной электромагнитной сепарацией породы, отсевом на соответствующих ситах. При исследовании глауконитового концентрата (далее просто глауконит) был использован комплекс физико-химических методов: фотокolorиметрия, дифференциально-термический, рентгеноструктурный, рентгенофазовый анализы.

Для проведения сорбционных экспериментов использовали минерал, предварительно переведенный в Na-форму двукратной обработкой 1 М раствором NaCl. Сорбционные свойства глауконита изучали по отношению к катионам аммония. Сорбцию ионов аммония глауконитом проводили с использованием растворов хлорида аммония молярной концентрации от 0 до 2 ммоль/л в статических условиях при соотношении Т/Ж = 1 : 50 (1 г глауконита на 50 мл раствора) при постоянной ионной силе и pH = 7.

Кинетику сорбции ионов аммония глауконитом изучали методом ограниченного объема [2]. Для этого в конические колбы помещали 1 г глауконита, растворы хлорида аммония, хлорида натрия и оставляли при постоянном перемешивании. Через определённые промежутки времени сорбент отделяли и определяли содержание ионов аммония в маточном растворе. Концентрацию сорбируемых ионов аммония глауконитом находили по разности между исходным и конечным содержанием извлекаемого иона в растворе. Содержание аммонийного азота определяли фотометрическим методом с реактивом Несслера.

3. Обсуждение результатов

3.1. Изучение фазового состава и структуры

Исследуемые пробы глауконита по цветовой гамме разные: от светло- до темно-зеленых. Форма зерен глауконита разнообразная: полуокатанная, окатанная, удлиненная, неправильная, преобладают зерна неправильной формы. Поверхность зерен глянцевая, шероховатая и ямчатая. Преобладающий размер зерен глауконита 0,07–0,42 мм.

Рентгенофазовый анализ образцов показал, что пробы преимущественно содержат следующие минералы: глауконит, монтмориллонит, кварц и смешаннослойные глинистые образования, представляющие непрерывный ряд между глауконитом и монтмориллонитом. Глауконит Ка-

ринского месторождения имеет следующий усредненный химический состав (мас. %): SiO_2 —52,89; Al_2O_3 —11,83; FeO — 1,43; Fe_2O_3 —16,74; MgO — 4,31; CaO — 0,82; K_2O — 8,57; Na_2O — 0,14.

Термогравиметрический анализ глауконита проводился на дериватографе системы Паулик-Эрден (Венгрия). Кривая нагревания глауконита характеризуется двумя четко выраженными эндотермическими эффектами. Первый эффект обусловлен выделением основного количества адсорбированной и межслоевой воды и наблюдается в интервале температур 95–100 °С. Второй эндотермический эффект отмечен в интервале температур 518–565 °С, что соответствует удалению конституционной воды. Термогравиметрическими исследованиями было установлено, что при увеличении температуры происходит сужение межплоскостного расстояния, что объясняется удалением структурно-связанной воды и как следствие наблюдается резкое понижение сорбционной емкости глауконита.

3.2. Изучение сорбционно-обменных свойств Сорбция ионов аммония

Основной характеристикой равновесной сорбции является изотерма, устанавливающая взаимосвязь между количеством поглощенного вещества и его равновесной концентрацией. На рис. 1 представлена концентрационная изотерма сорбции ионов аммония глауконитом в Na-форме. Максимальная сорбция ионов аммония для природного глауконита составляет $0,025 \pm 0,004$ ммоль/г в изучаемом интервале концентраций.

На рис. 2 изображена интегральная кинетическая кривая сорбции ионов аммония глауконитом. Сложный характер кинетической кривой свидетельствует о том, что сорбция ионов аммония осуществлялась по внутридиффузионному механизму. Ионный обмен ионов аммония происходит не только на поверхности глауконита, но и в его поровых пространствах, где расположены менее доступные обменные центры. Для ионов аммония кроме термодинамического фактора селективности действует более весомый кристаллохимический (геометрический) фактор. Повышенная сорбция ионов аммония обусловлена их локализацией в шестичленных кольцах структуры, обладающих свободным сечением, соразмерным сорбируемому катиону.

3.3. Сорбция ионов аммония глауконитом, модифицированным оксигидратом марганца

Глауконит, как и все глины, склонен к деагрегации. Для использования глауконита в качестве сорбента в водной среде, необходима дополнительная обработка минерала (модификация), предотвращающая процессы пептизации зерен. Слоистая структура минерала позволяет прочно закреплять и удерживать на поверхности зерна пленку из оксигидратов многовалентных металлов.

Модификацию глауконита осуществляли нанесением на его поверхность пленки оксигидрата марганца, которая предотвращала пептизацию сорбента, а также обладая концевыми OH^- группами, служила ионообменными центрами.

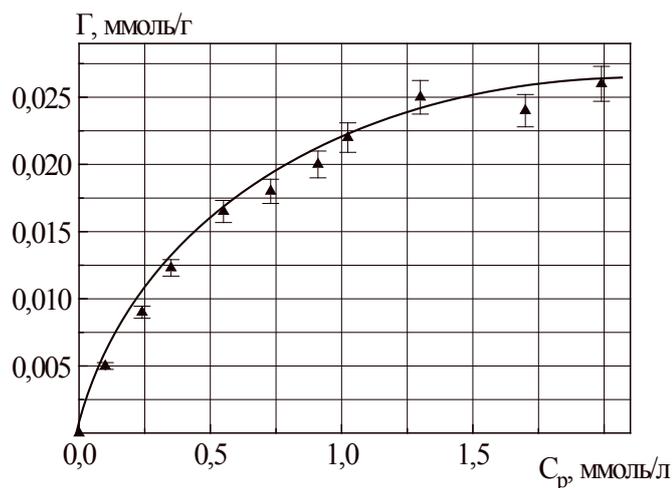


Рис. 1. Изотерма сорбции ионов аммония глауконитом в Na-форме (pH = 7)

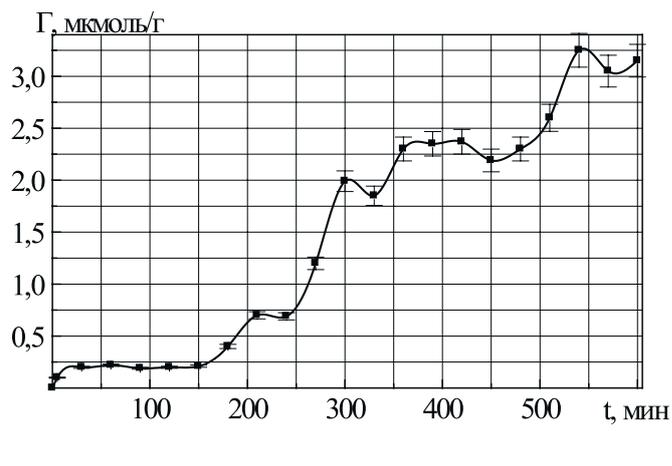
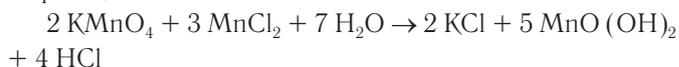


Рис. 2. Кинетика сорбции ионов аммония глауконитом в Na-форме

Модификацию глауконита проводили следующим образом: глауконит промывали 1%-м раствором соляной кислоты в течение трех суток, после чего отмывали водой до отрицательной реакции на хлорид ион и высушивали при температуре 105–110°C. Пленку оксигидрата марганца на поверхность глауконита наносили двумя методами. Первый метод заключался в последовательном пропускании растворов перманганата калия и пероксида водорода через ионообменную колонку с глауконитом. Образованная на поверхности зерен глауконита пленка оксигидрата марганца (криptomелана) $MnO(OH)_2 \cdot nH_2O$ не имела однородных сорбционных центров, поэтому на рис. 3 можно наблюдать даже снижение сорбционной активности по сравнению с природным минералом.

Второй метод заключался в нанесении пленки путем последовательного пропускания через глауконит, поме-

щенный в ионообменную колонку, 0,25%-ного раствора перманганата калия и 0,3%-ного раствора хлорида марганца (II). В результате восстановления перманганата калия хлоридом марганца (II) на поверхности глауконита образуется более «качественная» пленка из оксигидратов марганца:



Максимальная сорбция ионов аммония для модифицированного вторым методом глауконита составила $0,054 \pm 0,005$ ммоль/г.

На рис. 3 представлены концентрационные изотермы сорбции ионов аммония природным и модифицированным глауконитом.

Кинетика сорбции ионов аммония глауконитом, модифицированным оксигидратом марганца представлена на рис. 4. Кинетическая зависимость свидетельствует о

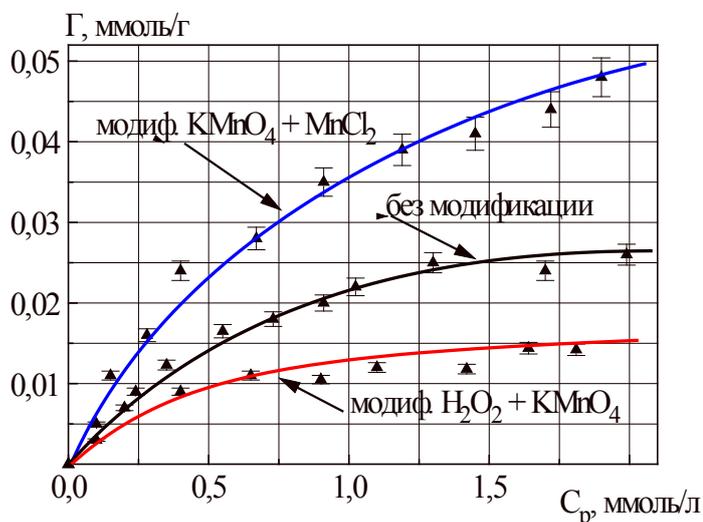


Рис. 3. Изотермы сорбции ионов аммония природным и модифицированным глауконитом (pH = 7)

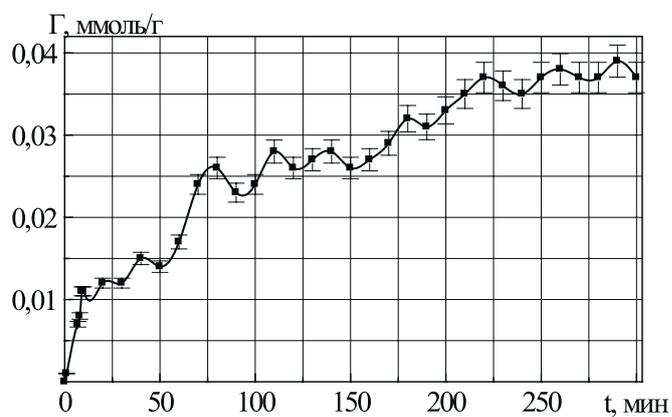


Рис. 4. Кинетика сорбции ионов аммония модифицированным глауконитом

внешнедиффузионной сорбции. Ионы аммония взаимодействуют с концевыми OH^- группами образованного криптомелана по ионообменному механизму, т.к. после сорбции растворы имели рН ниже исходного значения.

Изучение влияния рН на сорбцию ионов аммония модифицированным глауконитом показало, что максимальные значения сорбции отмечены в интервале $\text{pH} = 7-9$ и составляют $0,068 \pm 0,006$ ммоль/г.

4. Заключение

1. Рентгеноструктурным, рентгенофазовым, термодинамическим анализом определена структура, минералогический, химический состав глауконита Каринского месторождения.

Литература:

1. Григорьева Е.А. Сорбционные свойства глауконита Каринского месторождения: Дис. ... канд. хим. наук. Южно-Уральский гос. Ун-т. Челябинск, 2004. 140 с.
2. Салдадзе, К.М. Комплексообразующие иониты (комплекситы) / К.М. Салдадзе, В.Д. Копылова-Валова. — М.: Химия. 1980. — 336 с.

2. Изотермы сорбции ионов аммония глауконитом, в интервале концентраций $0-2$ ммоль/л, удовлетворительно описываются уравнением Ленгмюра. Максимальная емкость природного глауконита в изучаемом интервале концентраций по отношению к ионам аммония составила $0,025$ ммоль/г.

3. Разработана методика модификации глауконита оксигидратом марганца, которая позволяет в два раза увеличить сорбционную емкость по отношению к ионам аммония, по сравнению с природным глауконитом. Максимальная сорбционная емкость модифицированного оксигидратом марганца минерала составила $0,054$ ммоль/г.

4. Экспериментально подтверждено, что модифицированный глауконит взаимодействует с ионами аммония по ионообменному механизму.

БИОЛОГИЯ

Микробная трансформация N-бензоилцитрилами́на и интерпретация строения метаболитов

Паршиков Игорь Альбертович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;
Зарайский Евгений Ильич, кандидат биологических наук
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

Ключевые слова: грибы, окисление, метаболит, трансформация, терпены

Key words: fungi, oxidation, metabolite, transformation, terpenes

Введение

Производные монотерпенов полученные с помощью микробных превращений (трансформаций) могут быть использованы в органическом синтезе веществ для нужд фармакологии, косметики и сельского хозяйства (аттрактанты) [1,2].

Было установлено, что некоторые штаммы микроорганизмов из родов *Pseudomonas*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др. способны окислять алифатические атомы углерода и кратные связи терпенов, однако, обычно процесс идет нерегиоспецифично и образуется большая гамма окисленных продуктов трансформации [3,4].

Целью настоящей работы было изучение направленности процесса трансформации N-бензоилцитрилами́на в зависимости от штамма микроорганизма, некоторыми грибами обладающими трансформирующей активностью по отношению к некоторым азотистым гетероциклам [5].

Методы

Штаммы грибов *Beauveria bassiana* ВКМ F-3111Д и *Scopulariopsis brevicaulis* ВКМ F-406 были по-

лучены из Всероссийской коллекции микроорганизмов. Гриб *Cunninghamella verticillata* ВКПМ F-430 был получен из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Процесс инкубации и экстракция проводились по известной методике [6].

Субстрат для трансформации, растворенный в 2 мл этилового спирта, добавляли в концентрации 200 мг/л.

Продукты трансформации выделяли методом колонной хроматографии на силикагеле Kieselgel 0.036–0.200 (Merck, ФРГ) последовательной элюцией n-гексаном, смесью n-гексана и этилацетата (в соотношениях 50:1, 10:1, 1:1), этилацетатом и этанолом.

Хроматографию в током слое проводили на пластинках с силикагелем 60F₂₅₄ (Merck, ФРГ) в системе растворителей: этилацетат – n-гексан – метанол (5:5:1).

Масс-спектры записывали на приборах VG ZAB HSQ (VG Instruments, Inc., Великобритания) и Varian MAT-112S (Varian, США) при энергии ионизации 70 эВ.

Оценку чистоты веществ и количественное определение продуктов трансформации проводили методом ГЖХ на приборах Hewlett-Packard, США (Model 5890, 5890 Series II)

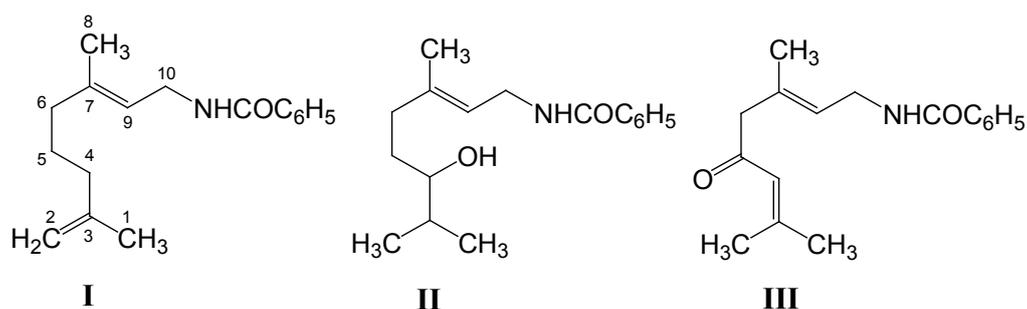


Рис 1. Структура N-бензоилцитрилами́на (I) и его метаболитов – 4-гидрокси-N-бензоилцитрилами́на (II) и 5-оксо-N-бензоилцитрилами́на (III)

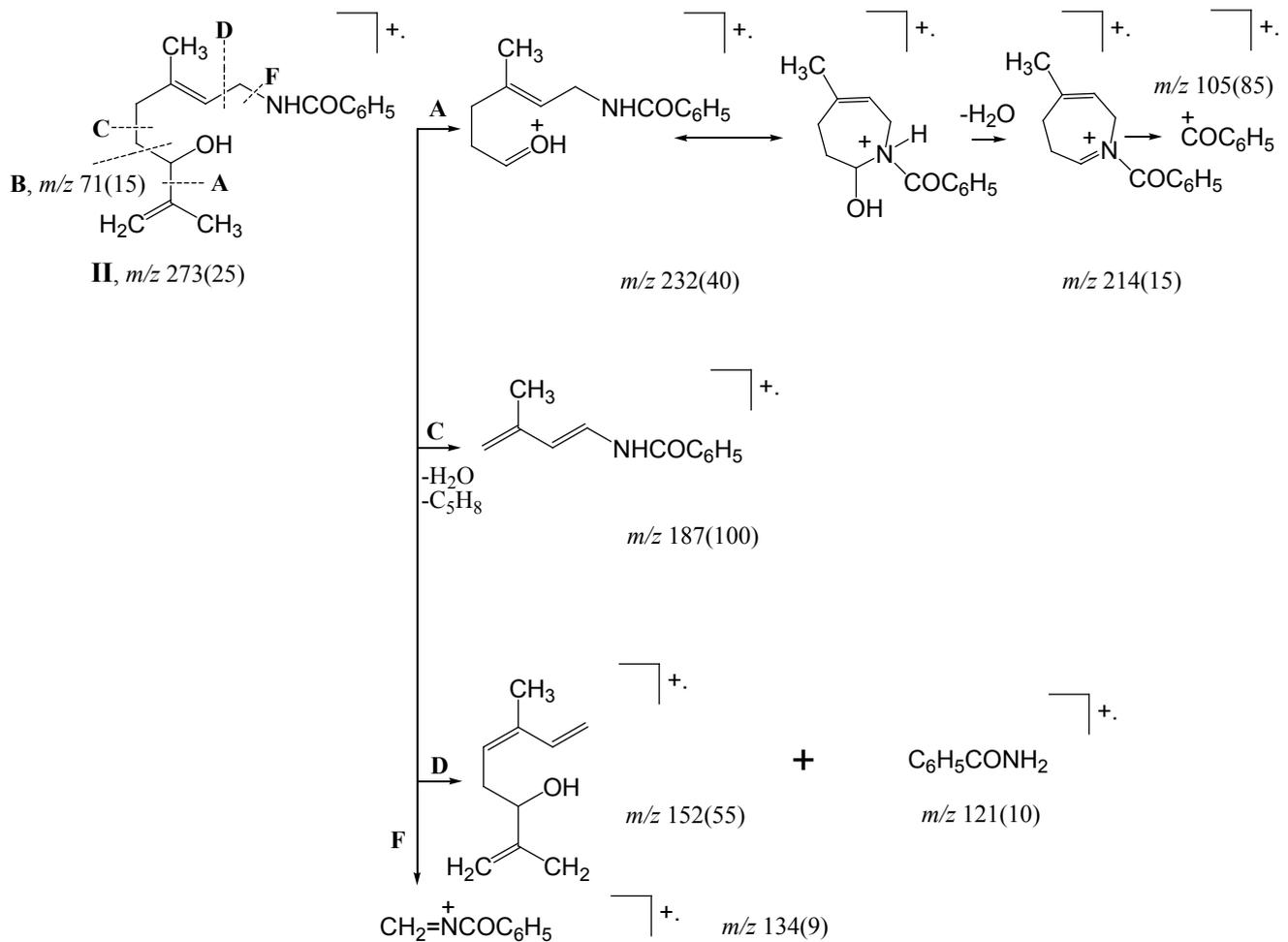


Рис 2. Процесс образования фрагментных ионов 4-гидрокси-N-бензоилцитриламина (II) при электронном ударе

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что грибы *B. bassiana* ВКМ F-3111Д и *C. verticillata* ВКПМ F-430 превращают *N*-бензоилцитриламин (I) в 4-гидрокси-N-бензоилцитриламин (II) с выходами продукта 20% (Рис 1). Гриб *S. brevicaulis* ВКМ F-406 превращал *N*-бензоилцитриламин (I) в 5-оксо-N-бензоилцитриламин (III) с выходом 30% (Рис 1).

В случае трансформации *N*-бензоилцитриламина (I) грибом *S. brevicaulis* ВКМ F-406 помимо кетона (III) было обнаружено большое количество неидентифицированных продуктов.

Структуру соединения II подтверждает характер его масс-спектрального распада (Рис 2). Наличие гидроксильной группы в положении 4 доказывается наличием в масс-спектре интенсивных пиков ионов с массовыми числами m/z 232 (распад по пути «А»), а также m/z

71 (путь «В») образующихся в результате распада С-С связей вокруг гидроксилсодержащего атома углерода (Рис 2).

Подтверждение строения кетона III следует из анализа масс-спектра (Рис 3), поскольку фрагментация его молекулярного иона, аналогична распаду С-С связей в M^+ -ионе соединения II. Вокруг карбонильного иона кетона III (направления распада «А» и «В») образуются фрагменты m/z 216, 55 (направление «А») и 188, 83 (направление «В»).

Ранее нами была исследована трансформация мирцанальсемикарбазона грибом *Penicillium simplicissimum* КМ-16 с образованием одного продукта – 4-гидрокси-5-изопропил-5-метокси-2,5-дигидрофуран-2-она [6].

Гидроксилированный продукт – 4-гидрокси-N-бензоилцитриламин (II) может быть использован в органическом синтезе новых веществ для нужд фармакологии, косметики и сельского хозяйства.

Литература:

1. Parshikov I.A., Netrusov A.I., Sutherland J.B. Microbial transformation of antimalarial terpenoids // Biotech. Adv. 30.03.12. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.03.010> (дата обращения 15.04.2012)

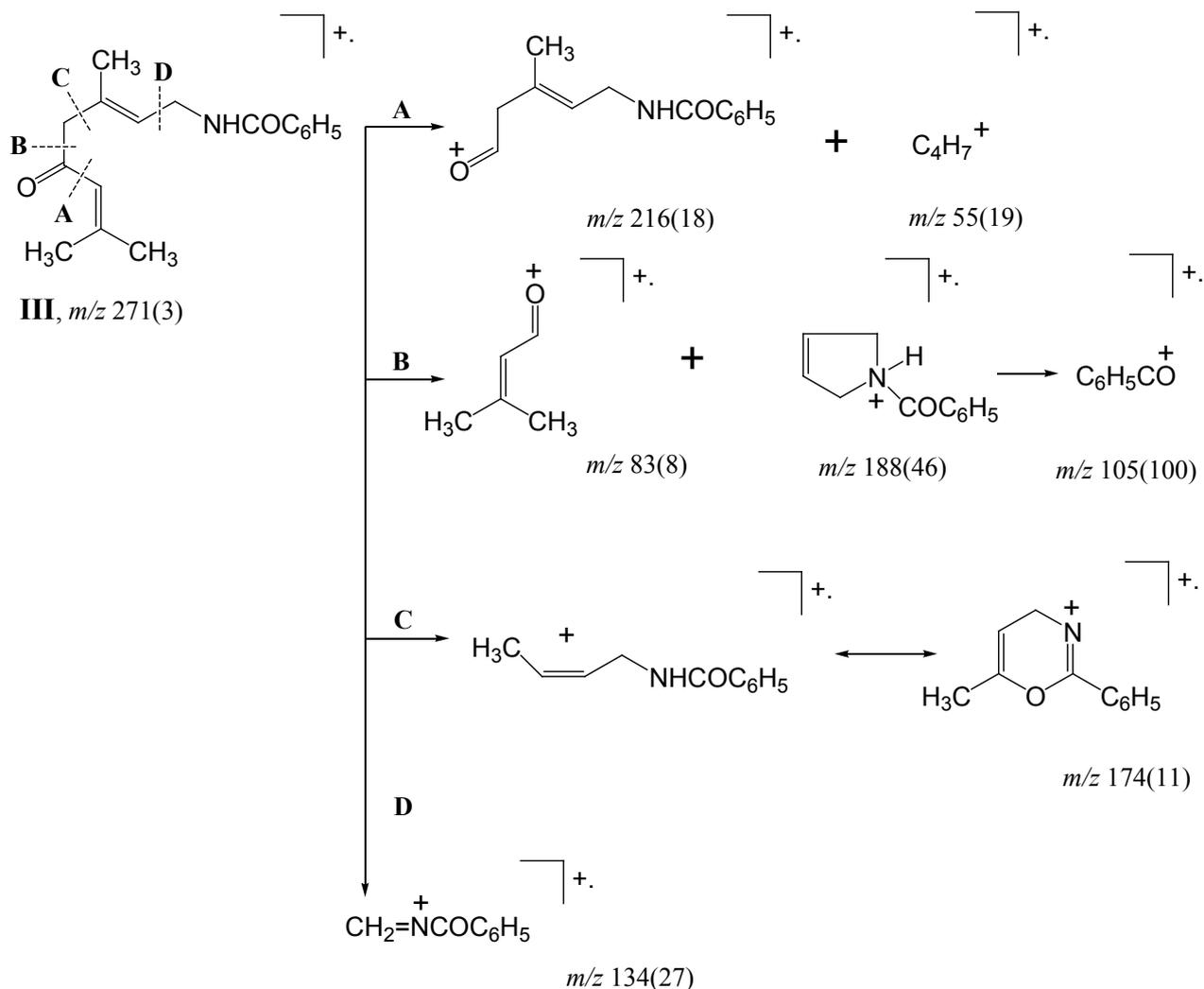


Рис 3. Процесс образования фрагментных ионов 5-оксо-N-бензоилцитриламина (III) при электронном ударе

2. Khamsan S., Liawruangrath B., Liawruangrath S., Teerawutkulrag A., Pyne S.G., Gars M.J. Antimalarial, Anticancer, antimicrobial activities and chemical constituents of essential oil from the aerial parts of *Cyperus kyllingia* Endl // *Rec. Nat. Prod.* 2011. Vol. 5. N 4. P. 324–327.
3. Esmaili A., Hashemi E. Biotransformation of myrcene by *Pseudomonas aeruginosa* // *Chem. Cent. J.* 2011. Vol. 5. N 26. P. 1–7.
4. De Oliveira B.H., trapasson R.A. Biotransformation of the monoterpene, limonene, by *Fusarium verticilloides* // *Braz. Arch. Biol. Technol.* 2000. Vol. 43. N 1. P. 11–14.
5. Parshikov I.A., Terentyev P.B., Modyanova L.V. Microbiological transformation in a series of nitrogen containing-heterocycles. // *Chem. Heterocycl. Compd.* 1994. Vol. 30. N 11–12. P. 1308–1330.
6. Parshikov I.A., Terentyev P.B., Modyanova L.V., Hofmann H., Haufe G., Vogel M. Microbiological synthesis of 4-hydroxy-5-isopropyl-5-methoxy-2,5-dihydrofuran-2-one // *Chem. Heterocycl. Compd.* 1994. Vol. 30. N 5. P. 626.

ЭКОЛОГИЯ

Сравнительный таксономический анализ биологического разнообразия Западного и Восточного Кавказа

Фесун Максим Евгеньевич, магистрант
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Проблема изучения биологического разнообразия Кавказа актуальна в связи с усилившимся антропогенным воздействием на окружающую среду. Представления о различиях и сходстве таксонов двух регионов Кавказа дает представление об ареале распространения отдельных видов, родов и семейств.

Западный и Восточный Кавказ — два географически противоположных друг другу региона со своими уникальными представителями флоры. В течение многих лет происходило постепенное формирование флоры Кавказа, которая включила в себя представителей различных флористических царств. Так, например, если Западный Кавказ больше тяготеет к Средиземноморской флоре, то Восточный — к Туранской и Гирканской флорам [2, 3]. Характерный для этих регионов ландшафт и несхожие экологические факторы способствовали появлению большого числа эндемиков. Тем не менее, Кавказ — это единая горная экосистема.

Исследование флор Западного и Восточного Кавказа проведены для изучения общностей и гетерогенности двух флор российского Кавказа. Нельзя не сказать о важности сравнительного анализа флористического биоразнообразия для дальнейших исследований в области изучения динамики распространения тех или иных видов растений.

Были составлены таблицы аборигенных видов этих регионов Северного Кавказа, что позволило сделать таксо-

номический анализ и сравнить их между собой, применив коэффициент Жаккарта.

В таблице 1 представлены десять крупнейших семейств Северо-Западного Кавказа: *Asteraceae* — 348 (12,5%), *Poaceae* — 316 (11,5%), *Fabaceae* — 204 (7,5%), *Brassicaceae* — 134 (5%), *Apiaceae* — 119 (4,3%), *Lamiaceae* — 119 (4,3%), *Caryophyllaceae* — 116 (4,2%), *Rosaceae* — 115 (4,1%), *Scrophulariaceae* — 106 (3,8%), *Ranunculaceae* — 60 (2,1%). Вместе они составляют 1637 видов (60%).

Наиболее крупными родами флоры являются следующие: *Carex* — 67 видов, *Hieracium*, *Campanula*, *Veronica* — по 38 видов, *Trifolium* — 33 вида, *Astragalus* — 32 вида, *Ranunculus* — 30 видов, *Vicia* — 29 видов, *Potentilla* — 29 видов, *Euphorbia* — 28 видов.

Многие семейства естественной флоры Западного Кавказа и Предкавказья малочисленны: по одному виду имеют 23 семейства (*Osmundaceae*, *Salviniaceae*, *Marsilaceae*, *Ophioglossaceae* и др.)

В результате анализа естественной флоры Восточного Кавказа и Предкавказья было выявлено 3131 вида, который в свою очередь относятся к 151 семейству, 822 родам.

По данным из таблицы 3 можно говорить о десяти крупнейших семействах Восточного Кавказа: *Asteraceae* — 402 (12,8%), *Poaceae* — 299 (9,5%), *Fabaceae* —

Таблица 1. Десять крупнейших семейств естественной флоры Западного Кавказа и Предкавказья

Семейство	Количество видов	
	Абсолютный показатель, шт.	Относительный показатель, %.
<i>Asteraceae</i>	348	12,5
<i>Poaceae</i>	316	11,5
<i>Fabaceae</i>	204	7,5
<i>Brassicaceae</i>	134	5
<i>Apiaceae</i>	119	4,3
<i>Lamiaceae</i>	119	4,3
<i>Caryophyllaceae</i>	116	4,2
<i>Rosaceae</i>	115	4,1
<i>Scrophulariaceae</i>	106	3,8
<i>Ranunculaceae</i>	60	2,1

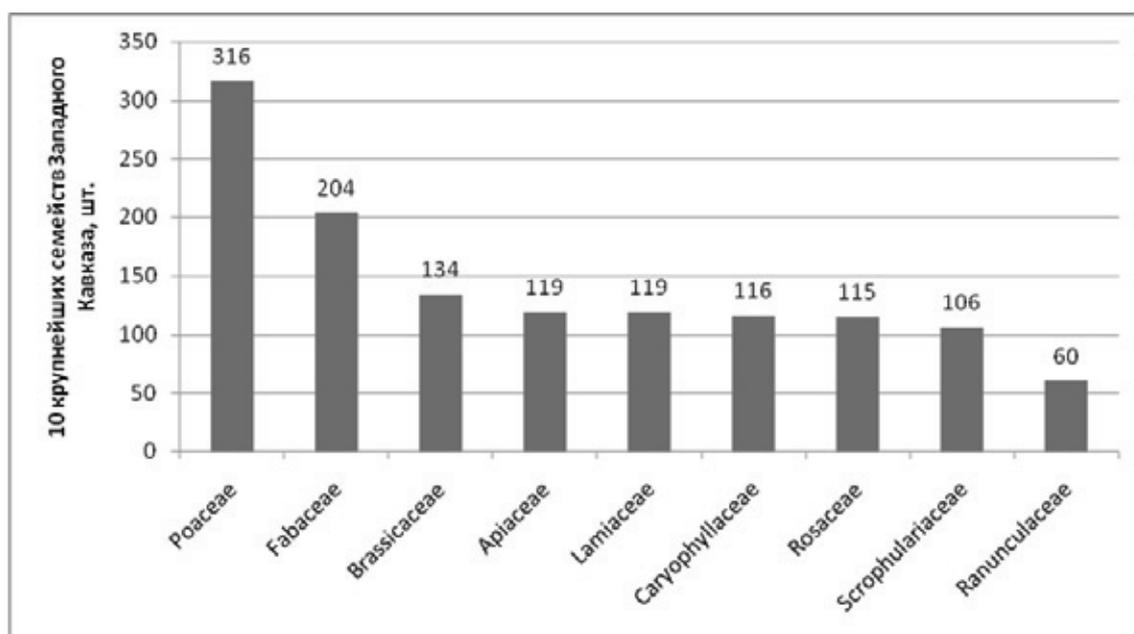


Рис. 1. Десять крупнейших семейств Западного Кавказа

Таблица 2. Десять крупнейших родов естественной флоры Западного Кавказа и Предкавказья

Род	Количество видов, шт
<i>Carex</i>	67
<i>Hieracium</i>	38
<i>Campanula</i>	38
<i>Veronica</i>	38
<i>Trifolium</i>	33
<i>Astragalus</i>	32
<i>Ranunculus</i>	30
<i>Vicia</i>	29
<i>Potentilla</i>	29
<i>Euphorbia</i>	28

Таблица 3. Десять крупнейших семейств естественной флоры Восточного Кавказа

Семейство	Количество видов	
	Абсолютный показатель, шт.	Относительный показатель, %.
<i>Asteraceae</i>	402	12,8
<i>Poaceae</i>	299	9,5
<i>Fabaceae</i>	227	7,2
<i>Brassicaceae</i>	190	6,0
<i>Rosaceae</i>	158	5,0
<i>Caryophyllaceae</i>	140	4,4
<i>Apiaceae</i>	140	4,4
<i>Chenopodiaceae</i>	131	4,1
<i>Lamiaceae</i>	127	4,0
<i>Cyperaceae</i>	114	3,6

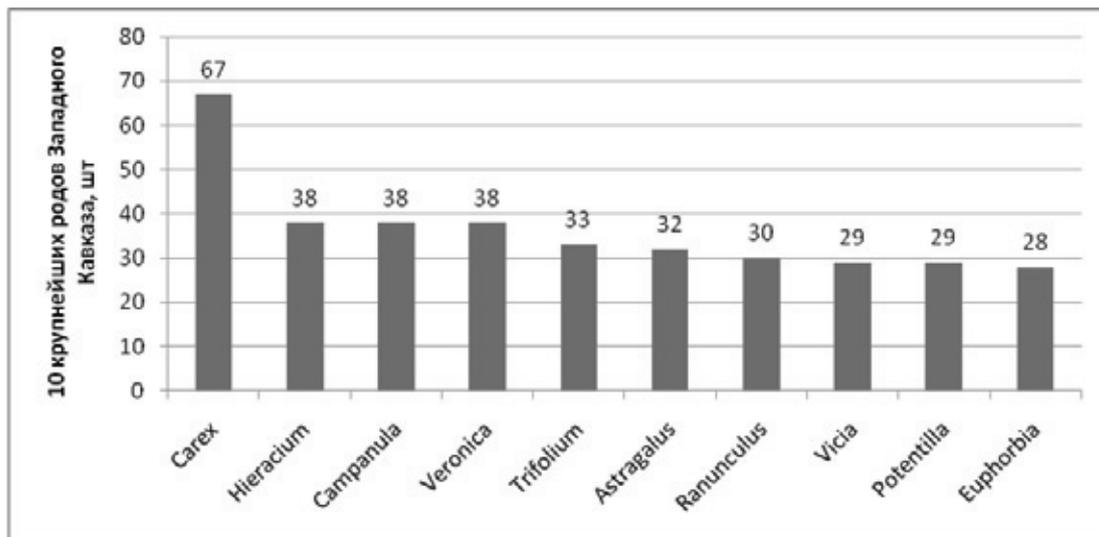


Рис. 2. Десять крупнейших родов Западного Кавказа

Таблица 4. Десять крупнейших родов естественной флоры Восточного Кавказа

Род	Количество видов, шт.
<i>Carex L.</i>	78
<i>Astragalus L.</i>	57
<i>Rosa L.</i>	46
<i>Trifolium L.</i>	34
<i>Vicia L.</i>	31
<i>Veronica L.</i>	30
<i>Allium L.</i>	30
<i>Hieracium L.</i>	29
<i>Silene L.</i>	28
<i>Galium L.</i>	28

227 (7,2%), *Brassicaceae* – 190 (6%), *Apiaceae* – 140 (4,4%), *Lamiaceae* – 127 (4,0%), *Caryophyllaceae* – 140 (4,4%), *Rosaceae* – 158 (5%), *Chenopodiaceae* – 131 (4,1%), *Cyperaceae* – 114 (3,6%). Вместе они составляют 1928 видов (61%).

Наиболее крупными родами флоры являются следующие: *Carex* – 78 видов, *Rosa* – 46 видов, *Allium*, *Veronica* – по 30 видов, *Trifolium* – 34 вида, *Astragalus* – 57 видов, *Vicia* – 31 видов, *Hieracium* – 29 видов, *Silene* – 28 видов, *Galium* – 28 видов.

Для сравнения общности флор Западного и восточного Кавказа мы воспользуемся коэффициентом Жаккарта [1, 4, 5], так как она наиболее полно отображает степень флористического сходства этих регионов.

Расчет сходства флор проводился по следующей формуле:

$$K_j = \frac{a}{a+b-c},$$

где a – количество видов на первой пробной площадке, b – количество видов на второй пробной площадке, c – количество видов, общих для 1-й и 2-й площадок.

Если $K_j = 0,35$ это говорит о сходстве флоры, имеющими почти половину общих видов.

Можно сделать вывод, что флоры Северного и Восточного Кавказа очень близки и взаимозависимы. Факторами, которые сказались на их сравнительном расхождении в таксонах, явилось отдаленное географическое положение двух регионов.

Западный и Восточный Кавказ хоть и имеют сходство во флористическом разнообразии, но в большей степени обладают эндемизмом. Данное положение подтверждается полученными данными из расчета коэффициента Жаккара, который равен 0,35.

Флора Восточного Кавказа отличается большим разнообразием – 3131 вид, чем Западного – 2749 вид. Это можно объяснить географическим положением региона Восточного Кавказа, то есть близкое расположение к Туранской и Гирканской флорам [3].

Характерный для этих регионов ландшафт и несхожие экологические факторы способствовали появлению большого числа эндемиков. Тем не менее, Кавказ – это единая горная экосистема.

Литература:

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Ленинград: Наука. 1969. 232 с.
2. Гвоздецкий Н.А. Кавказ. Очерк природы. М.: Гос. изд-во географ, лит. 1963. 262 с.
3. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. М.: Наука. 1978. 248 с.
4. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1980. 176 с.
5. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Ленинград: Изд. Ленингр. ун-та. 1984. 288 с.

ГЕОГРАФИЯ

Орографические особенности высокогорий Восточного Кавказа

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор
Дагестанский государственный педагогический университет (г. Махачкала)

В статье анализируются основные орографические элементы высокогорий Восточного Кавказа, описанные в период многолетних полевых экспедиционных исследований автора.

Ключевые слова: высокогорье, хребет, орография, современные экзогенные процессы, Восточный Кавказ, Высокогорный Дагестан, Главный Кавказский (Водораздельный) хребет, Боковой хребет.

Ataev Z.V.

Orographical features of high mountains of the Eastern Caucasus

Высокогорья Восточного Кавказа образованы частью Главного Кавказского (Водораздельного) хребта, звеньями Бокового хребта и расположенными между ними межгорными котловинами. Общее простирание высокогорий с запада-северо-запада на восток-юго-восток. Здесь находятся бассейны верхних и средних течений Андийского, Аварского, Кара- и Казикумухского Койсу, Самура и Гюльгерычая. Высшей точкой рассматриваемого региона является гора Базардюзю (4466 м).

В геологическом плане высокогорья сложены, главным образом, глинистыми сланцами, песчаниками и известняками нижне- и среднеюрского, мелового и палеоген-неогенового возраста [2]. Потому в геологической литературе этот район носит название Сланцевого Дагестана.

Рельеф и современные экзогенные процессы Восточного Кавказа рассматривались в многочисленных работах отечественных ученых, однако с момента их опубликования получены новые данные о морфоструктурных и морфоскульптурных особенностях региона. Рассмотрим более детально основные орографические элементы (табл. 1), описанные нами в период ежегодных (с 1977 года) полевых экспедиционных исследований [5; 8; 10], давших возможность внести определенные корректировки в решение вопроса.

Главный Кавказский хребет в пределах Восточного Кавказа (Дагестана) протягивается единым водоразделом рек северного и южного склонов от горы Сабакунис-цвери (3180 м) на западе-северо-западе до горы Базардюзю (4466 м) на востоке-юго-востоке. Общая длина Главного хребта в рассматриваемой зоне равна 329 км при средней

высоте 3111 м. Восточнее горы Малкамуд (3882 м) Главный Кавказский хребет достигает альпийских высот, а вершины Чарындаг (4079 м) и Рагдан (4020 м) являются четырехтысячниками. Базардюзю (4466 м) высится в 1,2 км к северо-востоку от Главного Кавказского хребта. Средние высоты Главного Кавказского хребта колеблются по отдельным речным бассейнам (табл. 2).

Через Главный Кавказский хребет были с давних времён проложены перевалы, соединяющие в летний период Дагестан с Грузией и Азербайджаном [12]. Таковыми перевалами являются Кодорский (2363 м), Мушак (2157 м), Вантляшетский (2441 м), Мачхалросо (2821 м), Мачхалросо (2865 м), Диндидагский (2292 м), Салаватский (2852 м), Гдымский (2906 м), Фийский (3104 м) и т.д.

На северо-восток от Главного Кавказского хребта отходят его отроги, главными из которых являются Базар-Ерыдагский (4466 м), Шалбуздагский (4142 м), Кириоти (3683 м) и Анзатль (3338 м) (табл. 3).

Хребет Кириоти отделяет бассейн Метлюты от Андийского Койсу. Это один из крупнейших отрогов Главного Кавказского хребта. От узловой точки — г. Сабакунис-цвери (3180 м), хребет Кириоти первые 20 км служит границей Дагестана с Грузией. Далее резко возвышаясь до высоты 3683 м (г. Кириоти) хребет после вершины Куса (3614 м) стремительно снижается к месту слияния рек Китлярта и Шаитли, на которое и приходится его окончание. Южные склоны хребта более развиты в плане орографии и более пологи. Северные и северо-восточные склоны круты, обрывисты и коротки. Получая больше осадков, северные склоны максимально

Таблица 1. Сведения об основных высокогорных хребтах Восточного Кавказа

№ п/п	Название хребта	Основное направление	Длина (км)	Средняя высота (м)	Высшая точка (м), название
1.	Главный Кавказский*	ВЮВ	329	3111	4079 (г. Чарындаг)
<i>Хребты бассейна р. Сулак</i>					
2.	Снеговой	СВ	29	3382	4285 (г. Диклосмта)
3.	Кириоти	ССВ	43	3135	3683 (г. Кириоти)
4.	Богосский	СВ	79	3366	4151 (г. Аддала-Шухгельмеэр)
5.	Анзатль	ССВ	22	2776	3338 (г. Анзатль)
6.	Таклик	СВ	22	3662	3971 (г. Хашхарва)
7.	Нукатль	СЗ, СВ	105	3271	3932 (г. Бутнушуер)
8.	Бишиней	С	35	3468	4105 (г. Бишиней)
9.	Шалиб	С	51	3121	4053 (г. Боданай)
10.	Какыту	ССЗ	31	3128	3709 (г. Какыту)
11.	Кокма	С, СВ, СЗ	20	3037	3801 (г. Малый Алахундаг)
<i>Хребты бассейна р. Самур</i>					
12.	Дюльтыдаг (с хр. Чульты)	ЮВ	49	3651	4127 (г. Дюльтыдаг)
13.	Саладаг	ЮЮВ	32	3351	3891 (г. Чаан)
14.	Хултайдаг	ЮВ	47	3139	3521 (г. Хорай)
15.	Самурский	ЮВ	73	3123	3844 (г. Алахундаг)
16.	Цокульдаг	Ю	25	3182	3826 (г. Шиназдаг)
17.	Кябьактепе	ВЮВ	61	3303	4017 (г. Деавгай)
18.	Шалбуздагский	ССВ	33	3067	4142 (г. Шалбуздаг)
19.	Базар-Ерыдагский	ВСВ	33	3250	4466 (г. Базардюзи)

* – в пределах Дагестана

Таблица 2. Основные сведения о Главном Кавказском хребте на Восточном Кавказе

Бассейн реки	Длина хребта, км	Высота, м		Высшая точка (м), название
		средняя	максимальная	
Андийское Койсу	40	2880	3116	г. Ниникасцихе
Аварское Койсу	119	2881	3648	г. Гутон
Самур	170	3272	4079	г. Чарындаг

Таблица 3. Сведения об отрогах Главного Кавказского хребта на Восточном Кавказе

№ п/п	Название хребта-отрога	Направление	Длина (км)	Средняя высота (м)	Высшая точка (м), название
1.	Кириоти	СВ	43	3135	3683 (г. Кириоти)
2.	Анзатль	СВС	22	2590	3338 (г. Анзатль)
3.	Шалбуздагский	С	33	3067	4142 (г. Шалбуздаг)
4.	Базар-Ерыдагский	СВ	33	3250	4466 (г. Базардюзи)

облесены, где преобладают леса из сосны и березы. В северо-западном каровом цирке массива Кириоти сохранились следы древнего оледенения. Здесь в истоке р. Букиатли залегает небольшое фирновое поле. Плотный фирн покоится в затененном горном уголке, образованном вершинами Авазулкал, Чехок и Куса и их северными отрогами. В долинах хребта Кириоти, образующих северо-

западный борт Дидойской котловины, лежат большинство аулов Цунтинского района. Это Хутрах, Шапих, Терутли, Кимятли, Цибари, Мокок, Галатли, Хебатли и другие.

Хребет-отрог Анзатль невелик, но выполняет важную роль климатической границы двух главных истоков Аварского Койсу – Хзанора и Джурмута [7]. На-

Таблица 4. Основные сведения о Боковом хребте на Восточном Кавказе

Бассейн реки	Длина хребта, км	Высота, м		Название вершины
		средняя	максимальная	
Койсу	155	3670	4151	г. Аддала-Шухгельмеэр
Самур	150	3560	4466	г. Базардюзю

Таблица 5. Основные сведения о звеньях Бокового хребта на Восточном Кавказе

№ п/п	Название хребта	Направление	Длина (км)	Средняя высота (м)	Высшая точка (м), название
1.	Снеговой	ВСВ	29	3382	4285 (г. Диклосмта)
2.	Богосский	СВ	79	3366	4151 (г. Аддала-Шухгельмеэр)
3.	Нукатль	С	105	3271	3932 (г. Бутнушуер)
4.	Бишиной	С	35	3468	4105 (г. Бишиной)
5.	Таклик	ЮВ	22	3663	3971 (г. Хашхарва)
6.	Саладаг	ЮВЮ	32	3351	3891 (г. Чаан)
7.	Дюльтыдаг	ВЮВ	27	3668	4127 (г. Дюльтыдаг)
8.	Шалиб	С	51	3121	4053 (г. Боданай)
9.	Чульты	ЮВ	22	3624	3857 (г. Виралю)
10.	Какыту	С	31	3094	3708 (г. Какыту)
11.	Хултайдаг	ЮВ	47	3139	3521 (г. Хорай)
12.	Самурский	В	73	3123	3844 (г. Алахундаг)
13.	Кябьяктепе	ВЮВ	61	3303	4017 (г. Деавгай)

чало отрога приходится на г. Хошимар (3073 м), лежащую на стыке отрога с Главным Кавказским хребтом. Постепенно повышаясь, хребет на 5-м км достигает своей высшей точки – г. Анзатль (3388 м). Далее к северу вплоть до района аула Анцух он имеет вид среднегорного хребта. В истоках рек Квалишор и Химрик на склонах хребта покоится 5 «небесных» озер, входящих в обширную группу Джурмутских озер.

Шалбуздагский хребет делится на равные по длине, но абсолютно разные по геоморфологическим и высотным признакам участки. Первые 16 км вбирает в себя высокий сланцевый, так называемый «Чолохский гребень» и известняковые скалы Шалбуздага (4142 м и 3889 м). Далее на север протягивается низкий сланцево-песчаниковый хребет (высшая точка – г. Караулмет, 2766 м) вплоть до с. Ахты. Горный массив Шалбуздага имеет 4 основных скальных пика, образует широкий, ориентированный на север (к Самуру) горно-ледниковый цирк, который заполнен массой останцев и отдельных вершин второго порядка. У подошвы главного Шалбуздага имеется затененное фирновое поле. Сам хребет в совокупности разделяет бассейны Ахтычая и Усучая – правых притоков Самура.

Базар-Ерыдагский отрог протягивается на северо-восток на 33 км. Высшей точкой отрога является Базардюзю, служащий перемычкой между Главным Кавказским хребтом и Яру-Шахдагским массивом. У Базардюзю три вершины – Главная (4466), Восточная (4301) и Каранлыг (3997).

Боковой хребет расположен севернее и параллельно Главному Кавказскому хребту. Он состоит из отдельных горных хребтов и массивов, разделенных долинами четырех Койсу, Самура, Ахтычая и Чехычая (табл. 4). Общая длина Бокового хребта в пределах Дагестана 305 км при средней высоте 3615 м.

Боковой хребет в Высокогорном Дагестане представлен рядом отдельных хребтов: Снеговой (4285 м), Богосский (4151 м), Нукатль (3932 м), Бишиной (4105 м), Таклик (3971 м), Саладаг (3891 м), Дюльтыдаг (4127 м), Шалиб (4053 м), Чульты (3857 м), Какыту (3708 м), Хултайдаг (3521 м), Самурский (3844 м), Кябьяктепе (4017 м) (табл. 5).

Снеговой хребет расположен на северо-западе Высокогорного Дагестана, на границе с Грузией и Чеченской республикой. Хребет простирается с юго-запада на северо-восток на 29 км, в нем высятся вершины Диклосмта (4283 м), Ортлобак (3937 м) и массив Бухалаф (3903 м). На долю Дагестана приходится 7 ледников (из 13) Снегового хребта.

Богосский хребет возвышается в междуречье Андийского и Аварского Койсу, высок и в части орографии достаточно сложен. Длина хребта 79 км. Средняя высота хребта 3366 м. Отроги Богоса – Кад, Хемамеэр, Тлим и Росода имеют такие крупные массивы, как Коготль (3808 м), Осука (4048 м), Анчобала (4111 м) и Тлимкапусли (3768 м). В Богосском хребте много вершин-четырёхтысячников – Чимис (4099 м), Бочек (4116 м), Косараку (4097

м), Беленги (4053 м), Тунсада (4013 м) и Ижена (4025 м). Самым высоким в этой серии является массив Адала-Шухгельмеэр (главная вершина — 4151 м и восточная — 4025 м), высящийся в центре мощного оледенения Богоса. Богосский хребет является отдельным узлом, площадь оледенения которого равна 16,5 км². Богосу принадлежит самый крупный ледник Восточного Кавказа — ледник Беленги, длиной 3,2 км и площадью 2,9 км². Другой, как и Беленги, долинный ледник Тинавчегелатль, длиной 2,7 км — один из шести крупнейших ледников Восточного Кавказа. К ледникам Богосского узла оледенения относятся и такие крупные долинны глетчеры, как Северо-Восточный Адала (длина 2,3 км), Большой Анцохский (2,1 км), Зигитли (2,1 км) на хребте Кад и Бочохский (он же — Осука), лежащий между горными пиками Косараку и Бочек.

Хребет Нукатль заполняет междуречье Аварского и Казикумухского Койсу. Хребет имеет ряд редко посещаемых и малоисследованных вершин — Бутнушуер (3932 м), Темиргох (3925 м), Оцолрак (3915 м) и Нукатль (3903 м). Оледенение Нукатльского хребта приурочено к наиболее высоким массивам — Нукатль и Бутнушуер. Всего здесь 16 каровых и два долинных ледников общей площадью 6,7 км². Самые крупные из них — ледники Квениш (длина 1,8 км), Нукатльский (1,7 км), Тлягда (1,4 км) на западном склоне Бутнушуера и Мазадинский (1,1 км) в истоках реки Мазадаор. В настоящее время практически все ледники Нукатля деградируют, уменьшаются как по длине, так и по объему ледовой массы.

Хребет Бишиней простирается на 35 км в междуречье Ойсора и Рисора. Доминирующими точками хребта являются массив Бишиней (главная вершина — 4106 м, южная — 4053 м) и Таклик (4047 м). На склонах хребта (главным образом восточных, обращенных к Рисору) залегает до 8 ледников, из которых ледники Бохзоб, Южно-Бишинейский и Иек имеют длину свыше 1 км. Крупнейший ледник, одноименный с хребтом, расположен в истоке р. Окноб и имеет длину 1,6 км.

Хребет Таклик (Халахур-Хашхарва) играет связующую роль хребта-перемычки между Главным Кавказским хребтом и такими грандами, как хребты Нукатль, Бишиней, Саладаг и Дюльтыдаг. Хребет начинается у пика Гутон и до стыка с Дюльтыдагом нигде не опускается ниже 3400 м. По своим средневысотным данным, он лидер среди высокогорных хребтов Дагестана. Хребет Таклик несёт на себе крупные очаги оледенения — Хашхарвинский и Такликский.

Хребет Саладаг играет роль крупного водораздела верховий Самура и его левого притока Дюльтычай. На хребте две доминирующие горы: красивая оледенённая гора Чаан (3891 м) и многовершинный массив Цац (3820 м). Хребет имеет небольшие очаги оледенения, причем все ледники ориентированы на восток или северо-восток. На хребте имеется легкодоступный скотоперевал Гилимуш (3036 м), через который жители аула Кусур гонят отары на обильнотравные луга Дюльтычайской долины.

Хребет Дюльтыдаг является крупным горным узлом, протянувшимся от долины Рисора до перевала Хири. Кроме вершины Дюльтыдаг (4127 м) здесь высятся такие громады, как Балиал (4007 м), Бабаку (3997 м) и Трехледниковая (3904 м). Бабаку — один из красивейших горных пиков Дагестана. Здесь имеют место ледники у горы Дюльтыдаг (Ятмичаар), на массиве Боданай, на северном склоне горы Балиал и три ледника в огромном каре пика Трехледниковый.

Хребет Шалиб отходит от хребта Дюльтыдаг на север на 51 км, высшая точка которого гора Боданай (4053). На участке до перевала Мечера имеет вид заснеженного и скалистого гребня, в котором привлекают взгляд пласты глинистого сланца на г. Ятмичаар (4050 м). Очень «разорван» горными породами отрезок «перевал Мечера — гора Люгуву (3479 м)». Здесь горные породы залегают как горизонтально, так и вертикально, образуя красивые пики Географов (Географического общества Дагестана) и Метико (3814 м). Оледенение здесь практически отсутствует.

Хребет Чульты — один из высочайших в Дагестане, хотя его высшая точка не достигает 3900 м (г. Виралю, 3858 м). Хребет является частью огромного Самуро-Сулакского водораздела, малоснежен, хорошо выражена безжизненная нивальная зона с множеством осыпей, каменных «хаосов», древних каровых цирков. Небольшое оледенение приурочено к г. Виралю.

Хребет Какыту отделяет Казикумухское Койсу от крупного правого притока — р. Кули. Хребет начинается от г. Виралю Западной (3744 м), образует ряд сланцевых вершин Какыту (высшая точка хребта), Барт (3057 м) и Чартулбак (3077 м) и, имея северо-северо-западное направление, заканчивается близ Хулисминского ущелья.

Хребет Хултайдаг начинается юго-восточнее г. Балиал (4007 м) и заканчивается у аула Лучек, где в Самур впадает его крупнейший левый приток Кара-Самур. Хребет лишён леса, имеет множество осыпей, а ниже покрыт разнотравными лугами. Это наименее посещаемый горный район Дагестана. Сам хребет имеет сглаженные формы рельефа с холмообразными вершинами и широкими седловинами перевалов. Высшая точка — г. Хорай (3521 м) поднимается над аулом Цахур на 31-м км от начала хребта.

Самурский хребет, ранее называемый хребтом Сарфунъял, является важной орографической единицей Бокового хребта. По своей протяженности (73 км) он уступает только Главному Кавказскому, Богосскому и Нукатлинскому хребтам. Хребет абсолютно лишён современного оледенения, хотя остатки древнего оледенения наблюдаются у г. Алахундаг (3844 м) и Шиназдаг (3826 м). Северо-восточные склоны хребта спускаются в долины рек Чирагчай и Курах, а юго-западные и южные служат левобережными склонами обширной Самурской котловины. На Самурском хребте следует отметить такие вершины, как Амирсундухибаш (3842 м), Амир (3778 м), Курудаг (3837 м), Унадаг (3696 м) и Гестинкиль (2788 м).

Имея в основном сланцевые породы, Самурский гребень у Гестинкиля прорывается мощными слоями крепких песчаников и известняков. Здесь и находится граница высокогорья и среднегорья в нижнем течении Самура. Среди крупных отрогов Самурского хребта следует отметить хребет Цокульдаг (длина 25 км, средняя высота 3182 м), Чимидаг, Чилидик и Кочхюрский.

Хребет Кябхактене тянется по правобережью среднего течения Самура на 61 км. Высшая точка хребта — гора Деавгай, достигающий высоты 4017 м. В узле Деавгя поднимаются вершины Шиди-Доглаб (3906 м), Цимирцы (3894 м) и Мидахиль (3820 м). Хребет соединён с Главным Кавказским хребтом хребтом-перемычкой Кябхак.

Хребты Бокового хребта связаны с Главным Кавказским хребтом поперечными перемычками Мичитль, Анхимаал, Кябхак, Чолохским и другими, разделяющими тектонические депрессии — Дидойскую (Шауринскую), Бежтинскую, Джурмутскую (Нукатлинскую), Верхнеса-

мурскую, Ахтычайскую.

Структурные особенности рельефа нашли отражение как в климате и ландшафтах [3; 4; 11; 13–16], так и в современных экзогенных процессах, которые в высокогорье развиты повсеместно и носят высотно-поясной характер [1]. В нивально-гляциальном поясе проявляются, главным образом, морозное выветривание, ледниковая экзарация, нивация, гравитационный снос (лавины, обвалы, осыпи). В лесном поясе преобладают процессы, связанные с речной эрозией и аккумуляцией, а также селевые потоки и снежные лавины, чаще формирующиеся в нивально-гляциальной и субнивальной высотных зонах.

В последние десятилетия интенсивность экзогенных рельефообразующих процессов значительно возросла в связи с антропогенным воздействием на высокогорные ландшафты [6; 9]. Неконтролируемая рубка высокогорных лесов и подрезка склонов при прокладке дорог приводят к усилению подобных процессов.

Литература:

1. Акаев Б.А., Атаев З.В. Современные геоморфологические процессы и их влияние на формирование рельефа Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1999. Вып. 27. С. 55–57.
2. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиева З.Х. и др. Физическая география Дагестана. М.: Школа, 1996. 386 с.
3. Атаев З.В. Физико-географические провинции Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 1995. Вып. 23. С. 83–87.
4. Атаев З.В. Анализ закономерностей пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов Горного Дагестана // Эколого-географический вестник Юга России. №3, 2002. С. 42–46.
5. Атаев З.В. Морфологические и морфометрические особенности хребтов Высокогорного Дагестана // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2006. Вып. 34. С. 48–53.
6. Атаев З.В. Ландшафты Высокогорного Дагестана и их современное состояние // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2007. №1. С. 90–99.
7. Атаев З.В. Ландшафты левобережной части бассейна реки Джурмут // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2007. Вып. 35. С. 31–38.
8. Атаев З.В. Роль орографического каркаса в формировании ландшафтного разнообразия Высокогорного Дагестана // Естественные и технические науки. 2008. № 2. С. 242–251.
9. Атаев З.В. Ландшафтно-экологические особенности Высокогорного Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2011. № 3 (7). С. 9–16.
10. Атаев З.В. Орографический рисунок Бокового хребта на Восточном Кавказе // Молодой ученый. 2011. № 10. Т. 1. С. 115–118.
11. Атаев З.В., Абдулаев К.А., Братков В.В. Ландшафтное разнообразие Высокогорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2007. № 2. С. 104–112.
12. Атаев З.В., Атаева (Магомедова) А.З. Физико-географические особенности Гутонского горного узла на Восточном Кавказе // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2005. Вып. 33. С. 74–86.
13. Братков В.В., Абдулаев К.А., Атаев З.В. Ландшафты горного Дагестана // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2007. № 5. С. 78–81.
14. Магомедов А.М., Атаев З.В. Влияние орографии на климатические условия Богосского горного массива на Восточном Кавказе // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2005. Вып. 33. С. 164–165.
15. Шихамирова У.А., Атаев З.В., Атаева (Магомедова) А.З. Влияние орографических особенностей Горного Дагестана на климатические условия и ландшафтные комплексы // Труды Географического общества Республики Дагестан. 2002. Вып. 30. С. 64–70.
16. Ataev Z.V. Landscapes of high mountains of the Northeast Caucasus // European Researcher. 2012. № 2 (17). P. 224–230.

Landslide Transformation of Daghestan Landscapes

Ataev Zagir Vagitovich, Candidate of Geography, professor, the head of the chair of Physical Geography
Daghestan State Pedagogical University, Russia, Makhachkala

The article deals with the problems of landslide influence on the landscape components, landscape transformation under the influence of landsliding processes, singling out the structural parts and elements of landscape and landsliding systems, classification of landscape and landsliding systems. The criteria of feasibility of landscape and landsliding regions are brought; ecological optimization of landsliding landscapes during compliance with ecological monitoring is given.

Keywords: *landslide, landsliding process, landsliding landscape, landscape and landsliding system, landscape and landsliding region, ecological optimization.*

The urgent problem of ecological landsliding study is a problem of the landsliding landscape. Relief and hydrology particularities of landsliding regions allow to consider the landsliding landscape to be a special ecocomplex, since landsliding free fields, gradually gaining soil-vegetable cover, turn from a geomorphological body into a natural complex. Naturally, landslides differently influence upon the different components of this landscape. Firstly, landslides form a definite morphosculpture. Relief-forming role of landslides reveals itself in the strongest degree in the cumulative zone, where as a result of slope lower parts' cutting the block landslide motions occur and smaller landslide damages are activated mainly in the river-bed part of the valley [1]. River-bank crushing exists in some areas. In the river-beds of large and small Daghestan rivers the erosion of alluvial and proluvial accumulations and indigenous beds of mountain flows takes place. The breakout of lakes, generated by landslides, and breakout of takeaway lateral cones, blocking the valley have been noted. As a result of a cutting by water flow the block landslides and ancient landslide sediments, mud-streams in tongue parts of modern landslides, small landslides damages along river-beds are activated. In some areas river-bank crushings occur. Sometimes along the river bed the repeated motion of old landsliding masses went down earlier is registered. Landslides greatly influence upon vegetation: they either destroy it on their way or damage it significantly. Specific vegetative associations are formed on landsliding bodies.

Landslides not only influence upon certain elements of the landscape, but also form specific natural-territorial complexes. In our opinion [3], the necessity of the development of the theory of mountain slopes' stability is ripe. So, beside the study of separate landslide bodies, it is necessary to study the structure of natural complexes and their environment.

The functioning is closely connected with the structure, which occurs under the influence of geosystems of a higher order. Lately we [3] have singled out the three development stages of a landsliding slope: 1) pre-landsliding; 2) landsliding; 3) post-landsliding. They show the direction and the way of changing the slope stability. Each development stage

is characterized by processes, with the help of which its functioning is realized.

According to liability to landslide generation it is possible to divide the Daghestan landscapes into interfluvial and valley-river ones. The transformation of their landscapes under the influence of landsliding processes takes place differentially and realized by means of changing the morphological structure, functioning and dynamics [2, 3]. So, the role of landsliding processes between rivers consists in local change of the landscape morphological structure, connected with underground water draining, formation of hydromorphic landscapes.

The transformational process is particularly intensive, up to the damage of morphologic structure of indigenous landscapes and their change into secondary ones. It takes place under the influence of landslide processes, running on steep slopes of river valleys. Most distinctly it is observed in valleys of the Samur, the Kurakh, the Akhtychay, the Usukhchay, the Gyulgerichay rivers. The slope landscape functioning of the river valleys gains the new tones, sharply increases the dynamics of landscape-forming processes.

Landscape-forming role of landslide processes on accumulative terraces is relatively insignificant. Landslide spreading here has an episodic nature. In D.A. Lilienberg's [5] and I.N. Safronov's [6] opinion, the landscape morphological structure is basically subjected to change in terrace benches, divided by ravine and gully systems, in the areas of river underminings or reservoir abrasion.

The landsliding landscape formation within flood plains requires the specific conditions: the availability of clays, laying under alluvial thick masses of the flood plains; undermining; excessive moisturizing of flood plains with their deposited soils and meadow and motley vegetation. The landscape re-arrangement, dynamism reinforcement exist on flood plain ledges, where landslides are active [7], but not powerful though, excessively moisturized. They are characterized by simplicity of the landscape structure.

It is important to show the place and the role of landsliding processes in the formation of ravine and gully systems

of Southern Daghestan and, in particular, their landscape structure, functioning and dynamics. Undoubtedly, the role of landsliding processes in the formation of slope landscapes of ravine and gully systems is particularly great. As our direct observations have shown, in Shur-dere tract (between the Gyulgerichay and Korchagsu rivers), there are the facts of the structural damage of the erosion relief and landscape as a whole under the influence of landsliding processes. In many areas inter-gully spaces has been ruined, instead of them relief forms with mountain remains have been formed, where the landscape forms the typical element of the morphological structure of ravine and gully ecosystems.

Landsliding processes feel the influence of both zonal and regional particularities of Daghestan nature. Zonality of landsliding processes is expressed in their modes, belonging to the certain seasons, arising the number of landsliding types, typical for determined climatic conditions. In the areas, where some deflections from usual typical zonal conditions take place, the more favourable regional conditions for development of landsliding processes have been created.

The regional differentiation of landsliding landscapes are complex, varied and depends on many reasons. Firstly, it depends on the history of the territorial development during the Neocene-Quaternary period, including the modern stage [4]. It allowed following the establishment of lithogenous base for formation of regional landscape-landsliding systems.

In the regions with uniform geological structure the landslides are formed, distinguished by similar morphology and formation mechanism. These landslides can be referred to one and same type or limited number of regional landsliding types. In our opinion [2], it is more correctly to study the regional particularities of landsliding systems within the certain physico-geographical regions of our republic, since they have more or less typical physico-geographical conditions. It is possible to consider the borders of Daghestan physico-geographical regions to be the borders of landscape-landsliding regions. The term **landscape-landsliding region** should be interpreted as a historically formed, united territory in genetic sense. It has specific features of the nature and human economic activities, stipulated the intensity and the directivity of the development of landsliding processes, revealed in the modern relief and landscape morphological structure [3].

This approach must have an applied nature and serve as a base for planning the anti-landsliding actions with provision for regional environmental particularities.

There are very many landsliding classifications, made by geologists, hydrogeologists, geomorphologists, but there is no any classification of landscape-landsliding systems. On the base of similarity of the reasons for landsliding formation in Daghestan we [3] distinguish the following genetic *types of landsliding tracts*: a) seismogenous; b) hydrogeological; c) hydrogenous; d) climatogenous; e) biogenous; f) polygenous (mixed).

Each genetic type of a landsliding complex consists of a *kind of landsliding tracts*, singled out on the base of soil-

vegetative cover. It is the mostly dynamic and necessary during the landscape-ecological approach for landsliding study. Herewith it is also important to take into account the successional nature of the vegetable cover of landslides.

In Daghestan two *classes of landsliding landscapes* are singled out distinctly: natural and anthropogenous ones. The latter, in its turn, can be divided into two *categories*: natural-anthropogenous and properly anthropogenous. Both categories of landscape-landsliding ecosystems are of anthropogenous genesis, but they differ by duration of the influence of anthropogenous factors on them. The landscape of the anthropogenous origin, in the development of which the human interference does not stop, refers to the category of properly anthropogenous landscapes. The landscape created under the influence of human activities and subsequently desolated, develops according the natural laws and can be referred to the natural-anthropogenous category. However, if the landslide is influenced by technical anti-landsliding actions and it turns into a natural and technical system, it should be referred to anthropogenous category.

The variety of natural-anthropogenous landsliding tracts and regularities of their spreading are conditioned by certain kinds of human economic activities, conducted under natural conditions, favourable for landsliding processes.

We offer a classification scheme of Daghestan natural landsliding tracts, which can be also used for distinguishing the varied genetic types of natural-anthropogenous landscape-landsliding systems. Its only difference is the fact, that instead of factors, serving as a main reason for generation of natural landslides, their analogues are used from human activities, for example, earthquakes – vibration, slope washing out – cutting, etc. As a result the following genetic types of natural-anthropogenous landscape-landsliding systems are distinguished:

a) natural-anthropogenous landscape-landsliding systems, caused by slope cutting during the road-building, during the linear erosion, caused by discharge of wasted waters, during the abrasive reservoir activities;

b) natural-anthropogenous landscape-landsliding systems, caused by explosions in quarries, vibratory influence of them, seismic effects in the reservoir zone;

c) natural-anthropogenous landscape-landsliding systems, caused by activation of underground waters at the expense of their renewing by wasted waters from enterprises and houses;

d) natural-anthropogenous landscape-landsliding systems, caused by excessive ground moisturizing during human economic activities;

e) natural-anthropogenous landscape-landsliding systems, caused by the human influence on biochemical processes, running under grounds at the expense of microorganisms' activation, influencing the mineral composition and rock dispersity;

d) polygenous (mixed).

In spite of the different origins, the processes of the development of natural and natural-anthropogenous landslides

are much alike, particularly during the mature stage of their development.

The ecological optimization of landscape-landsliding systems has its own specifics, connected with the aggressiveness of conditioning process and low quality of acultural landscapes, and requires complex, differentiated approach.

As we suppose [3], the ecological optimization of landscape-landsliding systems of the republic must be realized following three directions: regional, typological and paradyamic (paragenetic) under the essential ecological monitoring [8].

The regional way of ecological optimization of landscape-landsliding systems is based on the account of the broad range of landscape-landsliding complexes, connected with certain environmental types, and specifics of the economic exploration of one or another part of the republican territory.

It is reasonable to plan anti-landsliding actions, firstly taking into account the intensity and direction of landsliding processes in different landscape-landsliding regions. This fact will allow to avoid the mistakes and excessive expenses for realization of anti-landsliding measures.

Besides, each landscape-landsliding region has its own criteria of approach for the schedule of anti-landsliding actions. They are absolutely different, for example, in Limestone and Shale Daghestan, or moistened Northwestern foothill and more arid Central foothill regions of the republic. It is promoted by the contrast of the lithogenous base, the moistening rate, intensity of the revealing the landsliding processes, etc.

The regional approach for ecological optimization of landscapes, damaged by landsliding processes, is closely connected with the regional nature management, territorial organization of agricultural production, aimed at revising the land structure with provision for the degree of landsliding danger. Herewith an important thing is an undertaking the cadastre of lands, damaged by landsliding processes, which in official statistical materials refer to the secondary category.

During the typological approach for ecological optimization of landscape-landsliding systems of the republic, we should carefully approach to diagnostics, revealing the main reasons of the landsliding generation, mechanism of their motion. Elimination of the main reason can make all the rest secondary factors fade by itself.

The base of typologic approach for ecological optimization is a classification, according to which the genetic types of natural and natural-anthropogenous landsliding tracts are distinguished with particularities of their morphological structure, functioning and dynamics, but then, depending on this fact, the scheme of anti-landsliding actions is scheduled, amongst which the anti-erosion slope ploughing and phytomelioration are main.

Paradyamic approach is oriented for ecological optimization of landscape-landsliding systems, representing the river basins and ravine and gully systems, landscapes of which have been subjected to the transformation under the influence of landsliding processes during intercoupling with other exogenous processes. During the ecological optimization of ravine and gully systems it is important to take into account not only their variety, degree of the slope stability, but also the stability of their relief structures, landscape as a whole. In this case the object of ecological optimization of landsliding ravine and gully systems is a morphological structure, which under the influence of agro-, wood-, hydromeliorative measures, which take place on reservoirs as a whole, can gain the stable nature. Alongside with it, within one and same ravine and gully system can be the landslides of different genesis, that requires using the different types of anti-landsliding systems.

Consequently, taking into account the regional particularities and classification of landsliding systems, the complexity of their morphological structure, it is necessary to choose the most efficient way of ecological optimization, that does not break a homeostasis, i.e. the mechanism, providing the relative dynamic constancy of the system. The approaches to ecological optimization of natural-anthropogenous landscape-landsliding systems remain the same, as for natural ones, but with provision for their anthropogenous genesis.

References

1. Abdulkirimov S.G., Shihragimov I.M., etc. The report on works on studying of conditions of development and a mode of erosive geological processes in territory of Dagestan for 1985–1990. Makhachkala, 1990. (Funds of DGE).
2. Ataev Z.V. Landscape-landslide complexes of Dagestan and a way of their ecological optimization // International magazine of applied and basic researches. 2009. № 5. P. 127–130.
3. Ataev Z.V., Valieva I.A. Ecological optimization of landslide landscapes of Dagestan // The bulletin of Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences. 2009. № 1. P. 87–91.
4. A geological map // Atlas of Dagestan Republic. M., 1999.
5. Lilienberg D.A., Matukova V.A. A map of modern vertical movements and morphostructura of the Caucasus. M., 1969.
6. Safronov I.N. Geomorphology of the Northern Caucasus. Rostov-on-Don, 1969.
7. Tagirov B.D. Laws and the forecast of development of landslips in seismically active areas. The author's abstract of the dissertation ... candidate of geologo-mineralogical sciences. M., 1985. 24 pp.
8. Sheko A.I. Substantive provision of a technique long-term regional forecasts of eczogenic geological processes // Works of WNIIGT, № 119. 1971. P. 4–10.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (40) / 2012

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:

Шульга О. 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